



Bénéfficienne

Numéro de l'affaire :

22808

Chargé de projet : Coralie LOIRAT

Date de diffusion : 05/02/2020

Version : V2

RAPPORT Audit Energétique



CCI COTE D'OR
Site de Jean Bouhey



CCI CÔTE-D'OR

2, Avenue de Marbotte
21000 DIJON



SOMMAIRE

1. GENERALITES.....	4
1.1. DESCRIPTIF DE LA MISSION.....	4
1.2. DESCRIPTION GENERALE DU BATIMENT	6
2. DIAGNOSTIC DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTEMES	7
2.1. ENVELOPPE DU BATIMENT.....	7
2.1.1. Performance des parois opaques déperditives.....	7
2.1.2. Performance des menuiseries.....	8
2.1.3. Synthèse des performances de l'enveloppe du bâtiment.....	10
2.2. SYSTEMES ENERGETIQUES DU BATIMENT.....	13
2.2.1. Chauffage / Climatisation.....	13
2.2.2. Ventilation	17
2.2.3. Eclairage	19
2.3. PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE	19
3. ANALYSE DES TEMPERATURES DANS LES LOCAUX	20
4. EVALUATION DU TAUX D'INCONFORT ESTIVAL	23
4.1. OBJECTIFS	23
4.2. DONNEES D'ENTREE	23
4.2.1. Station météorologique.....	23
4.2.2. Performance de l'enveloppe du bâtiment.....	23
4.2.3. Hypothèses de fonctionnement	24
4.3. RESULTATS OBTENUS ET CONCLUSIONS	25
5. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	26
5.1. ETUDE DES FACTURES	26
5.1.1. Etude des consommations énergétiques.....	26
5.1.2. Etude des puissances appelées.....	28
5.1.3. Etude des consommations en eau	29
5.2. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS	29
5.2.1. Objectifs	29
5.2.2. Données d'entrée et hypothèses de fonctionnement	29
5.2.3. Résultats.....	31
6. PRECONISATIONS.....	32
6.1. ETUDE DE SUBSTITUTIONS DES ENERGIES	32
6.2. OPTIMISATION N°1 : AMELIORATION DE LA REGULATION CHAUFFAGE/CLIMATISATION.....	33
6.2.1. Estimations des consommations	33
6.2.2. Estimation des coûts financiers	34
6.2.3. Fiche récapitulative	34
6.3. OPTIMISATION N°2 : MISE EN PLACE D'UNE POMPE A CHALEUR 4 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION	35
6.3.1. Estimation des consommations	36
6.3.2. Estimation des coûts financiers	36
6.3.3. Fiche récapitulative	37
6.4. OPTIMISATION N°3 : MISE EN PLACE D'UNE CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION ET D'UN GROUPE FROID, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION.....	38
6.4.1. Estimation des consommations	38
6.4.2. Estimation des coûts financiers	39
6.4.3. Fiche récapitulative	40
6.5. OPTIMISATION N°4 : MISE EN PLACE DE SYSTEME DRV 3 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION	41
6.5.1. Estimation des consommations	41



Bénéffcience

6.5.2.	Estimation des coûts financiers	42
6.5.3.	Fiche récapitulative	43
6.6.	OPTIMISATION N°5 : RACCORDEMENT AU RESEAU DE CHALEUR ET MISE EN PLACE D'UN GROUPE FOIRD, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION.....	44
6.6.1.	Estimation des consommations	45
8.4.1.	Estimation des coûts financiers	45
6.6.2.	Fiche récapitulative	46
6.7.	OPTIMISATION N°6 : AMELIORATION ET MISE AUX NORMES DES SYSTEMES DE VENTILATION	47
6.7.1.	Estimation des consommations	48
6.7.2.	Estimation des coûts financiers	49
6.7.3.	Fiche récapitulative	50
6.8.	OPTIMISATION N°7 : REMPLACEMENT DES LUMINAIRES ET GESTION DE L'ECLAIRAGE	51
6.8.1.	Estimation des consommations	51
8.4.2.	Estimation des coûts financiers	51
6.8.2.	Fiche récapitulative	52
6.9.	SYNTHESE DES OPTIMISATIONS.....	53
7.	PROGRAMMES DE TRAVAUX	55
7.1.	PROGRAMME N°1	56
7.1.1.	Programme de travaux	56
7.1.2.	Estimation des consommations	56
7.1.3.	Estimation des coûts financiers	57
7.2.	PROGRAMME N°2.....	58
7.2.1.	Programme de travaux	58
7.2.2.	Estimation des consommations	58
7.2.3.	Estimation des coûts financiers	59
7.3.	PROGRAMME N°3.....	60
7.3.1.	Programme de travaux	60
7.3.2.	Estimation des consommations	60
7.3.3.	Estimation des coûts financiers	61
7.4.	PROGRAMME N°4.....	62
7.4.1.	Programme de travaux	62
7.4.2.	Estimation des consommations	62
7.4.3.	Estimation des coûts financiers	63
8.	CONCLUSION.....	64
9.	GLOSSAIRE.....	66



1. GENERALITES

1.1. DESCRIPTIF DE LA MISSION

La CCI est propriétaire et occupe pour ses activités, un bâtiment situé au 2 avenue de Marbotte à Dijon (21).

Suite à des **problèmes d'inconfort majeurs dans les locaux en été principalement, ainsi que des consommations jugées comme trop importantes**, la Chambre des Commerces et de l'Industrie de la Côte d'Or, a fait appel au groupe ELITHIS pour trouver des solutions à ces problématiques. La filiale BENEFFICIENCE, spécialisée dans l'efficacité énergétique du bâtiment, réalise dans ce contexte **un audit énergétique du site**.

L'objectif est d'analyser l'existant pour déterminer les améliorations qui seront les plus pertinentes (à coût maîtrisé), et créer ainsi un cadre de travail agréable pour l'ensemble des occupants de ce bâtiment, avec le plus faible impact environnemental possible.

Les différentes étapes de la mission sont les suivantes :

● Phase 1 : Etat des lieux

L'état des lieux est une étape clé qui permet d'identifier clairement les besoins et attentes, de détailler les dysfonctionnements constatés au sein du bâtiment et d'en trouver la source, de vérifier la qualité des prestations décrites dans les DOE après toutes ces années d'exploitations.

Plusieurs visites sur site sont réalisées afin d'échanger sur le contexte dans lequel nous intervenons, et de vérifier les points suivants :

- Environnement du projet (site, climat, ombres portées, etc.) ;
- Caractéristiques du bâti (structure, menuiseries et vitrages, protections solaires, etc.) ;
- Caractéristiques des systèmes énergétiques (productions de chaud, de froid, d'eau chaude sanitaire ; systèmes de ventilation ; émetteurs ; systèmes de régulation ; systèmes d'éclairage ; etc.).

Une instrumentation du site est également prévue afin de réaliser une campagne de mesure des températures dans plusieurs zones (bureaux, salles de réunion, accueil).

Enfin, une analyse détaillée des factures énergétiques est réalisée.

● Phase 2 : Exploitation et traitement des données

A l'issue des relevés sur site et du traitement des données collectées, une Simulation Thermique Dynamique du bâtiment est réalisée. Celle-ci permet :

- De vérifier le dimensionnement des systèmes énergétiques mis en place (calcul d'apports / déperditions) ;
- D'évaluer le confort thermique des locaux ;
- D'estimer les consommations énergétiques et de les répartir selon les usages.



Bénéfficiance

● Phase 3 : Propositions d'améliorations

Après une analyse détaillée des résultats des études, plusieurs actions d'amélioration énergétique sont proposées. La Simulation Thermique Dynamique permet d'estimer l'impact de chaque action sur le confort thermique et visuel des occupants, ainsi que sur les consommations énergétiques.

Les améliorations de la performance énergétique peuvent porter sur :

- Les conditions d'utilisation des systèmes ;
- La qualité du bâti et les performances thermiques de l'enveloppe ;
- La qualité du renouvellement d'air ;
- La qualité des systèmes énergétiques.

Chaque proposition d'amélioration sera caractérisée par un gain énergétique et de confort associé, ainsi qu'un coût d'investissement incluant les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels.

● Phase 4 : Propositions de programmes de travaux

Enfin, sur la base des optimisations énergétiques modélisées, quatre programmes globaux d'améliorations seront proposés.

Nous nous attacherons dans ces programmes de travaux à respecter les exigences imposées par le **décret tertiaire** qui impose une réduction de **-50% des consommations énergétiques** (en énergie finale) **d'ici 2040**.



Bénéfficiency

1.2. DESCRIPTION GENERALE DU BATIMENT

Le bâtiment diagnostiqué est la **CCI Côte d'Or**, située à **Dijon (21)**.

Station météo	Site	Zone climatique	Altitude	T° C ext de base
Dijon - Moyen	Dijon	H1c	218 m	-10 °C

Le bâtiment s'élève sur huit niveaux :

- RDC : Hall d'entrée, bureaux, salle de repos, sanitaires, archives, locaux techniques ;
- R+1 : Salle de réception et salles de réunions ;
- R+2 à R+8 : Salle de réunions, bureaux, sanitaires, locaux techniques.

Vues de la Chambre des Commerces et de l'Industrie – Site Jean Bouhey (21)



SYNTHESE	Activités	Tertiaire
	Année de construction	2006
	Surface utile	5 158 m²
	SHON	5 673 m²
	Particularités	<ul style="list-style-type: none">- Problématique d'inconfort des usagers en été principalement- Problématique de sur-consommations- Problématique vis-à-vis des analyses régulières contre la légionelle



2. DIAGNOSTIC DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTEMES

Afin de réaliser un diagnostic énergétique et une instrumentation du site, deux visites ont été réalisées :

- Le 01/10/2019
- Le 10/10/2019

L'étude s'appuie également sur les DOE fournis par la maîtrise d'ouvrage, et sur les échanges eus avec les occupants.

2.1. ENVELOPPE DU BATIMENT

2.1.1. Performance des parois opaques déperditives

Les compositions des parois sont supposées comme telles :

Désignation	Contact	Composition	U paroi (W/m².K)
Mur extérieur béton isolé	Extérieur	16 cm béton plein armé + 8 cm isolation par l'intérieur (R=2,0 m².K/W)	0,44
Toiture	Extérieur	18 cm béton plein armé + 10 cm isolation sous étanchéité (R=2,5 m².K/W)	0,37
Plancher bas sur garage	LNC	20 cm béton plein armé + 8 cm isolation projeté (R=1,6 m².K/W)	0,51



Bénéfficiance

2.1.2 Performance des menuiseries

Menuiseries / vitrages

Les menuiseries et les murs rideaux des façades SUD et OUEST, ont été remplacés en 2016 et sont de type double vitrage, à châssis aluminium. Il s'agit de **double vitrage isolant 4 à 6 / 16 argon / 4, à contrôle solaire**.

Les caractéristiques considérées dans l'étude sont les suivantes :

- Coefficient de transmission thermique :

- du vitrage : **$U_g = 1,1 \text{ W/m}^2.\text{K}$**
- de la menuiserie : **$U_w = 2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$**

- Transmission lumineuse :

- du vitrage : **$T_l = 0,40$**
- de la menuiserie : **$T_{lw} = 0,28$**

- Facteur solaire :

- du vitrage : **$S_g = 0,22$**
- de la menuiserie : **$S_w = 0,20$**

Les menuiseries et les murs rideaux de la façade EST sont d'origine et sont de type double vitrage, à châssis aluminium **double vitrage isolant 4 / 16 argon / 4**, complétés par un **film de protection solaire, placé en extérieur sur les derniers niveaux**. Le rôle de ce film est de réduire la chaleur et l'éblouissement provenant du soleil.

Les caractéristiques considérées dans l'étude sont les suivantes :

- Coefficient de transmission thermique :

- du vitrage : **$U_g = 1,1 \text{ W/m}^2.\text{K}$**
- de la menuiserie : **$U_w = 2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$**

- Transmission lumineuse :

- du vitrage : **$T_l = 0,71$**
- de la menuiserie : **$T_{lw} = 0,48$**

- Facteur solaire :

- du vitrage : **$S_g = 0,42$**
- de la menuiserie : **$S_w = 0,33$**

Les films de protection solaire sont de type PLATINE 80 XC de chez SOLAR CREEN. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- Facteur solaire : 18%
- Réflexion énergie solaire : 67%
- Absorption énergie solaire : 20%
- Transmission énergie solaire : 13%
- Transmission lumière visible : 16%



Bénéfficiance

Ainsi, les vitrages disposant de ces films ont les caractéristiques suivantes :

- Transmission lumineuse :
 - du vitrage avec film : **TI = 0,16**
 - de la menuiserie : **TIw = 0,10**
- Facteur solaire :
 - du vitrage : **Sg = 0,18**
 - de la menuiserie : **Sw = 0,15**

De façon générale, **le bâtiment dispose d'une grande surface vitrée sur l'ensemble des bureaux.**

Protections solaires

Le bâtiment disposant d'une surface vitrée importante, les apports solaires sont conséquents notamment en été. D'où la nécessité de **protections solaires performantes et adaptées.**

Le niveau RDC ne dispose **d'aucune protection solaire mobile.**

Aux étages, les locaux disposent **de stores intérieurs de type vénitiens**. Ces stores permettent de limiter l'éblouissement des occupants, et donc d'améliorer le confort visuel. En revanche, ils ne permettent pas, ou du moins peu, de limiter les apports solaires. Cependant, les vitrages étant principalement à contrôle solaire au SUD et à l'OUEST, les apports solaires sont alors réduits ; la présence de stores intérieurs semble être suffisante.



Photo des stores intérieurs de type vénitiens



Bénéfficiency

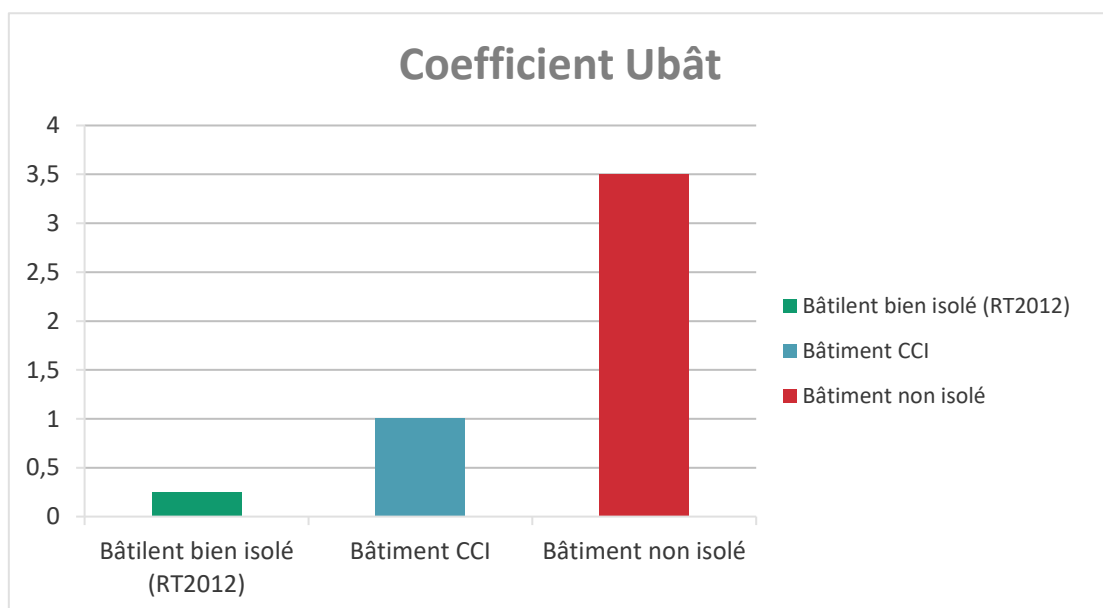
Résumé des menuiseries et protections solaires

Désignation	Châssis	Vitrage	Uw (W/m².K)	Sw	TIw	Protection	Sws	TIws
Mur rideau RDC EST	Aluminium	Double vitrage	2,00	0,15	0,10	Pas de store	--	--
Mur rideau RDC OUEST & SUD	Aluminium	Double vitrage	2,00	0,20	0,28	Pas de store	--	--
Fenêtres EST	Aluminium	Double vitrage	2,00	0,15	0,10	Stores intérieurs type vénitiens	0,13	0,08
Fenêtres EST (sans film solaire)	Aluminium	Double vitrage	2,00	0,33	0,48	Stores intérieurs type vénitiens	0,27	0,08
Fenêtres OUEST & SUD	Aluminium	Double vitrage	2,00	0,20	0,28	Stores intérieurs type vénitiens	0,18	0,08

2.1.3 Synthèse des performances de l'enveloppe du bâtiment

A partir de l'ensemble des hypothèses formulées dans les paragraphes précédents, nous avons déterminé le coefficient $U_{bât_{moyen}}$ du bâtiment. Ce coefficient représente les pertes thermiques du bâtiment à travers son enveloppe.

$$U_{bât} = 1,01 \text{ W/m}^2.K$$





Bénéfficiency

L'isolation des façades opaques est considérée comme correcte. Elle pourrait être améliorée, mais les travaux sont lourds (travaux intérieurs en site occupé) et cela n'apporterait pas un gain énergétique et financier significatif.

De plus, le bâti dispose d'une surface vitrée importante. En effet, la part des déperditions par les menuiseries s'élève à plus de 50%.

En sachant qu'une menuiserie (même équipée d'un double vitrage) sera toujours moins performante qu'une paroi opaque isolée, et qu'elles peuvent générer un effet de parois froides, l'amélioration de l'isolation des façades n'apportera pas une amélioration significative du confort des occupants.

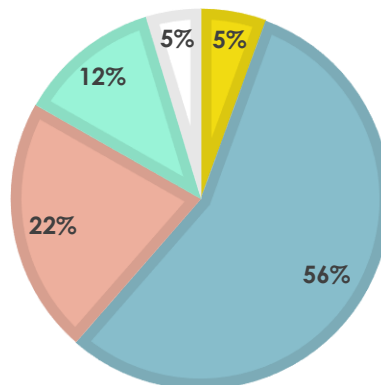
L'isolation des façades est une isolation par l'intérieur qui apporte, de nombreux ponts thermiques. C'est pourquoi la part des déperditions par les ponts thermiques s'élève à 22%.

L'isolation de la toiture l'épaisseur (≈ 10 cm) permet de limiter de manière raisonnable les déperditions, il n'est donc pas préconisé de remplacer cet isolant.

Le plancher bas donnant sur le parking est faiblement isolé, mais il n'apparaît pas prioritaire d'agir sur le renforcement de cette isolation, de par la surface déperditive peu importante.

DÉPERDITIONS STATIQUES

■ Plancher bas ■ Menuiseries ■ Ponts thermiques ■ Façade opaque ■ Toiture





Bénéfficiency

Une comparaison entre les performances thermiques du bâtiment « CCI – Site Jean Bouhey » et les valeurs cibles de la RT2012 a été réalisé :

Performances / éléments de construction	Site Jean Bouhey	Valeurs cibles RT 2012
Parois opaques U = coefficient de transmission surfacique	$0,37 < U \text{ (W/m}^2\text{.K)} < 0,51$	$0,20 < U \text{ (W/m}^2\text{.K)} < 0,40$
Parois opaques R = Résistance thermique <u>minimale</u> de l'ensemble paroi + isolant	$1,6 < R \text{ (m}^2\text{.K/W)} < 2,5$	$2 < R \text{ (m}^2\text{.K/W)} < 3,3$
Parois vitrées U = coefficient de transmission thermique	$U_w = 2 \text{ W(m}^2\text{.K)}$	$U_w \leq 1,6 \text{ W(m}^2\text{.K)}$
Protection solaire façade SUD et OUEST Sw = facteur solaire de la menuiserie avec stores	$Sw = 0,15$	$Sw \leq 0,15$
Protection solaire façade EST Sw = facteur solaire de la menuiserie avec stores	$Sw = 0,24$	$Sw \leq 0,25$
Protection solaire façade EST (Niveau 7 & 8 – présence d'un film solaire) Sw = facteur solaire de la menuiserie avec stores	$Sw = 0,13$	$Sw \leq 0,25$

Bien que le Permis de Construire du site ait été délivré bien avant le 1^{er} janvier 2013 (date d'application de la RT 2012), il s'avère que l'enveloppe de l'immeuble « Jean Bouhey » a des performances thermiques proches des exigences de la RT 2012.



Bénéfissance

2.2. SYSTEMES ENERGETIQUES DU BATIMENT

2.2.1. Chauffage / Climatatisation

2.2.1.1. Production

Le chauffage et la climatisation des locaux sont assurés par une pompe à chaleur à absorption gaz, complétée par une chaudière gaz en appoint, situés en toiture du bâtiment :

- **1 PAC à absorption gaz**, de marque YORK, en base ;
- **1 chaudière gaz basse température**, de marque GUILLOT, en appoint.

La PAC à absorption gaz est associée à une tour de refroidissement, permettant d'évacuer les calories produites par la PAC en fonctionnement « climatisation ». Ce type d'installation est propice au développement de la légionellose (bactérie se développant dans l'eau stagnante).



Désignation	Année	Zone traitée	COP ou η	P. chaud (kW)	P. froid (kW)	EER
YMPC F10EX YORK	2006	Tout le bâtiment	1,15	286	352	1,00
OPTIMAGAZ 145	2006		88 %	144	-	-

Ces équipements ont des performances énergétiques qui ne sont plus adéquation par rapport à ce que l'on peut installer de nos jours. La tour de refroidissement demande un important entretien avec de récurrentes vérifications vis-à-vis de la légionellose. En découle, un coût de maintenance non négligeable. A cela s'ajoute une forte consommation en eau.

A noter que la bactérie « légionnelle », une fois présente, peut alors être diffusée dans l'air et les réseaux aérauliques. Ce problème peut être aggravé, ici, du fait d'avoir des prises d'air neuf d'air hygiénique à proximité.

Il aurait pu être envisagé de conserver la PAC en remplaçant le refroidisseur à eau par un aérocondenseur sec, mais cette technologie n'est pas viable techniquement, car la température d'entrée d'eau au condenseur (sur la PAC existante) ne peut être supérieure à 32°C.

C'est pourquoi, nous étudierons par la suite diverses solutions techniques visant à remplacer la pompe à chaleur existante, et supprimer la tour de refroidissement.



Bénéfficiance

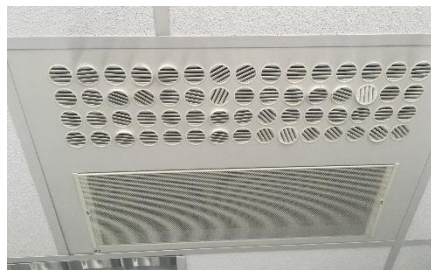
2.2.1.2. Emission

- Dans les bureaux, et salles de réunion :

Les émetteurs sont **des cassettes plafonnères**, alimentées par la PAC et/ou la chaudière.

Ces émetteurs sont équipés d'une batterie change-over (permettant de basculer en mode chaud ou froid) et d'une batterie électrique.

Local	Unité intérieure	Type
Bureaux SdR	COADIS	Diffuseur type cassette



- Dans le hall :

Les émetteurs sont **des gainables**, alimentées par la PAC et/ou la chaudière.

Local	Unité intérieure	Type
Hall	-	Diffuseur type gainable

Les émetteurs actuels (cassettes plafonnères principalement) sont défectueux, de par leur état et encrassés, de par le manque de maintenance. De ce fait, ils n'assurent pas une diffusion uniforme.

Aussi, certains servo-moteurs sur les vannes de régulation ont été déposés par le mainteneur afin d'assurer le chauffage et le rafraîchissement des bureaux mais sans se préoccuper de la surconsommation engendrée. Cette action a probablement engendré le grippage des vannes de régulation, ce qui provoque des problèmes d'équilibrage et de régulation des émetteurs.

Dans les diverses solutions techniques visant à remplacer le système de chauffage/climatisation actuel, nous étudierons également le remplacement des émetteurs.



Bénéfficiency

2.2.1.3. Régulation

Les systèmes énergétiques étant de type 2 tubes (chaud ou froid), il existe un **commutateur** permettant de basculer les groupes extérieurs **en mode CHAUD ou en mode FROID**. Celui-ci se situe dans un local technique et est géré manuellement par le mainteneur des installations CVC.

Tous les bureaux /locaux sont équipés d'un boîtier de régulation manuel.

Aucun réduit de nuit, ni programmation horaire n'est paramétré et chaque utilisateur a la possibilité de choisir sa température (+ ou – 6°C) par rapport aux températures de consigne qui sont de : 22°C l'hiver et 26°C l'été, soit de 16 à 28°C en hiver et à 20 à 32°C en été, cette amplitude est beaucoup trop importante.



NB : De manière générale, les températures de consigne préconisée dans les bâtiments de bureaux sont de 21°C en hiver avec une possibilité de modifier cette consigne de +/- 2°C par l'utilisateur final. En été, il est recommandé une température de consigne à 26°C avec la même possibilité de modifier cette consigne de +/- 2°C par l'utilisateur final.

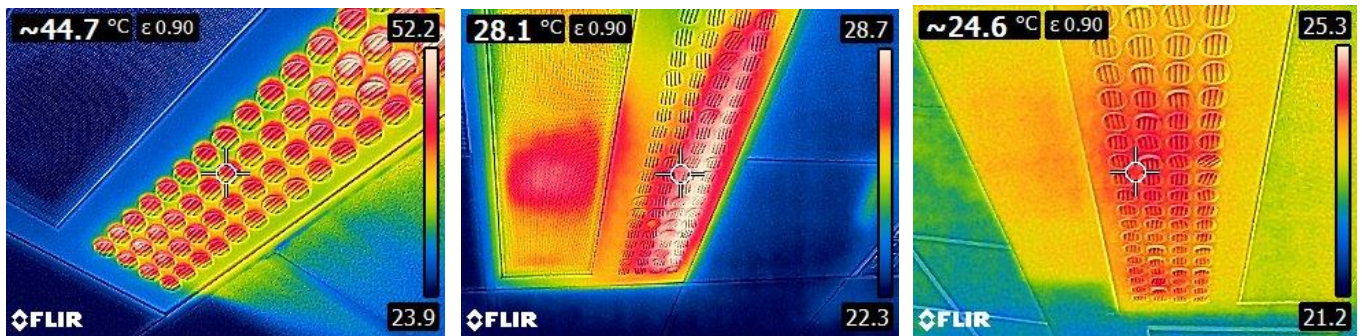


Bénéfficiency

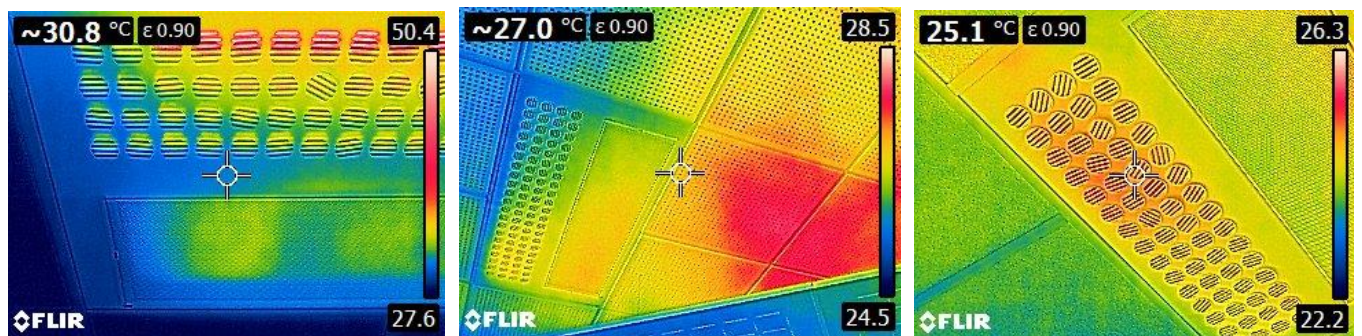
2.2.1.4. Vérification du fonctionnement des émetteurs

Sur place, le fonctionnement de l'ensemble des émetteurs en mode « chaud » (hiver) dans les bureaux a été vérifié via **une caméra thermique**.

La température de consigne a été forcée à entre 23°C et 27°C. On constate que les émetteurs fonctionnant correctement soufflent un air plus chaud que l'air ambiant :



Cependant, on constate le mauvais fonctionnement (**unités encrassées, et diffusion non uniforme**) de plusieurs unités intérieures :





Bénéfficiency

2.2.2. Ventilation

Les bureaux disposent d'une ventilation mécanique simple flux, c'est-à-dire un d'air vicié dans les circulations et les sanitaires et un soufflage d'air neuf par des entrées d'air positionnées sur les menuiseries).

Cette ventilation est assurée par un **caisson d'extraction**, de marque CALADAIR et de type NOE 11400 H.

La reprise d'air est réalisée en vrac dans le faux-plafond, et l'amenée d'air est réalisée par les entrées d'air placées sur les menuiseries, assurant le débit d'air hygiénique.

Cependant, on constate quelques anomalies :

- Certains locaux ne sont pas équipés d'entrées d'air, alors qu'ils le devraient, ou leurs nombres est insuffisant. Il s'avère également que certaines entrées d'air ont été bouchées par les usagers, pour des raisons d'inconfort. Le bon fonctionnement de ces entrées d'air est donc remis en cause, elles ont pu être endommagées et un simple débouchage peut ne pas suffire. **L'apport d'air neuf hygiénique n'est donc pas réglementaire.**
- Dans certains niveaux, la reprise d'air vicié est exécutée dans la circulation des sanitaires (fermée par une porte). **Le balayage d'air n'est pas optimal et cela peut également provoquer des nuisances sonores.**

Ceci a pour conséquence une forte dégradation du confort, pour les raisons suivantes :

- **Pollution de l'air intérieur ;**
- **Augmentation du taux d'humidité dans les locaux ;**
- **Augmentation des infiltrations d'air non contrôlées pour compenser l'extraction.**

Le bâtiment dispose également de **deux centrales de traitement d'air avec récupérateur de chaleur**, de marque CIAT et de type CLIMACIAT. Celles-ci sont d'origine (2006).

- 1 CTA équipée d'une batterie change over, dédiée à la salle de réception du R+1 – Débit air neuf : **6 000 m³/h** ;
- 1 CTA équipée d'une batterie change over, dédiée à la salle de réception du R+8 – Débit air neuf : **1 200 m³/h** ;

Ces CTA ne sont pas fonctionnels, il n'y a donc actuellement aucun renouvellement d'air dans ces locaux. La périodicité des changements de filtration n'est à ce jour pas respectée non plus.

Les réseaux de soufflage et extraction ne sont pas équipés de pièges à son, ce qui peut provoquer de possibles problèmes acoustiques.

Les conduits, cheminant dans les plénums de faux plafond, de soufflage et extraction ne sont en aucun cas calorifugés. Quasiment aucun accessoire d'équilibrage n'est présent et lorsqu'un est présent, le réglage n'est pas fait, celui-ci reste grand ouvert et défavorise donc les bouches les plus éloignées du départ de la CTA.

La salle de réunion au R+8 est traitée indépendamment par l'intermédiaire d'un **insufflateur** (sans récupération de chaleur, équipé d'une batterie électrique pour le préchauffage) et d'un **extracteur**. Des anomalies acoustiques sont constatées car aucuns pièges à son et plots anti-vibratiles ne sont présents. Aussi, aucune filtration d'air n'est présente.

La présence d'une batterie électrique est relevée, ce qui est incompatible avec le souhait de réaliser des économies d'énergie du fait de devoir traiter à elle seul le traitement de l'air. Aussi, des odeurs désagréables, liées au fonctionnement de cette batterie électrique, sont constatées.

Les réseaux de soufflage et d'extraction sont inversés ainsi que leurs accessoires. L'extraction est alors réalisée par le biais d'une grille 4 directions. L'air soufflé est diffusé en vrac dans le faux plafond puis traverse par une grille de transfert plafonnière.



Bénéfficiency

Le débit d'air relevé est faible et est inadapté à l'usage de la pièce.

La régulation fonctionne en mode tout ou rien, en conséquence, aucune modulation de consommation électrique n'est présente.

Conséquences des anomalies relevées :

- Renouvellement d'air non réglementaire ;
- Pollution de l'air intérieur ;
- Augmentation du taux d'humidité dans les locaux ;
- Augmentation des infiltrations d'air non contrôlées pour compenser l'extraction.

Afin d'assurer un bon renouvellement d'air, nous préconisons des débits d'air neuf minimaux de 25 m³/h/personne dans les bureaux et de 30 m³/h/personne dans la salle de réunion, comme l'impose le Code du Travail.



Bénéfficiency

2.2.3. Eclairage

Les luminaires sont majoritairement de type **tubes fluorescents** (18W). **La puissance installée** ($\approx 10 \text{ W/m}^2$ dans les bureaux, salles de réunion et circulations & 15 W/m^2 dans les sanitaires) **semble relativement conséquente**.

Les bureaux, circulations et sanitaires sont équipés de commande à détection de mouvement mais ne sont pas équipés d'un système de gradation en fonction de luminosité. **La luminosité s'adapte à la présence des usagers, mais ne s'adapte pas à la luminosité extérieure.**

Les luminaires des salles de réunions du R+1 sont pilotés manuellement par interrupteurs. Il n'y a pas de détections de présence, ni de gradation dans ces salles : **l'éclairage ne s'adapte ni à la présence des usagers, ni à la luminosité extérieure**. Cela peut impliquer un fonctionnement de l'éclairage alors qu'il n'a pas lieu d'être, donc des consommations électriques importantes, et dégager des apports internes favorisant les surchauffes en été.



2.3. PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

Au-delà de l'état des lieux, des défaillances identifiées et des gisements d'économies d'énergies, le recours à l'énergie gaz pour chauffer et refroidir l'immeuble est très défavorable sur le plan environnemental et notamment en ce qui concerne les émissions de CO₂.

En effet, pour la même consommation, le gaz émet à minima 3 fois plus de CO₂ que l'électricité et 5 fois plus qu'un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie bois, comme c'est le cas à Dijon.

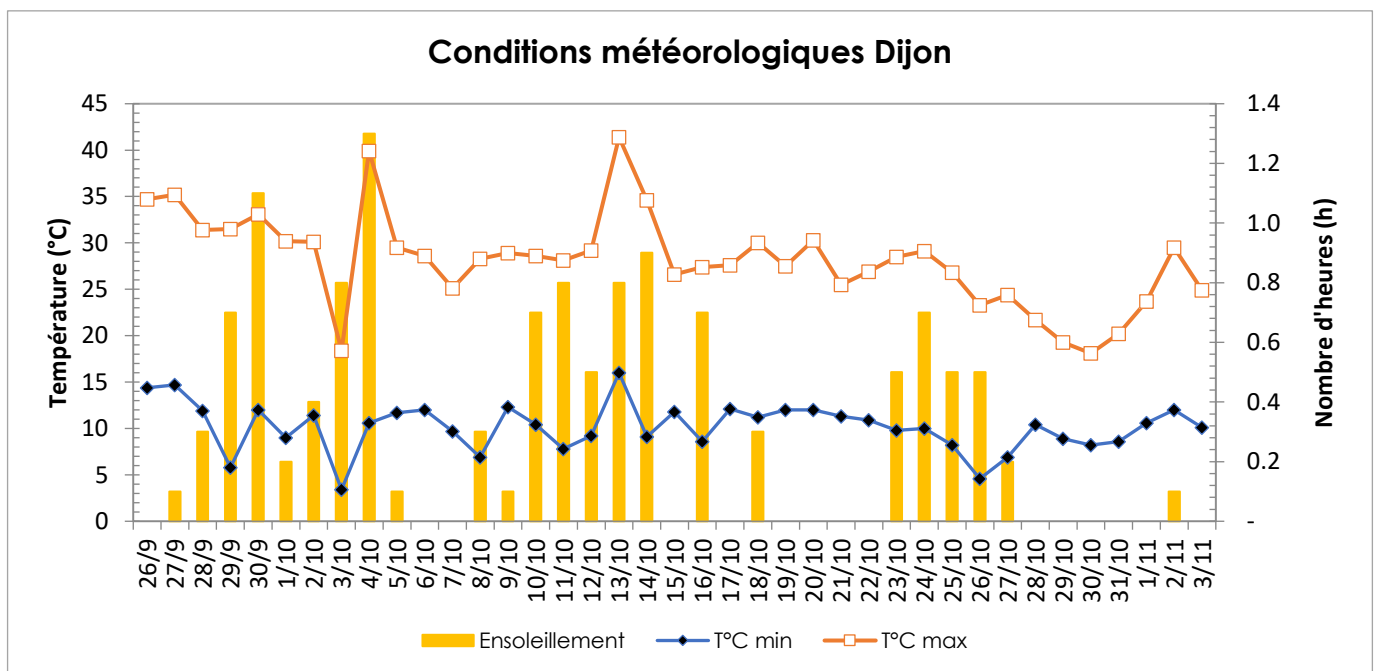


3. ANALYSE DES TEMPÉRATURES DANS LES LOCAUX

L'analyse des températures dans les locaux a été réalisée sur la période suivante : du **26 septembre 2019** au **03 novembre 2019**.

Bilan sur les températures extérieures et l'ensoleillement

Sur la période étudiée, les températures extérieures et l'ensoleillement ont été les suivants (relevés Météofrance) :



Sur cette période, les températures minimales ont été très variables, oscillants entre **3,4°C et 16,0°C**.

L'ensoleillement a quant à lui été relativement faible, avec en moyenne 3,5 heures d'ensoleillement par jour.

La température minimale normale de saison est de 10,9°C, en octobre.

- ⇒ **Globalement, les températures minimales sont équivalentes aux normales de saison sur la période étudiée.**

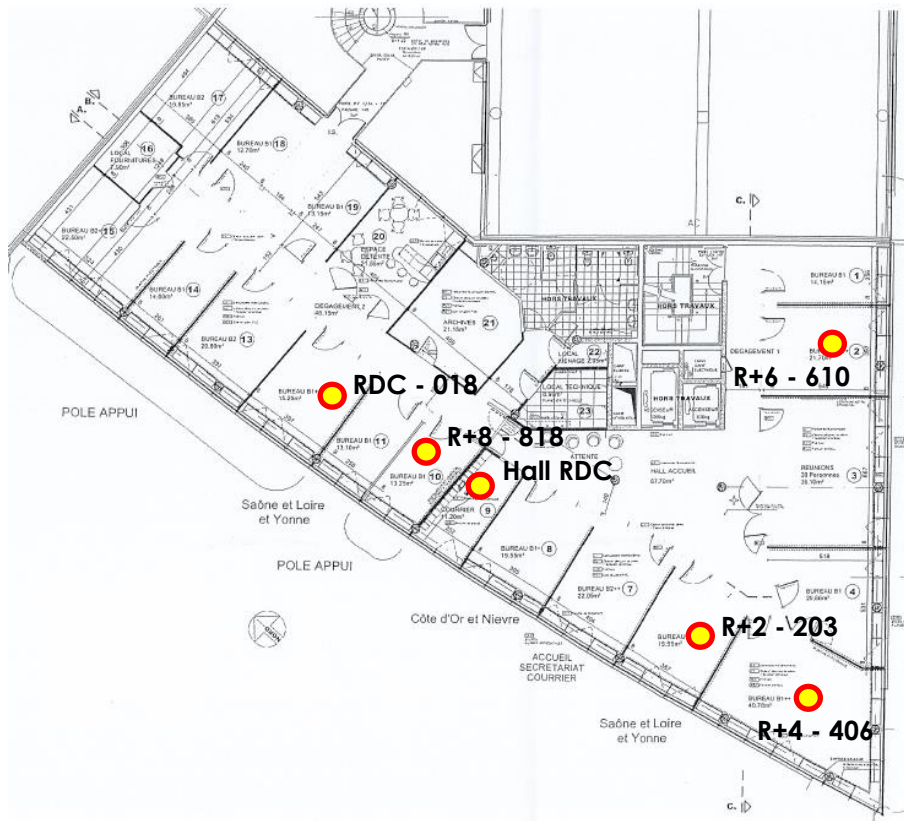


Bénéfficiency

Bilan sur les températures intérieures

Six sondes de température ont été installées dans plusieurs locaux, afin d'analyser l'évolution des températures sur la période donnée (du 26 septembre 2019 au 03 novembre 2019.)

Les plans ci-dessous permettent de visualiser l'emplacement des sondes installées, à différents niveaux :



 Sondes de température



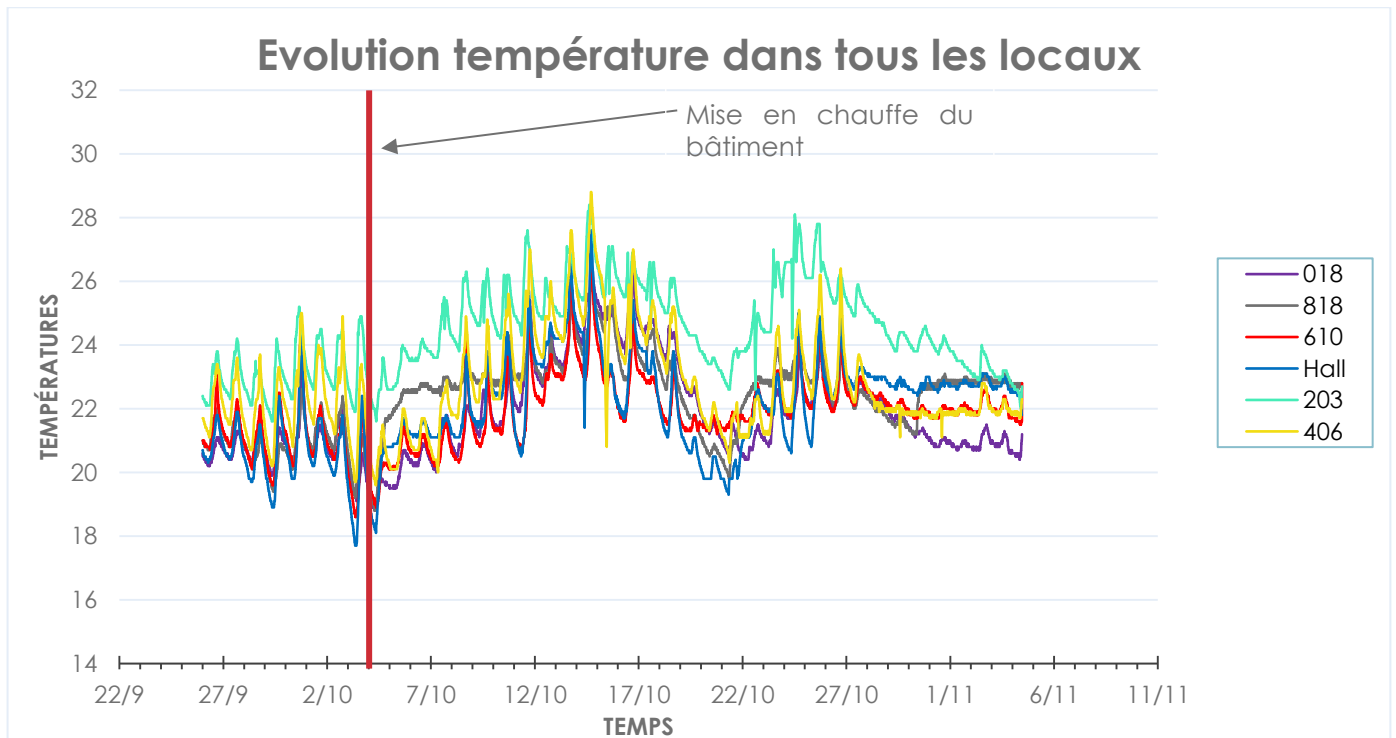
Bénéfficiency

Analyse

● Ensemble des bureaux

Synthèse des relevés de température du 26/09/19 au 03/11/19 (en période d'occupation)

Local	T°C min	T°C moy	T°C max	Nb h<20°C	Nb h<19°C
018	18.9	22.1	26.5	21	1
818	18.8	22.4	26.1	14	1
610	18.6	21.9	26.7	16	4
Hall	17.7	22.0	27.6	32	9
203	21.6	24.8	28.4	-	-
406	19.6	23.0	28.8	4	-



De manière générale, sur la période analysée, les températures varient entre 18 et 28°C : les valeurs maximales sont relativement importantes, mais peuvent s'expliquer par une mauvaise gestion de la régulation du chauffage.

On constate cependant, que la température intérieure ne descend que très ponctuellement en dessous de 19°C, en période d'occupation. Aucun inconfort d'hiver notable en hiver, n'est constaté.



4. EVALUATION DU TAUX D'INCONFORT ESTIVAL

4.1. OBJECTIFS

Afin d'évaluer la conception bioclimatique du bâtiment, nous étudions **le confort d'été sans climatisation active**. Pour ce faire, une Simulation Thermique Dynamique a été réalisée avec le **logiciel Comfie+Pleiades**, version 4.18.2.1.

Cette étude intègre :

- Les caractéristiques du bâtiment (formes, volumes, pièces, orientations, isolation, vitrage, perméabilité, débits de ventilation) ;
- Les hypothèses d'occupation du bâtiment ;
- Les apports internes ;
- Les occultations.

Les locaux concernés par cette étude sont l'ensemble des locaux climatisés.

L'étude est réalisée **sans tenir compte des systèmes énergétiques**.

L'objectif est d'évaluer la performance de l'enveloppe et notamment des vitrages, et la nécessité de recourir à une climatisation active.

4.2. DONNEES D'ENTREE

4.2.1. Station météorologique

Zone climatique	H1c
Station météorologique	Dijon moyen – Pack Meteonorm

4.2.2. Performance de l'enveloppe du bâtiment

Se référer au paragraphe 4.2.2.



Bénéfficiency

4.2.3. Hypothèses de fonctionnement

Local	Occupation	Eclairage	Bureautique	Débit d'air
Bureaux	1 à 2 pers / bureau Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 126 W/pers	300 lux Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 10 W/m ² Détection de présence	Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 15 W/m ²	0,20 vol/h
Salle de réunions Salle de réception	1 pers / 4 m ² Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 126 W/pers	500 lux Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 10 W/m ² Interrupteur manuel	Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 8 W/m ²	0,20 vol/h
Accueil / hall	3 pers	150 lux Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 10 W/m ² Détection de présence	-	0,20 vol/h
Sanitaires	-	200 lux 15 W/m ²	-	0,20 vol/h
Circulation	-	150 lux 10 W/m ²	-	0,20 vol/h



4.3. RESULTATS OBTENUS ET CONCLUSIONS

Le confort d'été est analysé sur le principe du « Nombre d'heures d'inconfort » réalisé sur une année complète. On considère qu'il y a inconfort si la température intérieure dépasse **28°C** en période d'occupation (sans système de climatisation).

Les résultats obtenus, dans les zones étudiées, sont les suivants :

Zones	Apports solaires bruts (kWh)	Nb heures d'inconfort	Taux d'inconfort (%)
Hall	11 803	93	4,5
Salle réception R+1	3 420	121	19,4
Salles de réunions R+1	5 572	211	20,3
Bureaux SUD	15 852	409	19,7
Bureaux OUEST	44 364	416	20,0
Bureaux EST	4 654	335	16,1
Bureaux SUD OUEST (angle)	17 533	327	15,7
Salle réception R+8	2 034	236	22,7

On constate que sans système de refroidissement, **les taux d'inconfort en période estivale sont très élevés pour ce bâtiment, en moyenne 335h/an. Une climatisation active est nécessaire.**

Ceci s'explique par le fait que la surface vitrée est très importante, et que les locaux occupés sont principalement orientés au Sud, et à l'Ouest.

Généralement, on estime qu'un bâtiment à un « **bon confort estival** » lorsque le nombre d'heures où la température dépasse 28°C en période d'occupation est **inférieur à 40h/an**.



5. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

5.1. ETUDE DES FACTURES

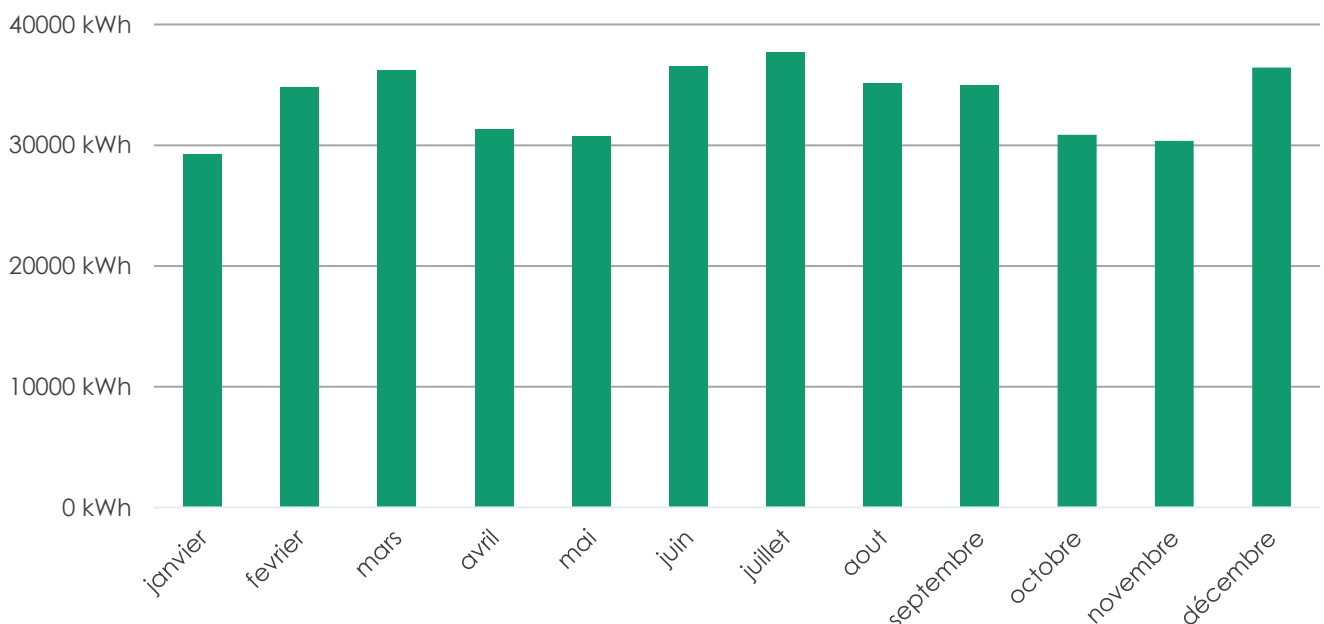
5.1.1. Etude des consommations énergétiques

Les factures d'électricité étudiées sont celles des années 2016, 2017 et 2018. Elles prennent en compte **les six usages** suivants :

- **Chauffage ;**
- **Climatisation ;**
- **Eau chaude sanitaire ;**
- **Eclairage ;**
- **Auxiliaires de ventilation ;**
- **Electricité spécifique** (matériel informatique, sécurité, ascenseurs etc.).

D'après les factures, la consommation électrique se décompose comme suit, en moyenne sur une année :

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS MENSUELLES D'ELECTRICITE MOYENNES SUR LES ANNEES 2016/2017/2018



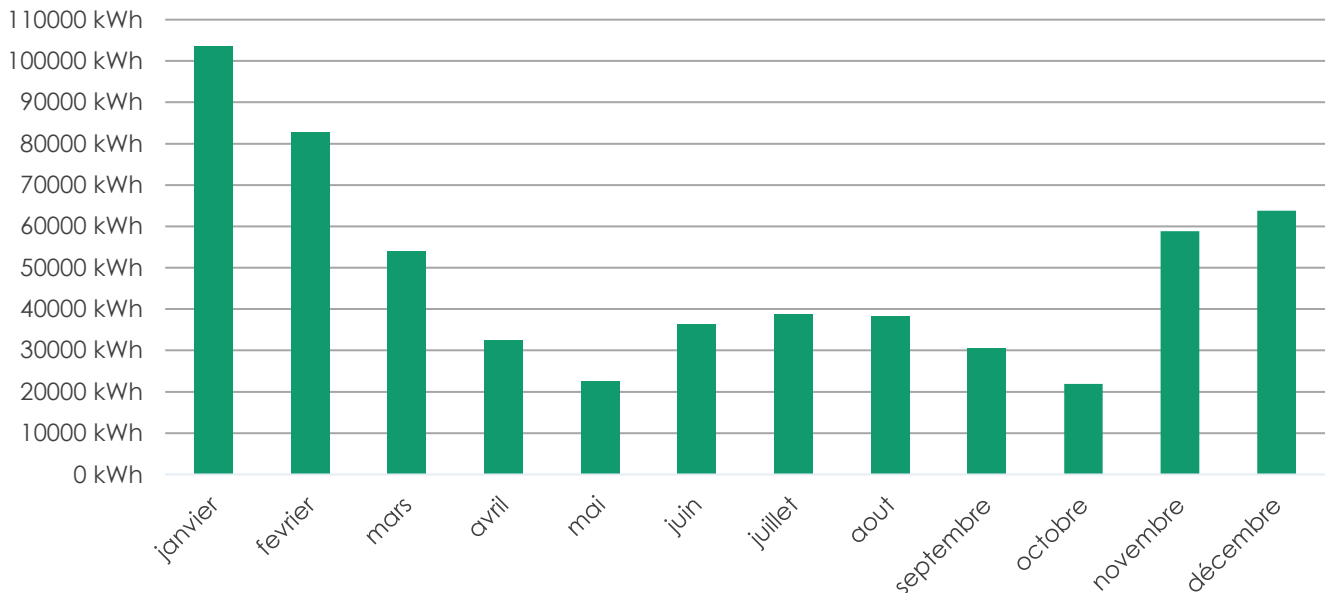
Nous obtenons une **consommation annuelle moyenne de 404 MWh**. Cette consommation annuelle sera donc la consommation cible, sur laquelle nous essayerons de nous ajuster pour évaluer les consommations poste par poste du bâtiment, via une simulation thermique dynamique.



Bénéfficiance

D'après les factures, la consommation de gaz se décompose comme suit, en moyenne sur une année :

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS MOYENNES MENSUELLES D'ELECTRICITE MOYENNES SUR LES ANNEES 2016/2017/2018



Nous obtenons une **consommation annuelle moyenne de 440 MWh**. Cette consommation annuelle sera donc la consommation cible, sur laquelle nous essayerons de nous ajuster pour évaluer les consommations de chauffage et climatisation du bâtiment, via une simulation thermique dynamique.

La surface du bâtiment étant d'environ **5 158 m²**, la **consommation totale (électricité + gaz) par unité de surface est de 190 kWh/m²**. A titre comparatif, la consommation finale moyenne des bâtiments de bureaux en France en 2013 était de **263 kWh/m²**, dont 136 kWh/m² pour le chauffage et l'eau chaude, et 127 kWh/m² pour les autres usages (données de l'ADEME 2013).

La consommation énergétique du bâtiment de la CCI Côte d'Or est donc plus faible que la moyenne. Elle reste cependant relativement importante.

D'après l'analyse des factures énergétiques propres au bâtiment, nous obtenons un **coût moyen de l'électricité de 0,137 € TTC/kWh** et un **coût moyen du gaz de 0,048 € TTC/kWh**. Ce coût sera utilisé dans l'intégralité de l'étude.



Bénéfficiency

5.1.2. Etude des puissances appelées

Selon les factures d'électricité fournies, la CCI souscrit actuellement au contrat suivant :

Tarif	Option	Puissance souscrite
Jaune	HP/HC	120

Nous avons pu relever sur les factures EDF, la puissance maximale atteinte au cours de chaque mois (sur 2016 & 2017) en heures pleines et en heures creuses. Nous avons comparé cette puissance maximum à la puissance souscrite.

PUISSANCES MAX ATTEINTES EN HP ET EN HC (ANNEE 2016 & 2017)



La puissance souscrite actuelle de 120 kVA semble être adaptée à la puissance appelée sur site.



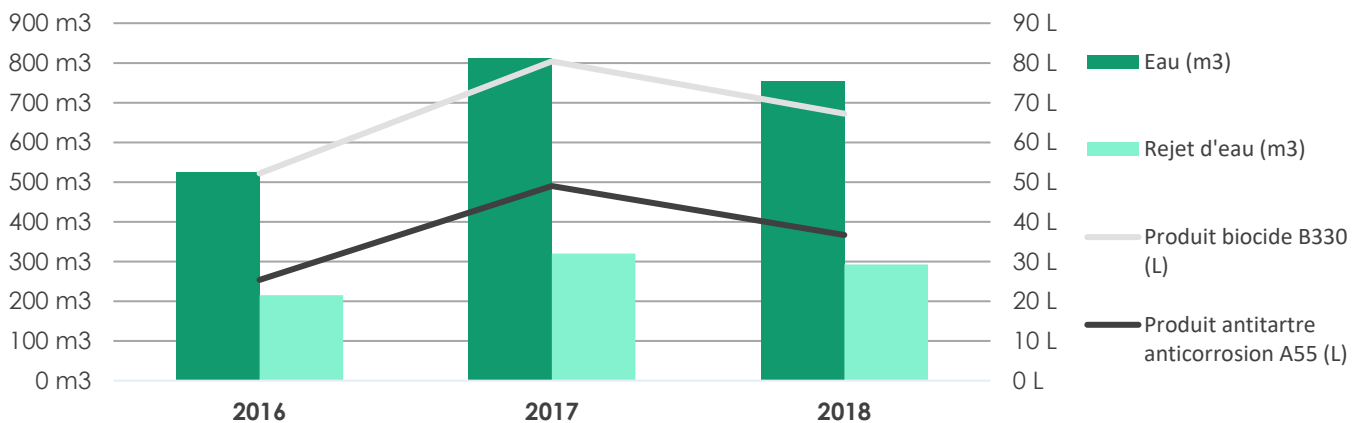
Bénéfficiance

2.1.1. Etude des consommations en eau

Selon les relevés de consommations fournis, le bâtiment consomme actuellement, en moyenne 696 m³ d'eau sur une année, dont 276 m³ d'eau rejeté.

Aussi, sur une année, 67 L de produit de traitement de l'eau (produit anti-tartre / anti-corrosion A55 et produit biocide B330) sont consommés en moyenne.

EVOLUTION DES CONSOMMATIONS ANNUELLES EAU & PRODUITS DE TRAITEMENT ANNEES 2016/2017/2018



Cette consommation d'eau importante est principalement dû à la tour de refroidissement en eau, nécessaire au refroidissement de la PAC à absorption.

5.2. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS

5.2.1. Objectifs

A partir du modèle réalisé sous le logiciel Pléiades, les consommations peuvent être estimées par usage, notamment :

- Consommation électrique pour **le chauffage** ;
- Consommation électrique pour **la climatisation** ;
- Consommation électrique pour **l'eau chaude sanitaire** ;
- Consommation électrique pour **la ventilation** ;
- Consommation électrique pour **l'éclairage** ;
- Consommation électrique pour **les usages spécifiques** (bureautique et autre).

5.2.2. Données d'entrée et hypothèses de fonctionnement

- Enveloppe et systèmes : se référer au paragraphe 2.
- Fonctionnement :



Bénéfficiency

Local	Traitement climatique	Occupation	Eclairage	Bureautique	Ventilation	ECS
Bureaux	Chauffage : 23.5°C Climatisation : 23°C	1 à 2 pers / bureau Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 126 W/pers	300 lux Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 10 W/m² Détection de présence	Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 15 W/m²	0,20 vol/h	-
Salle de réunions	Chauffage : 23.5°C Climatisation : 23°C	1 pers / 4 m² Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 126 W/pers	500 lux Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 10 W/m² Interrupteur manuel	Lun – ven : 10h-12h – 14h-16h 8 W/m²	0,20 vol/h	-
Accueil / hall	Chauffage : 23.5°C Climatisation : 23°C	3 pers	150 lux Lun – ven : 8h-12h – 14h-18h 10 W/m² Détection de présence	-	0,20 vol/h	-
Sanitaires		-	200 lux 15 W/m²	-	0,20 vol/h	100L ECS 60°C/jour d'occupation
Circulation		-	150 lux 10 W/m²	-	0,20 vol/h	-



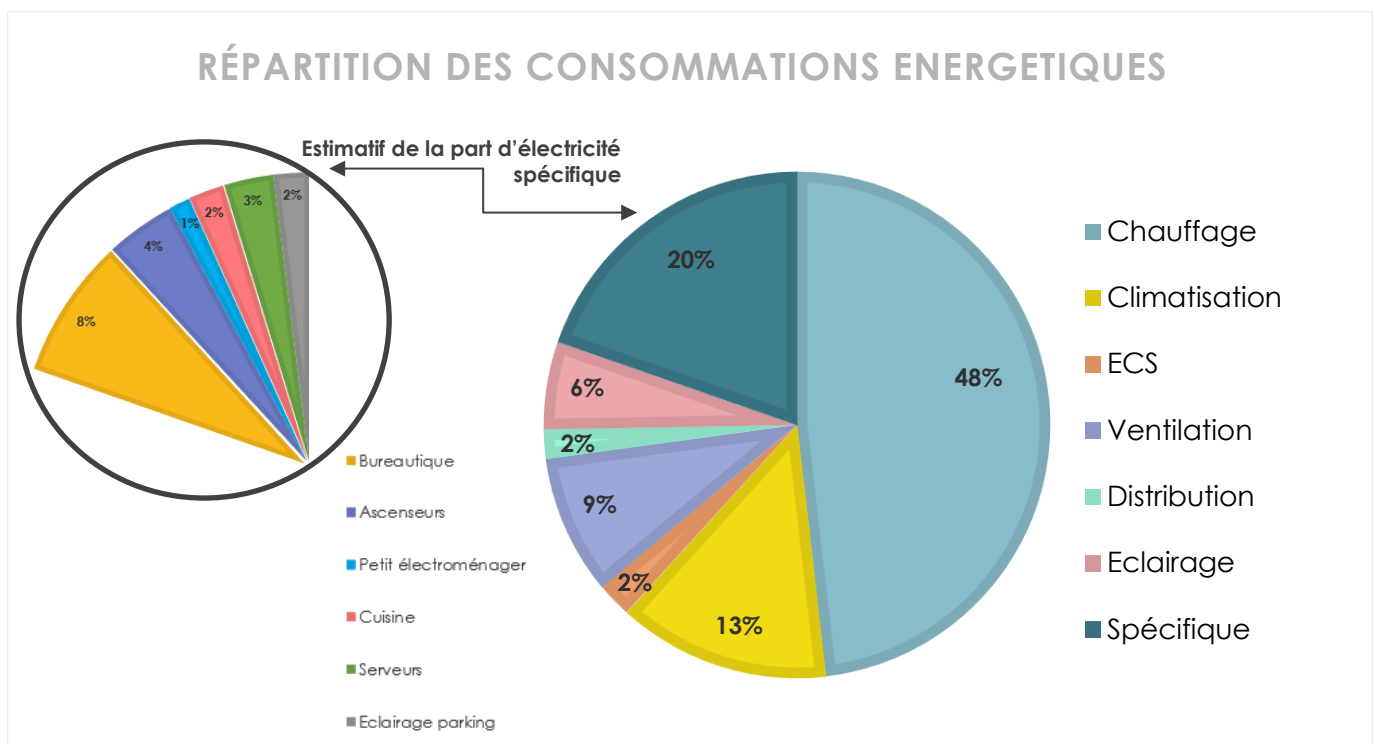
Bénéfficiency

5.2.3. Résultats

	Consommation annuelle électricité (kWhEF/an)	Consommation annuelle gaz (kWhEF/an)	Ratio consommation (kWhEF/m².an)	Facture annuelle (€TTC)	Emissions GES - CO ₂ (kg _{éq} CO ₂ /an)
Chauffage	21 205	397 348	81	21 831	101 009
Climatisation	6 224	111 461	23	6 161	27 496
ECS	19 544	-	4	2 673	1 290
Ventilation	77 286	-	15	10 572	5 024
Distribution	16 129	-	3	2 206	1 048
Eclairage	48 691	-	9	6 660	3 214
Electricité spécifique	170 864	-	33	23 372	11 106
Global	359 943	508 809	168	73 475	150 186

On note un écart de **11%** entre les consommations obtenues via la simulation et celles issues des factures électriques, et un écart de **13%** pour les consommations de gaz → **le modèle est considéré comme valide.**

A partir des factures et des résultats issus de la modélisation, on peut en déduire la **répartition des usages énergétiques** pour le site Jean Bouhey de la CCI Côte d'Or :



On constate que le principal poste de consommation du bâtiment est **le chauffage**, représentant presque la moitié de la facture d'électricité annuelle. Les postes **chauffage, climatisation et électricité spécifique** représentent **80 % de la consommation totale.**



6. PRECONISATIONS

6.1. ETUDE DE SUBSTITUTIONS DES ENERGIES

	Photovoltaïque (PV)	Biomasse	Solaire thermique	Réseau de chaleur
Avantages	Effacement d'une partie des consommations électriques. Energie renouvelable et « gratuite ».	Combustible 100% renouvelable. Faible émission de Gaz à Effet de Serre.	Utilisation des EnR. Facilité de mise en œuvre. Diminution des consommations d'ECS.	Suppression de l'entretien et de maintenance : Les coûts liés à l'installation et à l'exploitation du réseau sont entièrement gérés par l'opérateur. La mixité des sources d'énergies permet de proposer des combinaisons performantes.
Inconvénient	Maintenance très régulière pour que les panneaux puissent fonctionner au maximum de leur capacité. Investissement élevé. Recyclage des panneaux.	Maintenance régulière à prévoir (fréquence de visite importante). Local pour le stockage du combustible à prévoir.	Production collective. Maintenance régulière. Non rentable pour des usages de bureaux uniquement, sans restauration.	Investissement initial important. Coût de l'abonnement élevé. Local à créer avec accès 24h/24 par l'opérateur.
Avis propre au projet	Surface disponible trop faible, même si de l'espace est libéré en toiture pour être rentable énergétiquement et économiquement.	Les contraintes liées à la maintenance et l'espace disponibles sont trop importantes, et sont incompatibles avec ce bâtiment.	Les consommations d'ECS sont trop faibles pour que la mise en place d'un tel système soit rentable énergétiquement et économiquement.	Le réseau de chauffage urbain de Dijon métropole est disponible à proximité. Nous étudierons alors la rentabilité énergétique et économique.
Conclusion	SOLUTION NON RETENUE	SOLUTION NON RETENUE	SOLUTION NON RETENUE	SOLUTION ETUDIEE



Bénéfficiency

6.2. OPTIMISATION N°1 : AMELIORATION DE LA REGULATION CHAUFFAGE/CLIMATISATION

La régulation des émetteurs chauffage/climatation n'est pas optimale car aucun réduct de nuit n'est mis en place et chaque utilisateur est libre de choisir sa température de consigne (+/- 6°C) via les boîtiers de régulation présents dans chaque bureau.

Nous préconisons ainsi la mise en place d'un réduct de nuit et le blocage des thermostats d'ambiance à +/- 2°C (par rapport à la température de consigne), par l'utilisateur final.

Nous préconisons également d'accompagner ces optimisations techniques, par une campagne de sensibilisation auprès des usagers : Une température ambiante trop élevée de 1°C fait augmenter de 6 à 11 % la consommation énergétique. Une température ambiante stable et correcte est un des moyens les plus efficace de limiter la consommation énergétique.

Préconisations :

- Réduct de nuit à 18°C, l'hiver en mode chauffage ;
- Blocage des thermostats d'ambiance individuel à +/- 2°C ;
- Sensibilisation des usagers sur les usages de la commande locale et les impacts des consommations.

6.2.1. Estimations des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		Régulation optimisée					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kgéqCO2/an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	330 687	21%	17 235	21%	79 809	21%
Climatisation	117 685	6 161	100 068	15%	5 265	15%	23 327	15%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	55 162	29%	7 545	29%	3 586	29%
Distribution	16 129	2 206	12 539	22%	1 715	22%	815	22%
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	737 556	15%	64 466	12%	123 147	18%

La mise en place d'une régulation optimisée diminue de façon importante les consommations énergétiques globales, **soit un gain d'environ 15%** par rapport à l'état initial.



Bénéfficiency

6.2.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de cette optimisation correspond seulement à un coût main d'œuvre (main d'œuvre réalisée par la société d'exploitation et maintenance), et s'élève à **6 720 €HT (*)**.

**Ce coût correspond à la main d'œuvre de 2 personnes pendant 2 semaines.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)		CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
6 800 €	8 912	1		CEE non mobilisables		1

Cette solution est rentable immédiatement.

6.2.3. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°1 AMELIORATION DE LA REGULATION CHAUFFAGE/CLIMATISATION	
Mise en œuvre	
<p>La régulation des émetteurs chauffage/climatisation ne semble pas optimale car aucun réduit de nuit n'est mis en place et chaque utilisateur est libre de choisir sa température de consigne avec une marge de manœuvre +/- 6°C via les boîtiers de régulation présents dans chaque bureau.</p> <p>Nous préconisons ainsi la mise en place d'une programmation horaire, avec un réduit de nuit (à 18°C de 22h à 6h) et le blocage des thermostats d'ambiance à +/- 2°C (par rapport à la température de consigne), par l'utilisateur final.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ Réduction des consommations de chauffage et de climatisation▪ Solution rentable immédiatement	<ul style="list-style-type: none">▪ Moins d'autonomie pour les utilisateurs (température de consigne ajustable de +/-2°C par rapport à la consigne, contre +/-6°C auparavant)
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none">▪ Main d'œuvre de 2 personnes pendant 2 semaines	
Estimation de coût	
6 800 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) :	130 635 kWh soit 15 %
Estimation gain financier annuel (en €) :	8 912 € soit 12 %
Valorisation CEE	
CEE non mobilisables.	



Bénéfficiance

6.3. OPTIMISATION N°2 : MISE EN PLACE D'UNE POMPE A CHALEUR 4 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION

Au vu de notre analyse critique des installations énergétiques (chauffage/ventilation), il nous semble pertinent de supprimer la tour de refroidissement très consommatrice en eau, et demandant des analyses liées à la légionelle régulièrement. Le coût de maintenance est aussi assez important pour ce type de systèmes.

Par ailleurs, il a également été constaté lors de nos visites que **plusieurs unités intérieures vétustes fonctionnent mal, ou sont encrassées.**

Enfin, les bureaux ont des **expositions différentes**, et la notion de « confort » n'est pas ressentie de la même manière selon les occupants. En mi-saison, alors que les bureaux exposés à l'Ouest peuvent être en demande de chaud le matin et de froid l'après-midi, la demande peut être opposée pour les bureaux orientés à l'Est.

Nous préconisons ainsi la mise en place d'un système pompe à chaleur 4 tubes, en remplacement de la PAC existante, **permettant de chauffer et climatiser au même moment des locaux à orientations différentes, en conservant la chaudière existante en appoint pour le chauffage.** Les émetteurs seront eux aussi remplacés par des **émetteurs adaptés pour un fonctionnement en 4 tubes**

La nouvelle installation comprend la mise en place d'un système de régulation adapté et des réseaux hydrauliques nécessaires.

Préconisations :

- Pchaud estimée (statique+dynamique) : 400 kW pour 7°C extérieur et un régime d'eau 45/40°C
- Pfroid estimée (statique) : 300 kW pour 35°C extérieur et un régime d'eau 7/12°C
- COP > 3,4 et EER > 3,0
- Puissances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W

D'un point de vue structurel, il a été vérifié que ce type de système ne soit pas plus lourd que le système actuellement en toiture.

Cette préconisation induira des économies énergétiques mais peu d'économie financière (le coût de l'électricité étant plus de 2 fois supérieur au coût du gaz), cependant elle devrait permettre d'améliorer le confort des occupants.

Un calcul d'apports et déperditions devra nécessairement être réalisé avant d'installer les unités de climatisation et de chauffage, afin de sélectionner des systèmes avec un dimensionnement adéquate.



Bénéfficiency

6.3.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		Pompe à chaleur 4 tubes					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éq} CO ₂ /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	315 404	25%	40 743	- 87%	67 123	34%
Climatisation	117 685	6 161	47 619	60%	6 514	- 6%	3 143	89%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	30 674	60%	4 196	60%	1 994	60%
Distribution	16 129	2 206	19 926	- 24%	2 726	- 24%	1 295	-24%
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	652 727	25%	86 884	-18%	89 165	41%

La mise en place d'une pompe à chaleur 4 tubes ne permet pas de réduire la facture énergétique, car le coût de l'électricité est supérieur au coût du gaz (0,137 € TTC/kWh pour l'électricité et 0,048 € TTC/kWh pour le gaz).

Cependant **les consommations de chauffage et de climatisation diminuent de façon importante**. On note, en effet, une réduction de :

- 25 % sur les consommations de chauffage ;
- 60 % sur les consommations de climatisation ;
- 60 % sur les consommations de ventilation (principalement dû au remplacement des émetteurs).

6.3.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de cette solution est de **554 000 €HT (*)**.

*Ce coût inclut la dépose, la fourniture et la pose des matériels, y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus.



Bénéfficiency

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
554 000	- 13 410	NON RENTABLE	BAT-TH-113 BAT-TH-143	2 639 091	20 450	NON RENTABLE

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.

Cette solution n'est pas rentable financièrement, mais permet d'améliorer le confort d'été des occupants. N'étant pas rentable, elle ne sera pas retenue dans les différents programmes de travaux établis dans la suite de notre étude.

6.3.3. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°2	MISE EN PLACE D'UNE POMPE A CHALEUR 4 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION
Mise en œuvre	
<p>Afin d'améliorer le rendement global des installations de chauffage et de rafraîchissement, et de diminuer les consommations énergétiques, nous préconisons la mise en place d'une installation de type pompe à chaleur air-eau réversible</p> <p>Celle-ci aura pour but de récupérer l'énergie contenue dans l'air extérieur à partir d'un fluide caloporteur et de la retransmettre au réseau d'eau des émetteurs.</p> <p>Les émetteurs seront remplacés et fonctionneront en 4 tubes, ce qui permettra la production de chauffage de froid simultanément.</p> <p>La pompe à chaleur sera placée en toiture terrasse inaccessible.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Amélioration du confort ; Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants ; Diminution des coûts de maintenance (1 seul équipement pour le chaud et le froid). 	<ul style="list-style-type: none"> Solution non rentable Investissement important
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none"> Performances PAC : COP = 3,4 ; EER = 3,0 Performances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W Label énergétique des émetteurs : Classe A EUROVENT ou équivalent. 	
Estimation de coût	
554 000 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) : 216 025 kWh soit 25 %	
Estimation gain financier annuel (en €) : - 13 410 € soit - 14 %	
Valorisation CEE	
2 639 091 kWh _{CUMAC} soit 20 450 €	



Bénéfficiency

6.4. OPTIMISATION N°3 : MISE EN PLACE D'UNE CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION ET D'UN GROUPE FROID, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION

Au vu de notre analyse critique des installations énergétiques (chauffage/ventilation), une autre solution de remplacement des systèmes énergétiques est proposée.

Nous préconisons ainsi la mise en d'une chaudière gaz à condensation pour le chauffage et d'un groupe froid pour la climatisation, en remplacement de la PAC existante, permettant de chauffer et climatiser au même moment des locaux à orientations différentes, tout en conservant la chaudière existante en appoint pour le chauffage. Les émetteurs seront eux aussi remplacés par des émetteurs performants et économes (ventilateurs peu consommateurs d'électricité) et leur régulation sera également adaptée.

La nouvelle installation comprend la mise en place d'un système de régulation adapté et des réseaux hydrauliques nécessaires.

Préconisations :

- $P_{\text{chaudière}}$ estimée (statique+dynamique) : 268 kW (+145 kW : chaudière existante)
- Rendement $\eta_{\text{PCI}} > 98 \%$
- $P_{\text{groupe froid}}$ estimée (statique) : 300 kW pour 35°C extérieur et un régime d'eau 7/12°C
- EER > 3,00
- Puissances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W

Cette préconisation induira des économies énergétiques ainsi que des économies financières.

Un calcul d'apports et déperditions devra nécessairement être réalisé avant d'installer les unités de climatisation et de chauffage, afin de sélectionner des systèmes avec un dimensionnement adéquate.

6.4.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éqCO2} /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	419 580	--	20 256	7%	101 859	-1%
Climatisation	117 685	6 161	37 641	68%	5 149	16%	2 484	91%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	30 674	60%	4 196	60%	1 994	60%
Distribution	16 129	2 206	16 118	--	2 205	--	1 048	--
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--



Bénéfficiency

Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	743 117	14%	64 511	12%	122 995	18%

La mise en place d'une chaudière gaz supplémentaire et d'un groupe froid permet de réduire principalement les consommations énergétiques de climatisation, et de ventilation, et permet également d'améliorer le confort d'été des occupants.

6.4.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de la mise en place des systèmes énergétiques est de **522 000 €HT (*)**.

**Ce coût inclut la dépose, la fourniture et la pose des matériels, y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus. Ce coût n'inclus pas la modification structurelle de la chaufferie à prévoir, potentiellement, en sus, ainsi que les études structures liées.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
522 000	8 965	58	BAT-TH-102 BAT-TH-143	2 195 500	17 015	56

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.

Cette solution permettant une économie de 8 965 €TTC/an sur la facture énergétique, le temps de retour est donc estimé à **58 années**.

Cette solution n'apparaît pas comme satisfaisante notamment d'un point de vue énergétique et financier, elle ne sera pas retenue par la suite dans les différents bouquets de travaux.



Bénéfficiency

6.4.3. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°3 MISE EN PLACE D'UNE CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION ET D'UN GROUPE FROID, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION	
Mise en œuvre	
<p>Une solution permettant de chauffer et climatiser simultanément les locaux, tout en conservant l'énergie gaz pour le chauffage (car le coût de l'énergie « gaz » est peu onéreux) est la mise en place d'une chaudière à condensation pour le chauffage (avec conservation de l'ancienne chaudière en appoint) et d'un groupe froid pour la climatisation.</p> <p>Les émetteurs seront remplacés et fonctionneront en 4 tube, ce qui permettra la production de chauffage de froid simultanément.</p> <p>La chaudière sera placée dans la chaufferie existante (dans la mesure du possible) située en toiture terrasse inaccessible. Le groupe froid sera lui positionné en toiture.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ Coût énergie gaz peu onéreux▪ Amélioration du confort▪ Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants▪ Réduction des consommations de chauffage et de climatisation	<ul style="list-style-type: none">▪ Investissement important▪ Potentiellement, travaux de structure à prévoir en sus, pour l'agrandissement de la chaufferie
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none">▪ Rendement chaudière à charge 100% : 98 %▪ Rendement chaudière à charge partielle : 107 %▪ Performance groupe froid : EER = 3,0▪ Performances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W▪ Label énergétique des émetteurs : Classe A EUROVENT ou équivalent.	
Estimation de coût	
522 000 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) : 125 635 kWh soit 14 %	
Estimation gain financier annuel (en €) : 8 965 € soit 12 %	
Valorisation CEE	
2 195 500 kWh _{CUMAC} soit 17 015 €	



Bénéfficiency

6.5. OPTIMISATION N°4 : MISE EN PLACE DE SYSTEME DRV 3 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION

Au vu de notre analyse critique des installations énergétiques (chauffage/ventilation), une autre solution de remplacement des systèmes énergétiques est proposée.

Nous préconisons ainsi la mise en place de systèmes DRV 3 tubes, en remplacement à la PAC existante, **permettant de chauffer et climatiser au même moment des locaux à orientations différentes**. Les émetteurs seront eux aussi remplacés par des **émetteurs performants et économe (ventilateurs peu consommateurs d'électricité) et leur régulation sera également adaptée**.

La nouvelle installation comprend la mise en place d'un système de régulation adapté et des réseaux de fluides caloporteurs nécessaires.

La chaudière gaz existante sera conservée, seulement, pour alimenter les batteries chaudes des CTA.

Préconisations :

- P_{chaud} estimée (statique) : 268 kW (+ 145 kW : chaudière existante pour le dynamique)
- P_{froid} estimée (statique) : 300 kW
- COP > 4,5 et EER > 4,7
- Puissances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W

Un calcul d'apports et déperditions devra nécessairement être réalisé avant d'installer les unités de climatisation et de chauffage, afin de sélectionner des systèmes avec un dimensionnement adéquate.

6.5.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		DRV 3 Tubes					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éqCO2} /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	181 170	57%	24 265	- 11%	38 237	62%
Climatisation	117 685	6 161	32 068	73%	4 386	29%	2 116	92%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 192	--
Ventilation	77 286	10 572	23 681	69%	3 239	69%	1 539	69%
Distribution	16 129	2 206	12 929	20%	1 768	20%	840	20%
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	487 470	44%	66 163	10%	58 245	61%



Bénéfficiency

La mise en place d'un DRV 3 tubes permet de réduire les consommations énergétiques de 44 %. Cette solution permet de réduire la facture énergétique, mais permet surtout d'améliorer le confort des occupants.

6.5.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de la mise en place des systèmes énergétiques est de **490 000 €HT (*)**.

**Ce coût inclut la dépose, la fourniture et la pose des matériels, y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
490 000	7 312	67	BAT-TH-143	287 043	2 225	67
*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.						

Cette solution permettant une économie d'environ 7 312 €TTC/an sur la facture énergétique, le temps de retour est donc estimé à **67 années**.



Bénéfficiance

6.5.3. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°4 MISE EN PLACE DE SYSTEME DRV 3 TUBES EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION	
Mise en œuvre	
<p>Afin d'améliorer le rendement global des installations de production de chauffage et climatisation, nous préconisons la mise en place d'une installation commune de type VRV 3 tubes, qui permettra la production de chauffage et climatisation simultanément.</p> <p>Le système VRV a un fonctionnement à détente directe qui à partir d'une unité extérieure (groupe compresseur) alimente par des tubes frigorifiques de petite dimension plusieurs unités intérieures. Grâce à cette technologie l'unité extérieure adapte le volume du réfrigérant et donc sa puissance est utilisée seulement en fonction de ces besoins d'où une économie d'énergie.</p> <p>Le système VRV remplacera la PAC à absorption actuelle, et sera également positionné en toiture terrasse accessible.</p> <p>Les émetteurs seront remplacés et fonctionneront en 3 tubes, ce qui permettra la production de chauffage de froid simultanément.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">Amélioration du confortSystèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performantsRégulation optimiséeRéduction des consommations de chauffage et de climatisationDiminution des coûts de maintenance (1 seul équipement pour le chaud et le froid)	<ul style="list-style-type: none">Investissement important
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none">Performances DRV : COP > 4,5 et EER > 4,7Performances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 WLabel énergétique des émetteurs : Classe A EUROVENT ou équivalent.	
Estimation de coût	
490 000 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) : 381 282 kWh soit 44 %	
Estimation gain financier annuel (en €) : 7 312 € soit 10 %	
Valorisation CEE	
287 043 kWh _{CUMAC} soit 2 225 €	



Bénéfficiency

6.6. OPTIMISATION N°5 : RACCORDEMENT AU RESEAU DE CHALEUR ET MISE EN PLACE D'UN GROUPE FOIRD, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION

Au vu de notre analyse critique des installations énergétiques (chauffage/ventilation), une autre solution de remplacement des systèmes énergétiques est proposée.

Nous préconisons ainsi le raccordement au réseau de chaleur urbain de la ville de Dijon et la mise en place d'un groupe froid, en remplacement à la PAC existante.

Les émetteurs seront eux aussi remplacés par des **émetteurs performants et économe (ventilateurs peu consommateurs d'électricité).**

La nouvelle installation comprend la mise en place d'un système de régulation adapté et des réseaux hydrauliques nécessaires.

Préconisations :

- P_{chaud} estimée (statique) : 300 kW
- Taux ENR (Energie Renouvelable) du réseau de chaleur : 71,4 %
- Contenu CO2 du réseau de chaleur : 60 g/kWh
- P_{froid} estimée (statique) : 300 kW
- $EER > 4,7$
- Puissances émetteurs : Petite vitesse < 11 W // Moyenne vitesse < 21 W // Grande vitesse < 38 W

Cette préconisation induira des économies financières ainsi qu'une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Un calcul d'apports et déperditions devra nécessairement être réalisé avant d'installer les unités de climatisation et de chauffage, afin de sélectionner des systèmes avec un dimensionnement adéquate.



Bénéfficiency

6.6.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		Réseau de chaleur + Groupe Froid					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éq} CO ₂ /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	447 774	-7%	15 051	31%	26 866	73%
Climatisation	117 685	6 161	37 718	68%	5 159	16%	2 489	91%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	0%	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	30 677	60%	4 196	60%	1 994	60%
Distribution	16 129	2 206	16 120	--	2 205	--	1 048	--
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 863	--	23 371	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	771 387	11%	59 316	19%	48 007	68%

Le raccordement au réseau de chaleur permet de réduire la facture énergétique, car le coût du raccordement est inférieur au coût du gaz (**0,034 € TTC/kWh pour le réseau de chaleur** contre **0,048 € TTC/kWh pour le gaz**).

Cependant il faut compter un coût d'abonnement, en sus de 54.64 €TTC/kW souscrit. En fonction de la puissance souscrite, le coût de l'abonnement (comprenant la maintenance 24/7, le gros entretien, le renouvellement, l'investissement des outils de production) est évalué entre 13 500€ et 16 400 €.

8.4.1. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de la mise en place des systèmes énergétiques est de **512 000 €HT (*)**.

**Ce coût inclut la dépose, la fourniture et la pose des matériels (après l'échangeur pour le réseau de chaleur), y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus. Cette prestation ne comprend pas la fourniture, la pose de l'échangeur et réseau en amont.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
512 000	14 160	36	BAT-TH-127	2 836 900	21 985	34
			BAT-TH-143	287 043	2 225	

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.

N.B : Les indications en rouge ci-dessous sont données à titre indicatif. Le coût d'investissement est un coût provisoire qui ne tient pas compte du coût de prestation de Dalkia, dont nous sommes en attente.



Bénéffience

6.6.2. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°5 RACCORDEMENT AU RESEAU DE CHALEUR ET MISE EN PLACE D'UN GROUPE FROID, EN REMPLACEMENT DE LA PAC A ABSORPTION	
Mise en œuvre	
<p>Une solution permettant de chauffer et climatiser simultanément les locaux, tout en conservant une énergie peu onéreuse est le raccordement au réseau de chaleur urbain pour le chauffage et la mise en place d'un groupe froid pour la climatisation.</p> <p>Les émetteurs seront remplacés et fonctionneront en 4 tubes, ce qui permettra la production de chauffage de froid simultanément dans le bâtiment.</p> <p>Un local technique spécifique aux systèmes techniques du réseau de chaleur (échangeur) devra être trouvé au sous-sol du bâtiment. Le groupe froid sera lui positionné en toiture.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ Amélioration du confort▪ Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants▪ Régulation optimisée▪ Revalorisation du bien immobilier▪ Diminution des coûts de maintenance▪ Amélioration de l'impact environnemental	<ul style="list-style-type: none">▪ Investissement très important▪ Abonnement onéreux
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none">▪ Taux d'énergie renouvelable > 70 %▪ Contenance CO2 > 55 g/kWh	
Estimation de coût	
512 000 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) : + 97 365 kWh soit - 7 %	
Estimation gain financier annuel (en €) : 14 160 € soit 19 %	
Valorisation CEE	
3 123 943 kWh _{CUMAC} soit 24 211 €	



6.7. OPTIMISATION N°6 : AMELIORATION ET MISE AUX NORMES DES SYSTEMES DE VENTILATION

Actuellement, le bâtiment dispose d'une ventilation qui n'est pas optimale et ni réglementaire.

Afin d'assurer un renouvellement d'air correct et de maîtriser les entrées d'air, **nous préconisons** :

- **le remplacement de la CTA salle de réception R+1, par une CTA double flux tout air neuf, commune à cette salle et aux salles de réunions annexes R+1, avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 ;**
- **le remplacement de l'extracteur et l'insufflateur dans la salle de réunion R+8 & le remplacement de la CTA salle de réception R+8, par une CTA double flux tout air neuf, commune pour ces 2 espaces, avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 ;**
- **le remplacement de l'extracteur par une CTA double flux (extraction + soufflage AN dans les locaux non équipés d'entrées d'air sur les menuiseries), avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 dans les salles de réunions ;**

CTA R+1 (Salle de réception + Salles de réunions R+1) :

- Débit de soufflage / reprise : **7 000 m³/h**
- Récupérateur de chaleur à plaques ou à roue (rendement > 80%)
 - Hiver : 22°C (batterie à eau chaude)
 - Été : Non contrôlée
- Puissance absorbée (ventilateurs soufflage + reprise) < 0,62 W/m³/h
- Fonction free-cooling par by-pass de l'échangeur

CTA R+8 (Salle de réception + Salle de réunion) :

- Débit de soufflage / reprise : **1 700 m³/h**
- Récupérateur de chaleur à plaques ou à roue (rendement > 75%)
- Température de soufflage :
 - Hiver : 22°C (batterie à eau chaude)
 - Été : Non contrôlée
- Puissance absorbée (ventilateurs soufflage + reprise) < 0,62 W/m³/h
- Fonction free-cooling par by-pass de l'échangeur
- Arrêt en période d'inoccupation



Bénéfficiency

CTA (Bureaux) :

- Débit de soufflage / reprise : **2100 m³/h / 5800 m³/h**
- Récupérateur de chaleur à plaques ou à roue (rendement > 80%)
- Température de soufflage :
 - Hiver : Non contrôlée
 - Eté : Non contrôlée
- Puissance absorbée (ventilateurs soufflage + reprise) < 0,60 W/m³/h
- Fonction free-cooling par by-pass de l'échangeur
- Arrêt en période d'inoccupation

6.7.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		CTA					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kgéqCO2/an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	403 367	4%	21 045	4%	97 341	4%
Climatisation	117 685	6 161	117 278	--	6 141	--	27 399	--
ECS	19 544	2 673	19 533	--	2 672	--	1 289	--
Ventilation	77 286	10 572	77 826	-1%	10 645	-1%	5 059	-1%
Distribution	16 129	2 206	16 053	--	2 196	--	1 043	--
Eclairage	48 691	6 660	48 691	--	6 660	--	3 214	--
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	853 612	2%	72 731	1%	146 451	2%

La mise en place de centrales de traitement d'air double flux ne permet pas de réduire drastiquement les consommations énergétiques. En effet, ces travaux n'apportent qu'un gain de 2% sur les consommations énergétiques, mais auront pour but d'améliorer le confort des occupants et la qualité d'air intérieur.



Bénéfficiency

6.7.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement de la mise en place des trois CTA et de la modification du réseau existant est de **123 000 €HT (*)**.

**Ce coût inclut les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
123 000	745	NON RENTABLE	BAT-TH-126	1 257 520	9 746	NON RENTABLE

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.

Cette solution n'est pas rentable financièrement, mais permet d'améliorer la qualité de l'air des occupants et de se mettre aux normes vis-à-vis de la réglementation.



Bénéffience

6.7.3. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°6 AMELIORATION ET MISE AUX NORMES DES SYSTEMES DE VENTILATION	
Mise en œuvre	
<p>Afin d'assurer un renouvellement d'air correct, de maîtriser les entrées d'air et d'optimiser la récupération d'énergie sur la ventilation, nous préconisons la mise en place de plusieurs centrales de traitement d'air équipée d'une récupération de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none">• Remplacement de la CTA salle de réception R+1, par une CTA double flux tout air neuf, commune à cette salle et aux salles de réunions annexes R+1, avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 ;• Remplacement de l'extracteur et l'insufflateur dans la salle de réunion R+8 & le remplacement de la CTA salle de réception R+8, par une CTA double flux tout air neuf, commune pour ces 2 espaces, avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 ;• Remplacement de l'extracteur par une CTA double flux (extraction + soufflage AN dans les locaux non équipés d'entrées d'air sur les menuiseries), avec une programmation horaire et une régulation sur sonde CO2 dans les salles de réunions.• <p>Les centrales d'air seront placées en toiture terrasse inaccessible.</p>	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▪ Amélioration de la qualité de l'air intérieur▪ Respect des débits de renouvellement d'air imposés par le Code du Travail▪ Amélioration du confort estival (possibilité de faire du free-cooling)	<ul style="list-style-type: none">▪ Investissement important et temps de retour élevé
Caractéristiques techniques	
<ul style="list-style-type: none">▪ Récupérateur de chaleur à roue : efficacité > 80%▪ Arrêt de la ventilation en inoccupation▪ Puissance absorbée (ventilateurs soufflage + reprise) < 0,60 W/m3/h▪ Fonction free-cooling par by-pass de l'échangeur	
Estimation de coût	
123 000 € HT	
Gains potentiels	
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) :	15 140 kWh soit 2 %
Estimation gain financier annuel (en €) :	745 € soit 1 %
Valorisation CEE	
1 257 520 kWh _{CUMAC} soit 9 746 €	



Bénéfficiance

6.8. OPTIMISATION N°7 : REMPLACEMENT DES LUMINAIRES ET GESTION DE L'ECLAIRAGE

Le bâtiment est éclairé principalement via des tubes fluorescents, énergivores.

Nous préconisons ainsi le remplacement de l'ensemble des luminaires du bâtiment par des LED.

Nous préconisons également l'installation d'un système de gestion d'éclairage par détection de présence et gradation en fonction de la luminosité dans les bureaux et salles de réunions.

Ainsi, l'éclairage ne fonctionnera qu'en cas d'occupation. De plus, il sera modulé en fonction de la luminosité naturelle dans les bureaux, salles de réunion et hall.

6.8.1. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		Eclairage					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éq} CO ₂ /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	428 629	-2%	22 352	-2%	103 442	-2%
Climatisation	117 685	6 161	110 757	6%	5 809	6%	25 857	6%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	78 149	-1%	10 690	-1%	5 080	-1%
Distribution	16 129	2 206	16 059	--	2 197	--	1 044	--
Eclairage	48 691	6 660	21 893	55%	2 995	55%	1 445	55%
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 864	--	23 372	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	845 913	3%	70 089	5%	149 264	1%

Le remplacement des éclairages actuels et la mise en place de systèmes de détection de présence + gradation en fonction de la luminosité, permet de réduire les consommations énergétiques d'environ 3%.

8.4.2. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement du remplacement des luminaires et de la modification de leur gestion est de **155 000 €HT (*)**.

**Ce coût inclut les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels.*



Bénéffience

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
155 000	3 385	46	BAT-EQ-127	799 490	6 195	44
*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.						

Cette solution permettant une économie de 3 385 €TTC/an sur la facture énergétique globale, le temps de retour est donc estimé à **46 années**.

6.8.2. Fiche récapitulative

OPTIMISATION N°7		REPLACEMENT DES LUMINAIRES ET GESTION DE L'ECLAIRAGE	
Mise en œuvre			
<p>Nous préconisons ainsi le remplacement de l'ensemble des luminaires du bâtiment par des LED.</p> <p>Nous préconisons également l'installation d'un système de gestion d'éclairage par détection de présence et gradation en fonction de la luminosité dans les bureaux et salles de réunions.</p> <p>Ce procédé permet des économies sur la facture d'énergie car il ne s'allume qu'en cas d'occupation avec une puissance modulée en fonction de la luminosité extérieure.</p> <p>Bureaux /Salles de réunions : LED + Commande par détection et gradation de présence.</p> <p>Circulations/Sanitaires : LED + Commande par détection de présence.</p>			
Avantages		Inconvénients	
<ul style="list-style-type: none">▪ Réduction des apports internes▪ Amélioration du confort estival▪ Réduction de la consommation d'éclairage▪ Maintenance diminuée		<ul style="list-style-type: none">▪ Augmentation des consommations de chauffage, climatisation et de ventilation	
Caractéristiques techniques			
<ul style="list-style-type: none">▪ Durée de vie des éclairages LED installés calculée à 25°C ≥ 50 000 heures▪ La mise en place des luminaires d'éclairage général à modules LED fait l'objet d'une étude préalable de dimensionnement de l'éclairage			
Estimation de coût			
155 000 € HT			
Gains potentiels			
Estimation gain énergétique annuel (en kWh EF) : 22 839 kWh soit 3 %			
Estimation gain financier annuel (en €) : 3 385 € soit 5 %			
Valorisation CEE			
799 490 kWh _{CUMAC} soit 6 195 €			



Bénéffience

6.9. SYNTHÈSE DES OPTIMISATIONS

Afin de faciliter l'aide à la décision, les propositions listées sous forme de fiches dans les parties précédentes sont reprises dans le tableau suivant et classées par temps de retour énergétique :

Optimisations	Eco. annuelle énergie (kWhEF/an)	Gain énergétique (%)	Eco. annuelle financière (€TTC/an)	Gain financier (%)	Eco. annuelle émissions GES (kgéqCO ₂ /an)	Gain GES (%)	Coût investissement (€TTC)	CEE (€)	TRI * (années)	Avantages	Inconvénients
N°1	131 196	15%	4 596	21%	27 039	18%	6800	0	1	* Réduction des consommations de chauffage et de climatisation * Solution rentable immédiatement	* Moins d'autonomie pour les utilisateurs (température de consigne ajustable de +/-2°C par rapport à la consigne, contre +/-6°C auparavant)
N°2	216 025	25%	-13 409	-18%	61 021	41%	554 000	20 453	NON RENTABLE	* Amélioration du confort * Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants * Diminution des coûts de maintenance (1 seul équipement pour le chaud et le froid)	* Solution non rentable * Investissement important
N°3	125 635	14%	8 964	12%	27 191	18%	522 000	17 015	58	* Amélioration du confort * Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants * Réduction des consommations de chauffage et de climatisation	* Investissement important * Potentiellement, travaux de structure à prévoir en sus, pour l'agrandissement de la chaufferie
N°4	381 282	44%	7 312	10%	91 941	61%	490 000	2 225	67	* Amélioration du confort * Systèmes techniques neufs, bien dimensionnés et performants * Réduction des consommations de chauffage et de climatisation * Diminution des coûts de maintenance (1 seul équipement pour le chaud et le froid)	* Investissement important



Bénéffience

Optimisations	Eco. annuelle énergie (kWhEF/an)	Gain énergétique (%)	Eco. annuelle financière (€TTC/an)	Gain financier (%)	Eco. annuelle émissions GES (kgéqCO2/an)	Gain GES (%)	Coût investissement (€TTC)	CEE (€)	TRI * (années)	Avantages	Inconvénients
N°5	97 365	11%	14 159	19%	102 179	68%	512 000	24 211	36		
N°6	15 140	2%	744	1%	3 735	2%	123 000	9 746	NON RENTABLE	<ul style="list-style-type: none"> * Amélioration de la qualité de l'air intérieur * Respect des débits de renouvellement d'air imposés par le Code du Travail * Amélioration du confort estival (possibilité de faire du free-cooling) 	* Investissement important et temps de retour élevé
N°7	22 839	3%	3 385	5%	922	1%	155 000	6 196	46	<ul style="list-style-type: none"> * Réduction des apports internes * Amélioration du confort estival * Réduction de la consommation d'éclairage * Maintenance diminuée 	* Augmentation des consommations de chauffage, climatisation et de ventilation

*Le temps de retour sur investissement (TRI) ne prend pas en compte les CEE sachant que leurs montants peuvent varier dans le temps et fonction de certains critères.



7. PROGRAMMES DE TRAVAUX

Sur la base de notre analyse des optimisations énergétiques, nous vous proposons trois programmes globaux d'amélioration liés à trois plans d'actions :

- **Programme n°1 : Amélioration des consommations énergétiques :**

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et amélioration de la gestion de l'éclairage.

- **Programme n°2 : Amélioration des consommations énergétiques et mise aux normes de la qualité d'air intérieur :**

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et amélioration de la gestion de l'éclairage.

- **Programme n°3 : Amélioration du confort, diminution des consommations énergétiques et mise aux normes de la qualité d'air intérieur :**

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°5 : Raccordement au réseau de chaleur et mise en place d'un groupe froid en remplacement de la PAC à absorption ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et amélioration de la gestion de l'éclairage.

- **Programme n°4 : Amélioration du confort, diminution des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre et mise aux normes de la qualité d'air intérieur :**

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°4 : Mise en place d'un DRV 3 tubes en remplacement de la PAC à absorption (chaudière gaz conservée uniquement pour alimenter les batteries eau chaude des CTA) ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et amélioration de la gestion de l'éclairage.



Bénéfficiency

7.1. PROGRAMME N°1

Le programme n°1 est un programme minimum, à moindre coût. Il permet de **réduire les consommations énergétiques du bâtiment en optimisant la régulation et en rénovant le système d'éclairage.**

7.1.1. Programme de travaux

Les travaux prévus dans ce programme sont :

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et modification de la gestion de l'éclairage.

7.1.2. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		PROGRAMME N°1					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éqCO2} /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	342 633	18%	17 869	18%	82 688	18%
Climatisation	117 685	6 161	93 661	20%	4 940	20%	21 811	21%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	57 189	26%	7 823	26%	3 717	26%
Distribution	16 129	2 206	12 585	22%	1 721	22%	818	22%
Eclairage	48 691	6 660	21 892	55%	2 994	55%	1 445	55%
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 863	--	23 371	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	718 367	17%	61 391	16%	122 875	18%

Ce programme de travaux génère des économies d'énergies de l'ordre de 12 083 €TTC/an.



Bénéfficiency

7.1.3. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement du programme 1 est de **161 800 €HT (*)**.

**Ce coût inclut à la main d'œuvre, les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
161 800	12 083	13	BAT-EQ-127	799 490	6 195	13
*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.						



Bénéfficiency

7.2. PROGRAMME N°2

Le programme n°2 permet de **réduire les consommations énergétiques à moindre coût** (sans amélioration du confort et sans remplacement des systèmes) et **de mettre aux normes le bâtiment vis-à-vis de la ventilation et de la qualité d'air intérieur**.

7.2.1. Programme de travaux

Les travaux prévus dans ce programme sont :

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et modification de la gestion de l'éclairage.

7.2.2. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		PROGRAMME N°1					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éqCO2} /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	329 223	21%	17 181	21%	79 447	21%
Climatisation	117 685	6 161	92 984	21%	4 906	20%	21 651	21%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	58 086	25%	7 945	25%	3 776	25%
Distribution	16 129	2 206	12 406	23%	1 697	23%	806	23%
Eclairage	48 691	6 660	21 892	55%	2 994	55%	1 445	55%
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 863	--	23 371	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	704 998	19%	60 768	17%	119 521	20%

Ce programme de travaux génère des économies d'énergies de l'ordre de 12 707 €TTC/an.



Bénéfficiency

7.2.3. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement du programme 1 est de **284 800 €HT (*)**.

**Ce coût inclut à la main d'œuvre, les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
284 800	12 707	22	BAT-EQ-127	799 490	6 195	21
			BAT-TH-126	1 257 520	9 745	

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.



Bénéfficiency

7.3. PROGRAMME N°3

Le programme n°3 permet de **réduire la facture énergétique** (coût de l'énergie/kWh faible pour le réseau de chaleur), **tout en améliorant le confort** (simultanéité chaud/froid possible dans le bâtiment) et **de mettre aux normes le bâtiment vis-à-vis de la ventilation et de la qualité d'air intérieur**.

7.3.1. Programme de travaux

Les travaux prévus dans ce programme sont :

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°5 : Raccordement au réseau de chaleur et mise en place d'un groupe froid, en remplacement de la PAC à absorption ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et modification de la gestion de l'éclairage.

7.3.2. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		PROGRAMME N°1					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éq} CO ₂ /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	358 782	14%	12 059	45%	21 527	79%
Climatisation	117 685	6 161	29 997	75%	4 103	33%	1 980	93%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	26 485	66%	3 623	66%	1 722	66%
Distribution	16 129	2 206	12 354	23%	1 690	23%	803	23%
Eclairage	48 691	6 660	21 892	55%	2 994	55%	1 445	55%
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 863	--	23 371	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	639 917	26%	50 514	31%	39 872	73%

Ce programme de travaux génère des économies d'énergies de l'ordre de 22 960 €TTC/an.



Bénéfficiency

7.3.3. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement du programme 1 est de **796 720 €HT (*)**.

Ce coût inclut la main d'œuvre, les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels, y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus. **Cette prestation ne comprend pas la fourniture, la pose de l'échangeur et réseau en amont.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
796 800	22 960	35	BAT-EQ-127	799 490	6 195	33
			BAT-TH-126	1 257 520	9 745	
			BAT-TH-143	2 836 900	21 985	
			BAT-TH-127	287 043	2 225	
*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.						

Cependant il faut compter un coût d'abonnement, en sus de 54.64 €TTC/kW souscrit. En fonction de la puissance souscrite, le coût de l'abonnement (comprenant la maintenance 24/7, le gros entretien, le renouvellement, l'investissement des outils de production...) est évalué entre 13 500€ et 16 400 € par an.

N.B : Les indications en rouge ci-dessus sont données à titre indicatif. Le coût d'investissement est un coût provisoire qui ne tient pas compte du coût de prestation de Dalkia, dont nous sommes en attente.



Bénéffience

7.4. PROGRAMME N°4

Le programme n°4 permet de **réduire de façon significative les consommations énergétiques, d'améliorer le confort et de mettre aux normes le bâtiment vis-à-vis de la ventilation et de la qualité d'air intérieur.**

7.4.1. Programme de travaux

Les travaux prévus dans ce programme sont :

- OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;
- OPTIMISATION N°4 : Mise en place d'un DRV 3 tubes en remplacement de la PAC à absorption et de la chaudière gaz (conservée uniquement pour alimenter les batteries eau chaude des CTA) ;
- OPTIMISATION N°6 : Amélioration et mise aux normes des systèmes de ventilation ;
- OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et modification de la gestion de l'éclairage.

7.4.2. Estimation des consommations

Les consommations estimées sont les suivantes :

	Bâtiment existant		PROGRAMME N°1					
	Consommation annuelle (kWh/an)	Facture annuelle (€TTC)	Consommation annuelle (kWh/an)	Gain énergétique en %	Facture annuelle (€TTC)	Gain financier en %	Emissions GES (kg _{éq} CO ₂ /an)	Gain GES en %
Chauffage	418 553	21 831	121 694	71%	16 646	24%	25 556	75%
Climatisation	117 685	6 161	29 997	75%	4 103	33%	1 980	93%
ECS	19 544	2 673	19 544	--	2 673	--	1 290	--
Ventilation	77 286	10 572	26 485	66%	3 623	66%	1 722	66%
Distribution	16 129	2 206	12 354	23%	1 690	23%	803	23%
Eclairage	48 691	6 660	21 892	55%	2 994	55%	1 445	55%
Electricité spécifique	170 864	23 372	170 863	--	23 371	--	11 106	--
Global	868 752	73 475	402 829	54%	55 101	25%	43 901	71%

Ce programme de travaux génère des économies d'énergies de l'ordre de 18 374 €TTC/an.



Bénéfficiance

7.4.3. Estimation des coûts financiers

Le coût d'investissement du programme 4 est de **774 800 €HT (*)**.

**Ce coût inclut la main d'œuvre, les études de conception ainsi que la dépose, la fourniture et la pose des matériels, y compris aménagement des faux-plafonds et des gaines techniques. Les études de conception seront à prévoir en sus.*

Investissement (€HT)	Economies financières annuelles (€TTC)	Temps de retour sur investissement BRUT (années)	CEE N° FICHE	CEE kWh CUMAC	CEE Montant (€)*	Temps de retour sur investissement avec prise en compte des CEE (années)
774 800	18 374	42	BAT-EQ-127	799 490	6 195	41
			BAT-TH-126	1 257 520	9 745	
			BAT-TH-143	2 836 900	21 985	

*Avec un prix moyen pondéré au 01 janvier 2020 à 7,75 €/MWh – Source : Emmy, Registre National des Certificats d'Economies d'Energie.



8. CONCLUSION

Cette mission de diagnostic de performance énergétique sur le bâtiment du site Jean Bouhey de la CCI Côte d'Or a permis d'identifier les éléments constructifs ainsi que le fonctionnement de la régulation du bâtiment et des systèmes associés.

Plusieurs anomalies, au niveau des systèmes techniques, ont été détectées lors de notre intervention, et peuvent remettre en cause le bon fonctionnement des équipements, et être à l'origine d'un certain inconfort et de consommations importantes.

Les systèmes de chauffage / climatisation sont aujourd'hui consommateurs en énergie et en eau, et les émetteurs semblent vétustes et encrassés. De plus, les locaux n'ayant pas tous la même orientation ni le même usage, il semblerait pertinent que chaque unité intérieure puisse fonctionner en mode chaud ou froid indépendamment des autres. **Un système DRV 3 tubes bien dimensionné est donc recommandé.**

Afin de **réduire l'impact environnemental, le raccordement au réseau de chaleur** semble pertinent. Auquel cas, un groupe froid sera nécessaire pour assurer la climatisation des locaux. Des émetteurs 4 tubes permettront le fonctionnement chaud/froid en simultané dans le bâtiment.

La mise en place d'une programmation horaire, avec un réduit de nuit, est préconisée : elle permettrait ainsi que de réaliser d'importantes économies d'énergie. Aussi, **il est fortement recommandé de ne laisser, à l'utilisateur final, qu'une plage de +/- 2°C possible par rapport à la température de consigne.**

Concernant la ventilation, le bâtiment bénéficie actuellement d'un mauvais renouvellement d'air, non réglementaire. Afin d'assurer une bonne qualité d'air intérieur et un meilleur confort pour les occupants, nous préconisons la **mise en place de plusieurs centrales de traitement d'air Double Flux assurant à minima un débit d'air neuf de 25 m³/h/personne dans les bureaux, et 30 m³/h/personne dans les salles de réunion.**

Par ailleurs, il serait pertinent de prévoir le **remplacement de l'éclairage existant par des systèmes performants et peu énergivores de type LED et permettant une gradation en fonction de la luminosité dans les bureaux et salles de réunions**, afin de réduire la facture énergétique.



Bénéfissance

Suite à ces constats, quatre programmes de travaux vous sont proposés :

Programmes travaux	Optimisations	Consommations globales (kWhEF/an)	Consommations globales (kWhEP/an.m²)	Consommations globales (kWhEP/an.m²)	Eco. annuelle énergie (kWhEF/an)	Gain énergétique (%)	Facture énergétique (€/an)	Eco. annuelle financière (€TTC/an)	Gain financier (%)	Emissions GES (kgéqCO ₂ /an)	Eco. annuelle émissions GES (kgéqCO ₂ /an)	Gain GES (%)	Coût investissement (€TTC)	CEE (€)	TRI * (années)	Amélioration Confort
Etat initial	/	868 752	168	279	/	/	73 475	/	/	150 186	/	/	/	/	/	/
Programme 1	N°1 + N°7	718 367	139	233	150 385	17%	61 391	12 083	16%	122 875	27 311	18%	161 800	6 196	13	-
Programme 2	N°1 + N°6 + N°7	704 998	137	230	163 754	19%	60 768	12 707	17%	119 521	30 665	20%	284 800	15 942	22	-
Programme 3	N°1 + N°5 + N°6 + N°7	639 917	124	161	228 835	26%	50 514	22 960	31%	39 872	110 314	73%	796 800	40 152	35	++
Programme 4	N°1 + N°4 + N°6 + N°7	402 829	78	201	465 923	54%	55 101	18 374	25%	43 901	106 285	71%	774 800	18 166	42	++

Scénario conforme au décret tertiaire qui impose une réduction des consommations énergétiques de : - 50% (sur les consommations en énergie finale) d'ici 2040

OPTIMISATION N°1 : Amélioration de la régulation chauffage/climatisation ;

OPTIMISATION N°4 : Mise en place d'un DRV 3 tubes en remplacement de la PAC à absorption et de la chaudière gaz (conservée uniquement pour alimenter les batteries eau chaude des CTA) ;

OPTIMISATION N°5 : Raccordement au réseau de chaleur et mise en place d'un groupe froid en remplacement de la PAC à absorption ;

OPTIMISATION N°6 : Remplacement des systèmes de ventilation ;

OPTIMISATION N°7 : Remplacement des luminaires et modification de la gestion de l'éclairage.

*Le temps de retour sur investissement (TRI) ne prend pas en compte les CEE sachant que leurs montants peuvent varier dans le temps et fonction de certains critères.



9. GLOSSAIRE

BBC :	Bâtiment basse consommation
CEE :	Certificat d'économie d'énergie
Conductivité thermique :	Grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert thermique par conduction
CO2	Dioxyde de carbone. Gaz à Effet de Serre
COP	Coefficient de Performance d'une machine thermodynamique
CTA	Centrale de traitement d'air
DJU	Degré jour Unifié
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EER	Coefficient d'efficacité énergétique
ENR	Energie Renouvelable : Une énergie renouvelable est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine (rayonnement solaire, vents, cycles de l'eau, développement biomasse)
Fluocompactes	Aussi appelé Lampes Fluorescentes Compactes (LFC), sont des lampes à basse consommation d'énergie. Elles fonctionnent comme un tube fluorescent mais le tube est replié de manière à le rendre plus compact
GES	Gaz à Effet de Serre
GTC	Gestion Technique Centralisée
HC	Heure Creuse
HCE	Heure Creuse Eté
HCH	Heure Creuse Hiver
HPE	Heure Pleine Eté
HPH	Heure Pleine Hiver
HSP	Hauteur Sous Plafond
IRC	Indice de Rendu des Couleurs
kW	Voir Watt
kWhCUMAC	Kilowattheures cumulés actualisés (=générée sur toute la durée de vie d'un équipement)
kWh _{ef}	Kilowattheure d'énergie finale (=facturée)
kWh _{ep}	Kilowattheure d'énergie primaire (=disponible dans la nature)
LED	Diode Electroluminescente désigne un composant optoélectronique qui permet l'émission de lumière monochromatique.
η	Rendement nominal ou rendement utile



Bénéfficiency

PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PCS	Pouvoir Calorifique Supérieur
PV	Photovoltaïque
R	Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur
RT existant	Réglementation Thermique dans l'existant
SHON	Surface Hors d'Œuvre Nette
SU	Surface Utile
SV	Simple vitrage
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TRI	Temps de Retour sur Investissement
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée
Watt	Le watt est l'unité légale de puissance. Il correspond à la quantité d'énergie consommée ou produite par unité de temps, équivalent 1 Joule par seconde Multiples : 1 kW (kilowatt) = 1 000 W, 1 MW (mégawatt) = 1000 kW