Audit énergétique

AUDIT ÉNERGETIQUE FLASH

Version 1

oct.-22



Maison de la formation
120 Rue du Porteau
86000 - Poitiers

Référents

Guillaume BEYLOT guillaume.beylot@herve-thermique.com
Antoine MENAGER antoine.menager@bs-energies.com

DESCRIPTION DE LA PERSONNE MORALE CONCERNÉE

Raison sociale : Chambre de Commerce et de l'industrie territoriale de la Vienne

Code NAF : 9411Z -Activités des organisations patronales et consulaires

Code SIREN : 188 600 035

Adresse : 7 AV DU TOUR DE FRANCE 86360 CHASSENEUIL-DU-POITOU

Nombre de salariés : *NC*

Description sommaire de l'activité : Activités des organisations patronales et consulaires

NOTRE SOCIÉTÉ

BSE, Building Systems Energies, est un bureau d'études indépendant, spécialisé en **optimisation énergétique** et environnement du bâti.

De l'audit énergétique à l'assistance à maîtrise d'ouvrage, l'équipe de BSE est là pour vous accompagner dans vos projets environnementaux.

10 Rue Henry Dunant 45140 INGRÉ

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 13 12 2644

SOMMAIRE

DESCRIPTION DE LA PERSONNE MORALE CONCERNÉE ____ 2

NOTRE SOCIÉTÉ ____ 2

INTRODUCTION ____ 5

1. PREAMBULE ____ 6
   - 1.1. Contexte général ____ 6
   - 1.2. Périmètre ____ 6
   - 1.3. Champ d'application ____ 6
   - 1.4. Degré d'approfondissement ____ 6
2. SYNTHESE DES PRECONISATIONS ____ 7
3. SYNTHESE DE L'AUDIT ____ 8

DESCRIPTION GENERALE ____ 9

CHAPITRE 1 VOS CONSOMMATIONS D'ENERGIES & FLUIDES ____ 11

1. CONSOMMATIONS ACTUELLES ____ 12
2. REPARTITION DES CONSOMMATIONS ____ 14
3. INDICATEURS DE PERFORMANCE ENERGETIQUES ____ 14
4. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ____ 15

CHAPITRE 2 ÉTAT DES LIEUX ____ 16

1. DESCRIPTION DE L'ENVELOPPE THERMIQUE ____ 17
2. DESCRIPTION DES SYSTEMES ENERGETIQUES ____ 20
   - 2.1. Chauffage ____ 20
     - 2.1.1. Fonctionnement ____ 20
     - 2.1.2. Production ____ 21

2.1.3. Distribution ____ 25
2.1.4. émission ____ 26
2.2. Eau chaude sanitaire ____ 27
2.1. Climatisation ____ 28
2.1.1. Systèmes air/eau ____ 28
2.1.1. Systèmes à détente directe ____ 28
2.2. Ventilation ____ 29
2.2.1. VMC ____ 29
2.2.2. CTA ____ 30
2.3. Éclairage ____ 31

CHAPITRE 3 OPTIMISATION ENERGETIQUE ____ 32

1. PRÉCONISATIONS DE TRAVAUX ____ 33
1.1. Préconisation 1 : Isolation hydraulique de la chaudière de secours ____ 34
1.2. Préconisation 2 : Décentralisation de la production ECS de la cantine et l'AMARR'HAJ ____ 35
1.3. Préconisation 3 : Isolation des points singuliers en chaufferie du bât A ____ 36
1.4. Préconisation 4 : Reguler le free-cooling sur les CTA RDJ/RDC et les CTA CDEFGHI ____ 37
1.5. Préconisation 5 : Programmation des climatisations réversibles des batiments A et B ____ 38
1.6. Préconisation 6 : Mise en place de robinets thermostatiques dans les bâtiment B et J ____ 39
1.7. Préconisation 7 : Couper la CTA des bâtiments CDEFGHI en inoccupation en hiver ____ 40
1.8. Préconisation 8 : Vanne 3 voies ouverte en été ____ 41
1.9. Préconisation 9 : Rénovation du bâtiment J ____ 42
1.10. Préconisation 10 : Programmer le fonctionnement de la VMC du bâtiment K ____ 43
1.11. Préconisation 11 : Modification de la sonde des aérothermes de l'atelier du bâtiment K ____ 44
1.12. Préconisation 12 : radiants gaz avec programmation dans le bâtiment L ____ 45
1.13. Préconisation 13 : Revoir la production ECS à la baisse sur le gymnase ____ 46
1.14. Préconisation 14 : Revoir la V3V dans le bâtiment R ____ 47
1.15. Préconisation 15 : Abaisser la température de départ en chaufferie ____ 48
1.16. Préconisation 16 : Eclairage LED ____ 49
1.17. Préconisation 17 : Suivi énergétique ____ 50
1.18. Préconisation 18 : Sonde CO2 CTA ____ 51

ANNEXES ____ 52

ANNEXE 1 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'ECLAIRAGE 53

ANNEXE 2 - TABLEAU RECAPITULATIF DES INDICES D'ÉMISSIONS CO_2 ET COEFFICIENTS DE CONVERSION DES ÉNERGIES ____ 54

GLOSSAIRE ____ 55



INTRODUCTION

1. PREAMBULE

1.1. CONTEXTE GENERAL

Le coût des consommations d'un bâtiment représente bien souvent un poste budgétaire qui peut être considérablement réduit.

Economiser l'énergie est aujourd'hui une nécessité économique qui se conjugue avec une nécessité environnementale. La plupart des actions permettant de réduire les consommations d'énergie sont simples à mettre en œuvre et très rapidement rentables.

Dans cette optique, le présent audit vous accompagne dans l'identification des gisements d'économie d'énergie envisageables pour vos bâtiments et vous oriente vers des interventions simples à mettre en œuvre et/ou vers des études plus approfondies.

En réalisant cet audit, vous entrez dans l'ère de l'offre globale de performance énergétique proposée par le pôle Energie Services du Groupe Hervé.

1.2. PERIMETRE

Le présent audit est une analyse technique globale du matériel de CVC et de l'enveloppe thermique de l'ensemble des bâtiments de la maison de la formation à Poitiers.

1.3. CHAMP D'APPLICATION

Le champ d'application de l'audit est étendu puisque nous auditons l'ensemble des systèmes techniques des bâtiments qui consomment de l'énergie et tous les services énergétiques (chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, process, etc.).

1.4. DEGRE D'APPROFONDISSEMENT

L'audit est de type « flash ». Après avoir visité vos locaux, nous déterminerons les potentielles économies d'énergies réalisables pour vous orienter vers des interventions simples mais significatives.

Les éléments fournis dans ce rapport ne sont pas exhaustifs mais permettent d'avoir une vision globale des actions possibles sur cette thématique.

2. SYNTHESE DES PRECONISATIONS

La hiérarchisation des actions de l'efficacité énergétique permet de prioriser les diverses pistes d'amélioration, pour ensuite lancer les études détaillées sur les initiatives les plus intéressantes, en impliquant les fournisseurs sélectionnés.

N°	Actions d'Efficacité Energétique	Rentabilité	Indicateur de faisabilité	Energie concernée	Poste concerné	Economie générée sur le poste (%)	Estimatif Travaux - Fourchette Basse	Estimatif Travaux - Fourchette Haute	Fiche CEE
	Actions immédiates								
5	Programmation des climatisations réversibles des bâtiments A et B	★	●	Electricité	Climatisation		0	0 €HT	0
7	Couper la CTA des bâtiments CDEFGHI en inoccupation en hiver	★	●	Toutes	Ventilation, extration	20 à 25	0	0 €HT	0
8	Vanne 3 voies ouverte en été	★	●	Aucun	Aucun	0	0	0 €HT	0
11	Modification de la sonde des aérothermes de l'atelier du bâtiment K	☆	●	Electricité	Auxiliaires Ch/Fr/ECS	40 à 50	250	500 €HT	0
	Actions prioritaires								
1	Isolation hydraulique de la chaudière de secours	★	●	Gaz	Chauffage	1 à 2	0	1 500 €HT	0,0
3	Isolation des points singuliers en chaufferie du bâtiment A, B et K	★	●	Gaz	Chauffage	1	100	300 €HT /unité	BAT-TH-155
4	Reguler le free-cooling sur les CTA RDJ/RDC	★	●	Electricité	Ventilation, extration		0	0 €HT	0,0
6	Mise en place de robinets thermostatiques dans les bâtiments B et J	☆	●	Gaz	Chauffage	5 à 15	200	300 €HT /radiateur	BAT-TH-104
10	Programmer le fonctionnement de la VMC du bâtiment K	★	●	Toutes	Ventilation, extration	40 à 50	0	0 €HT	0,0
14	Revoir la V3V dans le bâtiment R	★	●	Gaz	Chauffage		400	800 €HT /unité	0,0
15	Abaisser la température de départ en chaufferie	★	●	Gaz	Chauffage	1 à 2	0	0 €HT	0,0
16	Eclairage LED	☆	●	Electricité	Eclairage	60 à 70	50	150 €HT /luminaire	0,0
17	Suivi énergétique	☆	●	Toutes	Tous	3 à 5	200	300 €HT /PDM*	0,0
18	Sonde CO2 sur les CTA	☆	●	Toutes	Ventilation, extration	5 à 10	800	1 200 €HT	0,0
	Actions utiles								
2	Décentralisation de la production ECS de la cantine et l'AMAR'HAG	☆	●	Gaz	Production ECS			0 €HT	0,0
9	Rénovation du bâtiment J	☆	●	Gaz	Chauffage	40 à 60	250	900 €HT /m²	BAT-EN-101/102 et 104
12	Mise en place de radiants gaz avec programmation dans le bâtiment L	☆	●	Toutes	Chauffage	10 à 30	4000	6 000 €HT /unité	0,0
13	Revoir la production ECS à la baisse sur le gymnase	☆	●	Gaz	Production ECS	20 à 30	1500	4 000 €HT /ensemble	0,0

* Potentiel / Difficulté: Fort / Très simple - Important / Moyenne - Faible / Complexe	★	★	☆

Tableau 1: Synthèse des préconisations

3. SYNTHESE DE L'AUDIT

L'audit énergétique réalisé sur la maison de la formation a permis de mettre en avant différents points sur les consommations pouvant être améliorés. Notre visite sur site nous a permis d'identifier des dysfonctionnements de certains appareils ou de leur régulation. Nous avons aussi pu nous rendre compte que certaines installations n'étaient pas adaptées par rapport aux besoins qui leur étaient associés.

Ces points d'attention nous permettent d'orienter les préconisations à mettre en place pour réduire de manière efficace la consommation énergétique globale du site.

Le potentiel du site est fort. La maison de la formation dispose de nombreux équipements performants mais leur fonctionnement mérite d'être optimisés. En effet, quelques points ont été mis en avant lors de la visite :

- Le fonctionnement des CTA
- La production ECS
- Les robinets des radiateurs

Les bâtiments ayant été rénovés récemment, les préconisations de travaux d'optimisation énergétique regroupent principalement des améliorations sur les équipements. Toutefois, l'isolation de certains bâtiments doit être envisagée pour réduire la facture. Le bâtiment J, très inconfortable et le bâtiment B avec ses parois vitrés et ses grands volumes générant des consommations excessives. La rénovation du bâtiment B serait cependant très couteuse par rapport au gain engendré.

Une étude technique serait également à effectuer pour le bâtiment R avec son matériel de climatisation/ventilation vieillissant et non optimisé.

DESCRIPTION GENERALE

→ Situation géographique

Le bâtiment objet de cette étude se situe à

Ville Poitiers

Département 86 - Vienne

→ Données climatiques

Zone Climatique H2b

Altitude 75 m

T° extérieure de base -7 °C

T° moyenne annuelle 14.6 °C

Station météo Poitiers

DJU annuels 2337 °C. j (moyenne des 10 dernières années)

→ Effectifs

NOMBRE DE COLLABORATEURS / JOUR
180-200
NOMBRE DE CLIENTS / JOUR
550-650

→ Usage(s)

Activités 8532Z - Enseignement secondaire technique ou professionnel

Surface 17 445 m²

BATIMENT	USAGES
Bâtiment A	Accueil, direction, services, administration
Bâtiment B	Salles serveurs, salles de formations, foyers jeunes et restauration
Bâtiment C, D, E, F, G, H, I	Bâtiments de formation
Bâtiment J	Centre d'Evaluation des Potentiels à se former de l'Industrie
Bâtiment K	Espace industrie : Formation en production, maintenance industrielle, informatique, réseaux
Bâtiment L	Magasin et atelier maçons
Bâtiment R	Restaurant et cuisines (dont formation) pour les élèves et enseignants
Gymnase	Enseignement des pratiques sportives


Rue de la République
Rocade O
COFAQ
D910
D910
Maison de la Formation
Rue de Vauchardon
Rocade O
Pôle Formation
Poitou-Charentes
C.a.c.c
Av. de Paris
L'atelier Du Goût
Av. de Paris
Chem. du Qu
Les Compagnons
du Devoir

CHAPITRE 1

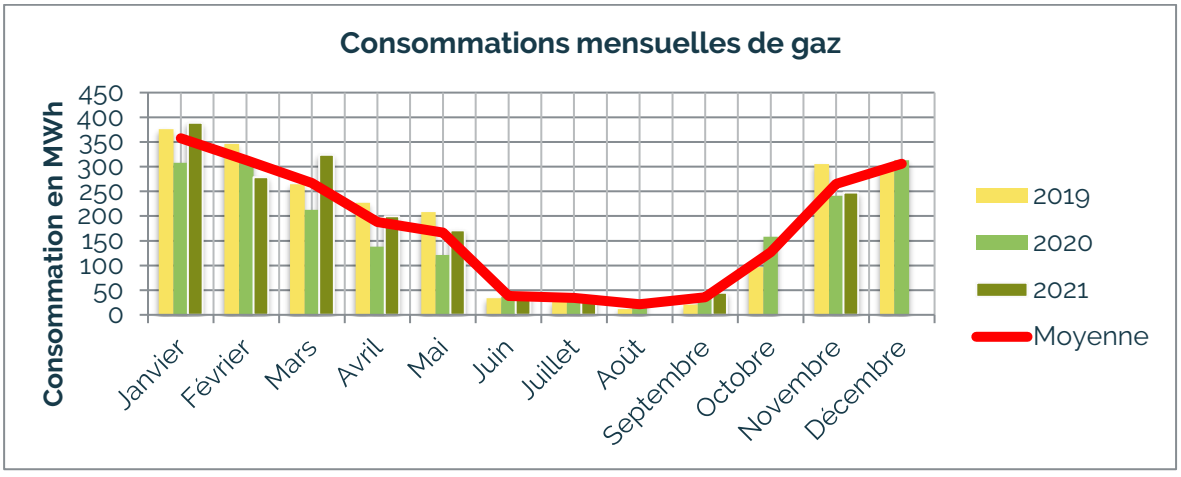
VOS CONSOMMATIONS D'ENERGIES & FLUIDES

1. CONSOMMATIONS ACTUELLES

CONSOMMATIONS D'ENERGIE(S) MOYENNES PAR AN						
Energie	Consommations Annuelles en kWhef (PCS)				Factures	
	2019	2020	2021	Moyenne	€ HT	Prix moyen €HT/MWh
Electricité	782 211	691 580	748 608	740 800	75 680	102,2
Gaz Naturel	2 215 309	1 948 546	1 739 966	1 967 940	78 315	39,8
Total				**2 708 740**	**153 995**	

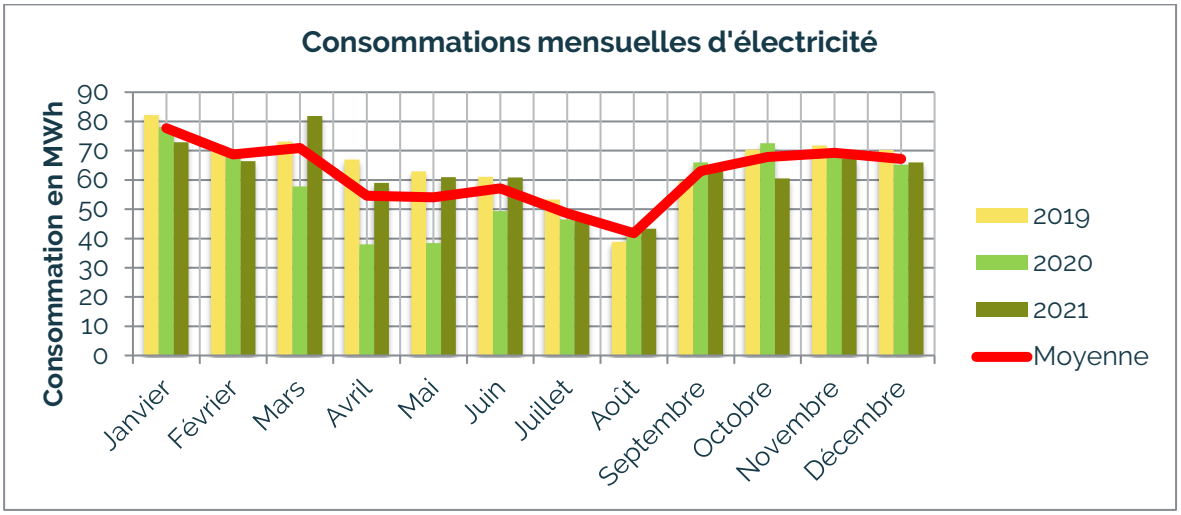
Le tableau ci-dessus récapitule les consommations énergétiques de la Maison de la formation sur les 3 dernières années. On constate d'importantes évolutions selon les années. En effet, une diminution des consommations est constatée sur l'année 2020, qui est principalement due à la crise sanitaire. Concernant le gaz, certaines données sont manquantes sur la fin de l'année 2021.

Les données de consommations les plus fiables concernent donc l'année 2019.



Le gaz est principalement utilisé pour le chauffage des bâtiments. Ainsi, on constate une forte diminution des consommations en période estivale. La consommation de gaz résiduelle est donc liée à la production d'ECS par la chaudière et aux cuisines, mais celle-ci est limité étant donné que le taux d'activité est réduit en été.

La consommation de gaz est plus significative en 2021, cette année étant plus froide que les précédentes. L'impact de la crise sanitaire est également visible sur ce graphique.



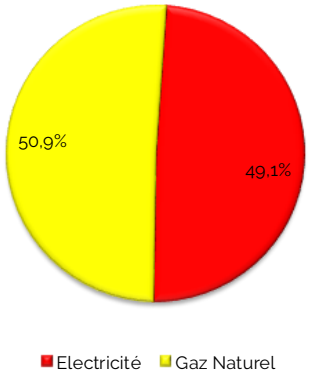
Les consommations électriques sont également plus conséquentes en hiver. La différence est moins significative mais elle peut s'expliquer par le fonctionnement des auxiliaires liés au chauffage des locaux, ou encore de quelques émetteurs électriques tels que les convecteurs et les aérothermes du bâtiment L. Une légère diminution sur les mois de juillet et août s'explique par une baisse du taux d'occupation.

Comme pour le gaz, l'impact de la crise sanitaire est visible sur l'année 2020 avec des consommations plus faibles que la normale.

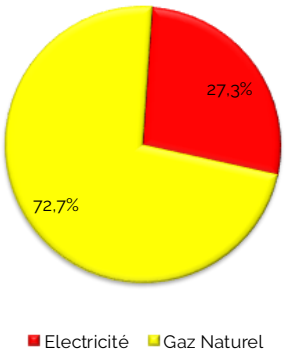
Les factures ont été analysées sur ces 3 dernières années, permettant d'en déduire un prix moyen de l'électricité et du gaz précisés dans le tableau ci-dessus. En comparant avec les factures récentes du début 2022, le prix de l'électricité passe à 139 €HT/MWh (soit +36% par rapport à la moyenne). Le prix du gaz n'a pas encore augmenté sur la première facture de 2022 mais cette augmentation est à prévoir et elle impactera fortement la facture énergétique.

2. REPARTITION DES CONSOMMATIONS

Répartition de la facture totale (€ HT)



Répartition des consommations (kWhPCS)



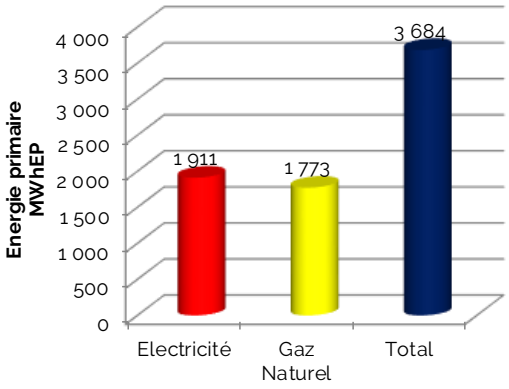
La consommation de gaz représente 73% des consommations globales du site. Le prix de l'électricité étant plus important, la part du gaz dans la facture énergétique est seulement de 51%. La répartition de la facture énergétique est calculée sur les bases du coût des énergies présenté précédemment.

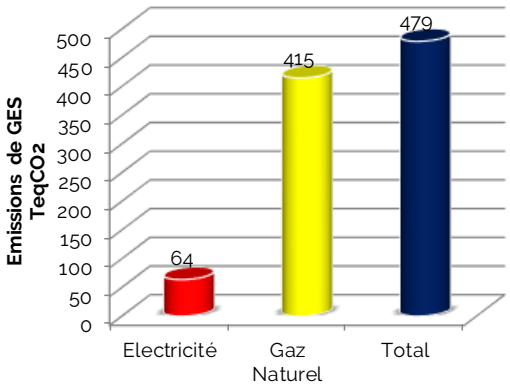
Les usages de l'électricité sont multiples : éclairage, bureautique, serveurs, auxiliaires de chauffage, ventilation alors les usages gaz sont plus limités : Chauffage, production d'ECS et cuisines.

3. INDICATEURS DE PERFORMANCE ENERGETIQUES

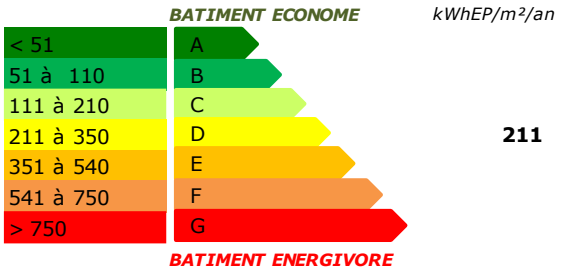
INDICATEURS DE PERFORMANCE DU SITE				
Ratios	Unités	Ratios énergétiques réels	Ratio à atteindre	Appréciation
Electricité	kWhefPCS/m²/an	42		-
Gaz naturel	kWhefPCS/m²/DJU/an	55		-
	kWhefPCS/m²/an	113		-

4. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

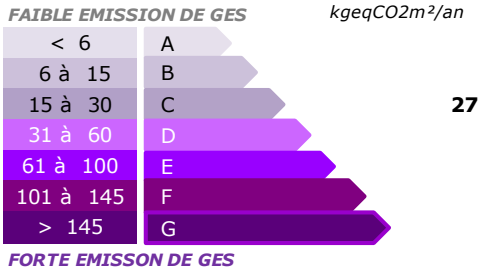




Etiquette Energie



Etiquette Climat



L'étiquette Energie représente la consommation annuelle d'énergie primaire par m² SHON du bâtiment.
Le facteur de conversion entre l'énergie finale et primaire est de 2,58 pour l'électricité, et de 1 pour les autres énergies.
L'utilisation de l'électricité pénalise donc le classement sur cette étiquette.

L'étiquette Climat représente la quantité de gaz à effet de serre, exprimée en kg équivalent CO2, émise annuellement par m² de SHON du bâtiment. L'utilisation d'énergie fossile (gaz, fioul) pénalise donc le classement sur cette étiquette, contrairement à l'électricité ou la biomasse.

Le graphique de l'impact environnemental permet de constater que la consommation de gaz représente 87% des émissions de GES de la Maison de la Formation.

CHAPITRE 2

ÉTAT DES LIEUX

1. DESCRIPTION DE L'ENVELOPPE THERMIQUE

Désignation	Enveloppe thermique	Commentaires
Bâtiment A	Mur avec isolation extérieure de 16 cm Plancher bas en béton Toiture terrasse avec isolation et étanchéité bitumeuse Menuiseries double vitrage à isolation thermique renforcée	Surface : 4 085m², année de construction : 1976 Bâtiment rénové récemment : Bon état général du bâti et de l'isolation
Bâtiment B	Mur rideau avec menuiseries double vitrage de faible épaisseur sur l'ensemble du bâtiment Plancher bas béton sur pilotis avec légère isolation Toiture terrasse avec isolation et étanchéité bitumeuse	Surface : 3 890m², année de construction : 1976 Etat général vétuste. Bâtiment vitré sur toutes ses façades et donc fortement soumis aux variations d'ensoleillement et au froid. Par ailleurs le bâtiment est monté sur Pilotis, contraignant ainsi le plancher aux variations de température extérieure. Le bâtiment comporte un volume de très grandes hauteurs et des zones de passages provoquant de nombreux courants d'air.
Bâtiments C, D, E, F, G, H, I	Mur avec isolation extérieure de 16 cm avec bardage Plancher bas en béton Toiture terrasse avec isolation et étanchéité bitumeuse Menuiseries double vitrage à isolation thermique renforcée	Bâtiment rénové récemment : Bon état général du bâti et de l'isolation
Bâtiment J	Mur sans isolation thermique Plancher bas en béton Toiture sans isolation thermique Menuiseries simple vitrage	Surface : 140m², année de construction : 1976 Bâtiment non rénové, état d'origine, vétuste (repeint uniquement)
Bâtiment K	Mur avec isolation extérieure de 16 cm avec bardage Plancher bas en béton Toiture rampante avec isolation thermique Menuiseries double vitrage à isolation thermique renforcée	Surface : 1 900m², année de construction : 1984 Bâtiment rénové récemment : Bon état général du bâti et de l'isolation (seul bâtiment avec la toiture refaite)
Bâtiment L	Bardage simple peau sans isolation thermique Plancher bas béton Toiture bac acier sans isolation Menuiseries double vitrage de faible épaisseur	Surface : 364m² Etat général du bâti correct mais sans isolation thermique Bâtiment fortement soumis aux variations climatiques Une mezzanine en préfabriqué est présente dans le magasin avec un doublage intérieur en laine minérale
Bâtiment R	Mur avec isolation extérieure de 16 cm avec bardage Plancher bas en béton Toiture terrasse avec isolation et étanchéité bitumeuse Menuiseries double vitrage	Surface : 1 770m², année de construction : 1976 Bâtiment rénové récemment, menuiseries changées en 2007. Bon état général du bâti et de l'isolation
Gymnase	Bardage double peau Menuiseries double vitrage	Surface : 1 366m², année de construction : 1997

Bâtiment A




Bâtiment B





Bâtiments C, D, E, F, G, H, I




Bâtiment J




Bâtiment K




Bâtiment L




Bâtiment R




Gymnase




2. DESCRIPTION DES SYSTEMES ENERGETIQUES

2.1. CHAUFFAGE

2.1.1. FONCTIONNEMENT

La chaufferie du bâtiment A, composée de 2 chaudières gaz, alimente tout le bâtiment A (CTA et radiateurs) ainsi que les bâtiments B et R via des départs constants, régulés en sous-station. Il alimente aussi via des départs régulés les bâtiments C, D, E, F, G, H, I.

Le départ ECS permet d'alimenter via 2 échangeurs à plaques, la production ECS du bâtiment R ainsi que le chauffage et l'ECS du bâtiment AMARR'HAJ. Le départ dépasse parfois les 70°, et il n'y a pas de programmation été/hiver possible qui permettrait d'abaisser la température en été.

La chaufferie fonctionne donc en été pour subvenir aux faibles besoins en eau chaude sanitaire et au maintien de la boucle ECS.

Les sous-stations B et R alimentent des réseaux de radiateurs régulés par vanne 3 voies (régul Siemens pour le bâtiment B et GTC pour le bâtiment R).

L'ensemble des réseaux ci-dessus, mis à part le bâtiment B est remonté sur la GTC.

Le gymnase comporte 1 chaudière gaz alimentant un réseau de radiateurs pour les sanitaires, bureaux et couloirs ainsi qu'une CTA chauffant une zone en sous-sol. Un préparateur gaz assure la production ECS. 4 radiants gaz permettent de chauffer le gymnase.

Le bâtiment K est composé d'une chaudière gaz aussi remonté sur GTC qui alimente 2 réseaux régulés par vanne 3 voies : un réseau radiateurs et un réseau aérothermes,

2.1.2. PRODUCTION

Type	Chaufferie Bâtiment A : Chaudière 1	
Énergie	Gaz	
Organe	**Génératrice**	**Brûleur**
Type	GT 530-17	NC120 GX 507/8A
Marque	De Dietrich	Cuenod
Puissance	980 kW	250 – 1160 kW
Année	2012	2012
État	Bon	Bon







Remarques :

Cette chaudière assure le chauffage en priorité et est en bon état général. Elle est régulée selon une courbe de chauffe en fonction de la température extérieure et programmée pour passer en mode réduit de 22h à 6h. Elle alimente en chauffage plusieurs bâtiments du site ainsi que le bâtiment R en ECS.

Type	Chaufferie Bâtiment A : Chaudière 2	
Énergie	Gaz	
Organe	Génératrice	Brûleur
Type	Lollar 45-1 W / 14	NC120 GX 507/8A
Marque	Buderus	Cuenod
Puissance	980 kW	250 – 1160 kW
Année	1977	2017
État	Vétuste	Bon





Remarques :

Cette chaudière est utilisé seulement en secours. Toutefois, elle est alimentée en permanence par le réseau de chauffage alors qu'elle est à l'arrêt puisqu'elle comprend uniquement une vanne d'isolement manuelle. La chaudière fonctionne alors comme un radiateur en diffusant dans l'ambiance de la chaufferie les calories qui lui sont transmises par le réseau. **Isoler hydrauliquement la chaudière permettrait de générer d'importantes économies.**

Type	Chaufferie Gymnase : Chaudière Chauffage
Énergie	Gaz
Organe	Génératrice
Type	NC
Marque	Atlantic Guillot
Puissance	NC
Année	NC
État	Bon



Remarques :

Le détail du fonctionnement de cette chaudière n'est pas connu. Elle permet d'alimenter en eau chaude les radiateurs des parties vestiaires du gymnase pour assurer le chauffage. La production ECS est indépendante de cette chaudière.

Type	Chaufferie Bat K : Chaudière Chauffage	
Énergie	Gaz	
Organe	Génératrice	Brûleur
Type	GT 338	C24
Marque	De Dietrich	Cuenod
Puissance	230 kW	NC
Année	2014	NC
État	Bon	Etat d'usage



Remarques :

Cette chaudière assure le chauffage de l'ensemble du bâtiment K. Elle alimente en eau chaude les radiateurs des bureaux ainsi que les aérothermes des ateliers. La régulation se fait selon une courbe de chauffe en fonction de la température extérieure. La chaudière n'assure pas la production ECS.

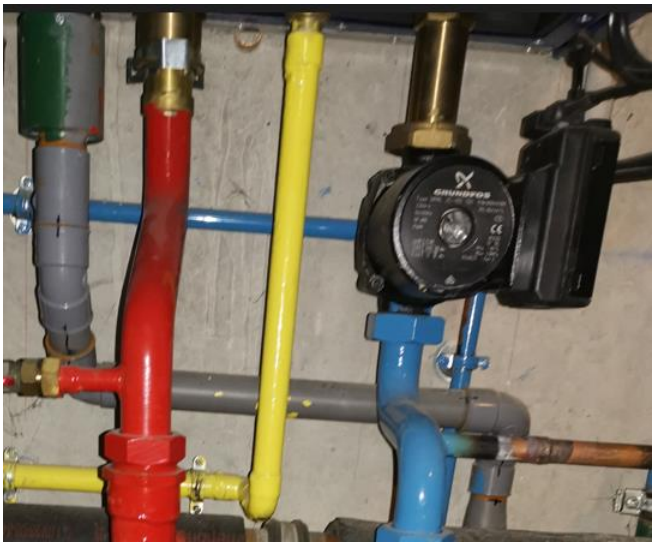
2.1.3. DISTRIBUTION



Chaufferie du BAT A



Sous-station du BAT B



Chaufferie du BAT K



Chaufferie du Gymnase

Remarques :

L'ensemble des réseaux de chauffage sont calorifugés. Toutefois, la plupart des points singuliers ne dispose pas de couvertures isolantes. Ils provoquent des pertes thermiques non négligeables. Leur isolation permettrait d'améliorer encore l'efficacité du réseau.

2.1.4. EMISSION

N°	Désignation	Localisation	Remarques
1	Radiateurs à eau chaude	Ensemble des bâtiments	Tous les radiateurs ne disposent pas de robinets thermostatiques, notamment dans les bâtiments B et J
2	CTA	Bâtiments A, C, D, E, F, G, H, I, R et Gymnase	Les CTA sont pour la plupart utilisées pour le préchauffage de l'air neuf, le chauffage étant assuré par les radiateurs
3	Aérotherme électrique	Bâtiment L	Ce type de chauffage n'est pas adapté pour les besoins du magasins
4	Aérotherme eau chaude	Bâtiment K	Le thermostat d'ambiance se limite au paramétrage de la température de consigne et ne permet pas de définir de programmation horaire
5	Radiants gaz	Gymnase	Les radiants disposent d'une programmation avec un asservissement de la ventilation à leur fonctionnement
6	Convecteurs électriques	Bâtiment L	/








2.2. EAU CHAUDE SANITAIRE

Comme il a été vu dans la partie production de chauffage, la production d'ECS du gymnase est indépendante de la chaudière et assurée par un préparateur gaz CHAROT.



Remarques :

Le préparateur est défectueux et associé à un ballon percé. A priori il y a assez peu de consommation ECS dans ce bâtiment. La mise en place d'un ballon électrique de plus petite capacité pourrait être envisagée.

Le bâtiment R (restaurant) nécessite d'importante quantité d'ECS. Cette production est effectuée au sein de la chaufferie du bâtiment A par le biais du réseau constant. Ce réseau primaire alimente un ballon de stockage alimentant le bâtiment R par le biais d'un réseau secondaire.



Remarques :

La production est relativement éloignée du bâtiment R, ce qui peut entrainer d'importantes pertes thermiques par distributions sur le réseau. Cette production d'ECS et l'alimentation du bâtiment AMARR'HAJ induisent le fonctionnement de la chaufferie sur l'ensemble de l'année. Le rendement de l'installation en été est donc fortement dégradé.

Le reste de la production ECS est assurée par des ballons électriques au plus proche des points de puisages, permettant de limiter les pertes par distributions.

2.1. CLIMATISATION

2.1.1. SYSTEMES AIR/EAU

Le site de la maison de la formation ne dispose pas de système de climatisation air/eau. L'ensemble des émetteurs présentés dans la partie chauffage sont uniquement utilisés pour le chauffage des locaux.

2.1.1. SYSTEMES A DETENTE DIRECTE

Certaines zones avec des besoins spécifiques sont équipés de climatisation réversible à détente directe pour le refroidissement. Ces climatisations sont présentées dans les bâtiments A, B et R.

Toutefois, ces climatisations réversibles ne sont pas pilotables depuis la GTC. Dans le bâtiment A, la gestion des consignes et de l'extinction est ainsi effectuée par les occupants et des dérives en découle.





Les climatisations DAIKIN du bâtiment B sont pilotables depuis un automate présent en sous-station. Ce dernier permet théoriquement de réguler chaque unité intérieure. Toutefois, il a été constaté qu'il n'était pas paramétré.

2.2. VENTILATION

Comme il a été vu dans la partie 1.4, le renouvellement d'air est assuré par des centrales de traitement de l'air. Dans certaines zones, tels que les sanitaires ou les bureaux, le renouvellement est assuré par des caissons d'extractions simple flux.

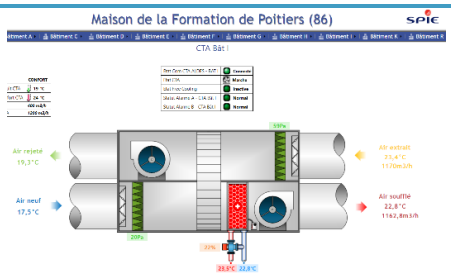
2.2.1. VMC

Type	Caisson d'extraction simple flux	Photo
Marque/Modèle	NC	
Débit d'air	NC	
État	Etat d'usage	
Régulation	Fonctionnement continu	
Commentaires : Les caissons simple flux sont principalement utilisés pour l'extraction de l'air vicié dans les sanitaires et certains bureaux.		

Un caisson simple flux est présent dans le bâtiment K pour assurer le renouvellement d'air de l'ensemble du bâtiment (atelier compris). Cette VMC fonctionne en continu alors que sa puissance est conséquente.

2.2.2. CTA

La majorité du renouvellement d'air du site se fait par le biais des centrales de traitement d'air. La majorité dispose d'une batterie chaude alimentées par la chaufferie du bâtiment A afin de préchauffer l'air neuf. Le paramétrage est défini sur « débit confort » en journée et « débit réduit » la nuit. Le réglage des paramètres, notamment des températures de bypass ne semble pas accessible depuis la GTC.

Dénomination	Nombre	Photo
CTA BAT CDEFGHI	7	
CTA BAT A RDC RDJ	1	
CTA BAT R+1 et R+2	2	

Le bâtiment R comprend également de nombreuses CTA pour le renouvellement d'air des zones de cuisine. Actuellement, de nombreuses problématiques sont rencontrées sur ces CTA. Une étude technique est nécessaire pour déterminer les causes de ces problèmes récurrents et déterminer la solution la plus adaptée.

Des mini CTA sont également présentes sur certains bâtiments.

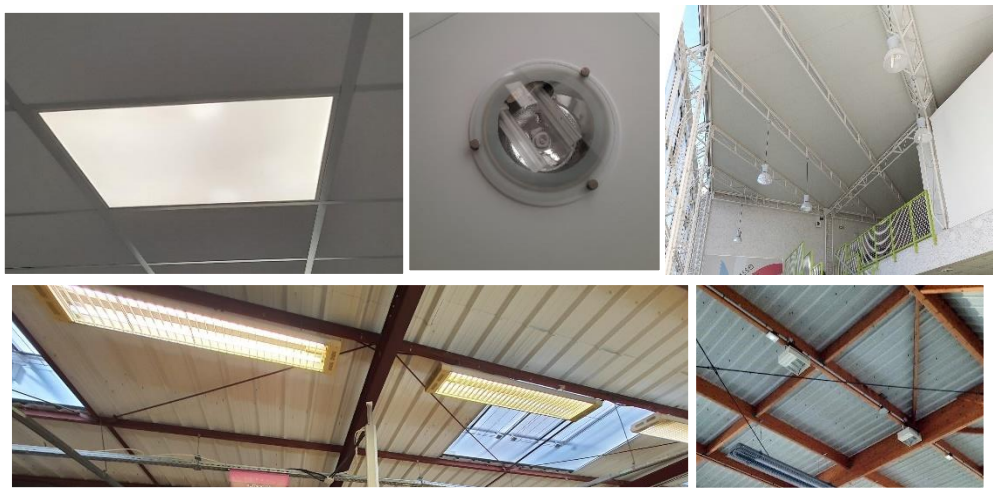


<u>Remarques :</u>

Une batterie chaude permet de préchauffer l'air neuf en hiver et la CTA fonctionne en free cooling en été. Néanmoins la programmation ne semble pas correctement optimisée pour le free-cooling.

2.3. ÉCLAIRAGE

Une partie de l'éclairage du site a déjà remplacé par du LED. Dans les bâtiments non rénovés, des éclairages fluorescents et fluocompacts sont encore présents.



A savoir, le remplacement des éclairages fluorescents par des modules LED permet de réaliser des économies à hauteur de 60% sur les consommations électriques liées à l'éclairage.

CHAPITRE 3

OPTIMISATION ENERGETIQUE

1. PRÉCONISATIONS DE TRAVAUX

Sur la base du travail précédent, la dernière grande phase de l'audit énergétique et technique passe par la formulation de préconisations comportementales, techniques (systèmes et enveloppe bâti), fonctionnelles ou organisationnelles.

Nous présentons dans cette partie, les préconisations de travaux que nous avons identifiés. Les actions concernent les principaux domaines suivants :

- → Actions visant à réduire ou à récupérer les pertes en énergie
- → Remplacement, modification ou ajout d'équipements
- → Fonctionnement plus efficace et optimisation continue
- → Amélioration de la maintenance (contrats d'entretien/exploitation)
- → Déploiement de programmes destinés à changer les comportements
- → Amélioration du management de l'énergie.
- → Intégration d'énergies renouvelables

Pour chacune des préconisations, vous trouverez dans la suite du rapport des fiches détaillées, présentant :

- → Un descriptif des travaux,
- → Un descriptif des contraintes spécifiques,
- → Les performances thermiques conseillées pour les équipements et matériaux,
- → Une estimation du gain énergétique
- → Une estimation du temps de retour sur investissement
- → Une estimation des coûts liés à l'investissement, aux factures énergétiques, et aux autres dépenses éventuelles (maintenance, relamping, renouvellement…)
- → La qualification de la difficulté de mise en œuvre de l'action
- → Les Certificats d'Économie d'Énergie existants
- → Les études techniques complémentaires éventuelles à réaliser

L'ensemble des axes d'amélioration détectés ont fait l'objet d'une étude de faisabilité sommaire qui devra être approfondie dans une phase ultérieure. Les axes de progrès n'ont pas fait l'objet d'une consultation de fournisseurs. Ainsi, le montant des investissements est estimé en fonction de notre retour d'expérience : il est donné avec une précision de +/- 20%. Le montant des économies attendues de chaque initiative, quant à lui, est donné avec une précision de +/- 15%.

Le détail des fiches de préconisations est présenté ci-dessous :

**Difficulté de mise en oeuvre: Très simple - Moyenne - Complexe - Très difficile* ● ● ● ●

Rentabilité (Forte: < 3 ans, Moyenne : 3 à 8 ans, Faible : > 8 ans) ★ ☆ ☆

1.1. PRECONISATION 1 : ISOLATION HYDRAULIQUE DE LA CHAUDIERE DE SECOURS

DESCRIPTION TRAVAUX

Dans la chaufferie du bâtiment A, la seconde chaudière en cascade de la première est la majorité du temps à l'arrêt. Elle est irriguée inutilement par l'eau de retour encore chaude de la chaudière principale si l'isolement hydraulique par les vannes manuelles n'est pas effectué.

Deux solutions sont possibles :

- Sans travaux : Ouverture et fermeture manuelle de la vanne à chaque test de la chaudière de secours
- Mise en place d'un servomoteur sur la vanne, pose d'une vanne deux voies si inexistante et asservissement du servomoteur à la vanne et à la pompe de charge de la chaudière

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Coupure hydraulique

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)

Gaz

Usage(s) concerné(s)

Chauffage

Coût des travaux

0 à 1 500 €HT

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

1 à 2 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.2. PRECONISATION 2 : DECENTRALISATION DE LA PRODUCTION ECS DE LA CANTINE ET L'AMARR'HAJ

DESCRIPTION TRAVAUX

Nous avons constaté que des tuyauteries de longueur importante étaient installées pour alimenter des points de puisage du restaurant, éloignés du circuit général de distribution d'eau chaude sanitaire qui se situe dans le bâtiment A. Dans le cas d'une alimentation avec bouclage, les **pertes par les tuyauteries sont importantes**. En cas d'absence de bouclage, c'est le volume d'eau soutiré qui est important avant d'obtenir de l'eau à température.

De plus, ce réseau alimente également en eau chaude le bâtiment résidentiel AMARR'HAJ afin de produire sur leur réseau secondaire de l'ECS et de l'eau chaude assurant le chauffage des logements. Ces deux productions induisent un **fonctionnement annuel de la chaufferie** du bâtiment A avec un rendement dégradé.

Il est envisageable d'installer des **productions indépendantes** pour limiter les pertes. Toutefois il faudrait connaître les pertes exactes que cette installation entraine avant de pouvoir justifier d'un temps de retour sur investissement intéressant.

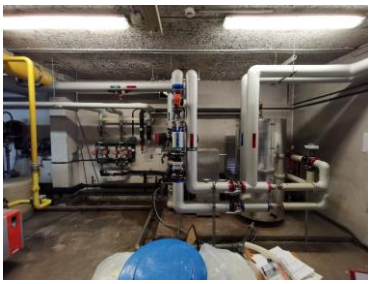
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Aucune contrainte spécifique

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action utile

Energie(s) concernée(s)	Usage(s) concerné(s)
Gaz	Production ECS

Coût des travaux

€HT

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

20 à 30% %

Rentabilité

☆

Indicateur de faisabilité

Les besoins réels ne sont pas connus, l'investissement associé n'a donc pas été estimé.

1.3. PRECONISATION 3 : ISOLATION DES POINTS SINGULIERS EN CHAUFFERIE DU BAT A

DESCRIPTION TRAVAUX

Les points singuliers en chaufferie du bâtiment A, sous-station du bâtiment B et chaufferie du bâtiment K (vannes, brides, etc..) ne sont pas calorifugés. Il existe des matelas isolants qui viennent se fixer simplement sur les points à traiter dans le but de diminuer les pertes de chaleur sur le réseau de distribution

Cette action permet de limiter les pertes de chaleurs des canalisations de chauffage. Une canalisation non calorifugée est environ 8 fois plus déperditive qu'une canalisation calorifugée.

Les avantages de la solution sont :

- Diminution des pertes de chaleur par les tuyauteries.
- Protection mécanique des tuyauteries.
- Contribution à la propreté des galeries techniques, sous-sols ou caves.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Aucune contrainte technique

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Résistance thermique de l'isolant Ri ≥ :

1,5 m2.K/W à une température moyenne de 50°C pour un réseau d'eau chaude
1,2 m2.K/W à une température moyenne de 70°C pour un réseau d'eau surchauffée

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action			
Action prioritaire			
Energie(s) concernée(s)		**Usage(s) concerné(s)**	
Gaz		Chauffage	
Coût des travaux			
100	**à**	**300**	**€HT/unité**
Estimation de l'Économie sur le poste (%)			
1 %			
Rentabilité			
★			
Indicateur de faisabilité			
●			
Certificat d'Économie d'Énergie		***BAT-TH-155***	
Montant de Certificats	**5**	*Valorisation moyenne*	**25**
MWhCumac/matelas		*€HT/matelas*	

1.4. PRECONISATION 4 : REGULER LE FREE-COOLING SUR LES CTA RDJ/RDC ET LES CTA CDEFGHI

DESCRIPTION TRAVAUX

Les CTA du site sont censées fonctionner en free-cooling. Toutefois, nous avons constaté que le free cooling n'était pas correctement paramétré.

Selon les possibilités sur le GTC, il faudrait suivre la programmation suivante durant l'été :

- La nuit, fonctionnement à débit max avec bypass de l'échangeur pour faire rentrer de l'air frais (donc sous conditions que T°_ext < T°_int)
- En journée, fonctionnement à débit réglementaire avec passage par l'échangeur pour conserver l'air frais intérieur

Ce fonctionnement permettrait de rafraîchir les bâtiments concernés (A, C, D, E, F, G, H, I) à moindre frais, sans utiliser de climatisation.

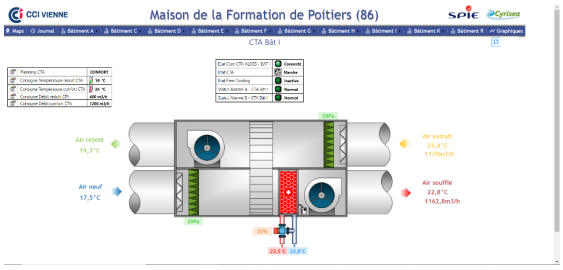
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Possibilité de paramétrage de la GTC

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action	
Action prioritaire	
Energie(s) concernée(s)	**Usage(s) concerné(s)**
Electricité	Ventilation, extration
Coût des travaux	
0 à 0 €HT	
Estimation de l'Économie sur le poste (%)	
- %	
Rentabilité	
★	
Indicateur de faisabilité	
●	

Le « gain » se fera sur le confort d'été des occupants.

1.5. PRECONISATION 5 : PROGRAMMATION DES CLIMATISATIONS REVERSIBLES DES BATIMENTS A ET B

DESCRIPTION TRAVAUX

Les climatisations réversibles du bâtiment A ne sont pas gérées depuis la GTC. Le paramétrage s'effectue directement sur les thermostats d'ambiance. Cependant, ces thermostats n'ont pas été programmées. Cela induit qu'en l'absence d'une coupure de la climatisation par les usagers en fin de journée, la climatisation tournera en continue pendant toute la nuit.

Il est conseillé de passer en revue l'ensemble des climatisations réversibles pour valider la présence d'un thermostat programmable et le cas échéant, définir des réduits sur les périodes d'inoccupation. Il en résultera une diminution de la consommation électrique liée au refroidissement des locaux du bâtiment A. En effet, en période d'inoccupation, notamment la nuit, il est préférable d'utiliser les CTA pour effectuer du free-cooling. Dans le cas où aucun thermostat programmable n'est présent, ce dernier peut être remplacé sous réserve de comptabilité.

De plus, ces climatisations pourraient être utilisées en priorité pour le chauffage des locaux en hiver afin de profiter du coefficient de performance.

Cette problématique a également été constaté sur les climatisations du bâtiment B. Elles disposent d'un automate centralisé en sous-station. Il convient de paramétrer ce dernier afin de couper les climatisations en dehors des périodes d'occupation. Si ce paramétrage est impossible, il faudra envisager de mettre en place une horloge pour cette régulation.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Possibilité de paramétrer les thermostats des climatisations.

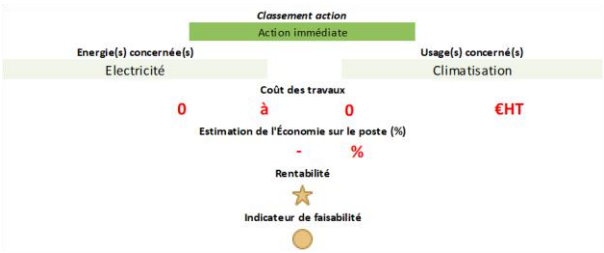
PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique.

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION



Le gain associé dépend de l'utilisation et de la rigueur actuelle sur l'utilisation de la climatisation.

1.6. PRECONISATION 6 : MISE EN PLACE DE ROBINETS THERMOSTATIQUES DANS LES BATIMENT B ET J

DESCRIPTION TRAVAUX

Les bâtiments B et J ne disposent pas encore de robinets thermostatiques sur leurs radiateurs à eau chaude. Leur absence entraine des **surconsommations de chauffage** et un mauvais équilibrage du réseau. Il faut prévoir l'installation de **robinet à tête thermostatique** sur les radiateurs à eau chaude. Un robinet thermostatique réalise automatiquement le maintien d'une température ambiante constante par réglage du débit dans l'émetteur en fonction des apports ou des besoins.

Des variantes avec bulbe déportée, tête électronique, tête programmable (pour gestion des ralentis d'occupation), bulbe liquide (pour éviter les risques de collage du robinet) peuvent être demandées aux entreprises. Il existe également des **dispositifs antivol, d'inviolabilité de la consigne**, à constitution renforcée (résistance à la flexion, à la torsion) pour les zones accueillant du public, ce qui est le cas dans la majorité des bâtiments.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

- A réaliser hors période de chauffage.
- Risque de blocage de la tige actionneuse ou du ressort de rappel
- Attention à la compatibilité du robinet avec l'émetteur
- Un remplacement des raccords de réglages ou réglage des organes présents peut-être nécessaire pour assurer l'équilibrage hydraulique.

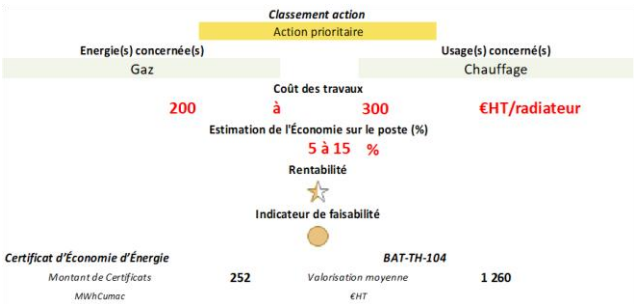
PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

- Variation temporelle ≤ 0.3 °C
- Préférer les systèmes certifiés (Exemple : EUROVENT CERTITA)
- La tête du robinet doit toujours être placée horizontalement.
- Un robinet avec bulbe incorporé ne doit pas être placé derrière des rideaux ou voilages, sous une tablette de radiateur

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION



1.7. PRECONISATION 7 : COUPER LA CTA DES BATIMENTS CDEFGHI EN INOCCUPATION EN HIVER

DESCRIPTION TRAVAUX

Comme pour le free-cooling, les CTA semblent mal programmés pour le fonctionnement en hiver. Un nouveau paramétrage permettrait d'effectuer des économies de chauffage.

Selon les possibilités sur le GTC, il faudrait suivre la programmation suivante durant l'hiver :

- En journée, fonctionnement à débit réglementaire avec passage par l'échangeur et la batterie chaude pour conserver l'air chaud intérieur (sauf si T°_ext > T°_int)
- La nuit, coupure de la CTA permettant d'éviter l'apport d'air froid

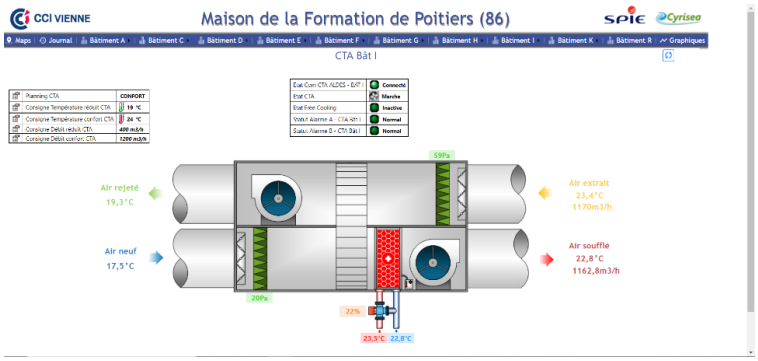
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Possibilité de paramétrage de la GTC

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action	
Action immédiate	
Energie(s) concernée(s)	**Usage(s) concerné(s)**
Toutes	Ventilation, extration
Coût des travaux	
0 à 0 €HT	
Estimation de l'Économie sur le poste (%)	
20 à 25 %	
Rentabilité	
★	
Indicateur de faisabilité	
●	

1.8. PRECONISATION 8 : VANNE 3 VOIES OUVERTE EN ETE

DESCRIPTION TRAVAUX

Nous avons constaté que les vannes 3 voies des CTA des bâtiments CDEFGHI restent ouvertes durant l'été. La CTA étant utilisé uniquement pour le chauffage en hiver, il est conseillé de forcer la fermeture de la vanne pendant l'été.

Le réseau d'eau chaude restant légèrement en température, la vanne ouverte peut perturber le free-cooling par le biais de la batterie chaude.

Ce réglage peut être effectué auprès de la GTC.

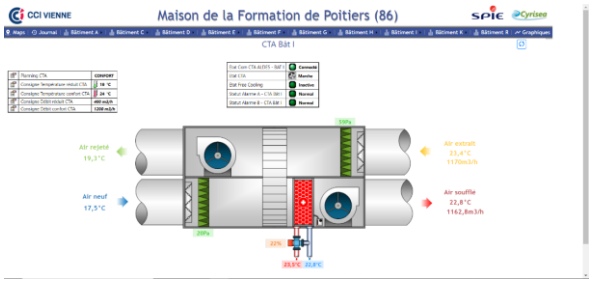
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Aucune contrainte spécifique

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action immédiate

Energie(s) concernée(s)

Aucun

Usage(s) concerné(s)

Aucun

Coût des travaux

0 à 0 €HT

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

- %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

Le « gain » se fera sur le confort d'été des occupants.

1.9. PRECONISATION 9 : RENOVATION DU BATIMENT J

DESCRIPTION TRAVAUX

A la différence des autres bâtiments, nous avons constaté que le bâtiment J n'a pas encore été rénové. Selon le l'orientation des bureaux, les occupants se plaignent régulièrement de surchauffe ou alors de grand froid. L'isolation du bâtiment permettrait de réduire les consommations de chauffage et d'améliorer le confort des occupants hiver comme été. Cette rénovation comprendrait :

- L'isolation thermique par l'extérieur des murs périphériques par pose de panneaux d'isolant. Le procédé pourra être de type manteau : isolant calé chevillé puis recouvert d'un enduit armé. L'épaisseur pour un isolant traditionnel de type polystyrène extrudé est de 140 mm.
- Isolation thermique par l'extérieur de la toiture terrasse par pose de panneaux d'isolant et ajout d'une étanchéité bitumeuse. L'épaisseur pour un isolant traditionnel de type mousse polyuréthane est de 110 mm.
- Remplacement des fenêtres et portes-fenêtres d'origine, par des modèles double vitrage à isolation thermique renforcée.

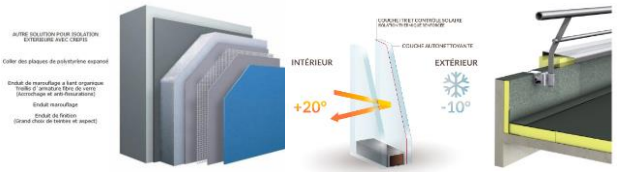
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

- Traitement des liaisons avec le bâti (thermique, étanchéité à l'air à l'eau).
- Préférer la dépose totale des menuiseries.
- Hauteur disponible pour l'intégration de l'isolant et de l'étanchéité.
- Accès aux terrasses et acheminement du matériel
- Traitement des points singuliers

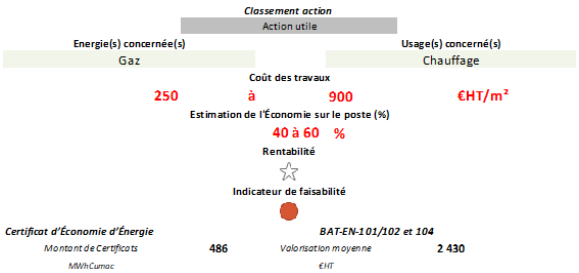
PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Résistance thermique totale de l'isolant sur les murs : Ri ≥ 3.7 m².K/W
Résistance thermique totale de l'isolant en toiture : R ≥ 4.5 m².K/W
Performance thermique globale de la menuiserie : Uw ≤ 1,3 W/m2.K et Sw ≥0,3 pour les fenêtres et Uw ≤1,7 pour les portes fenêtres
Qualité : ACERMI, Avis Technique du CSTB ou Européen, NF CSTbat, ACOTHERM, CEKAL

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION



1.10. PRECONISATION 10 : PROGRAMMER LE FONCTIONNEMENT DE LA VMC DU BATIMENT K

DESCRIPTION TRAVAUX

Le bâtiment K dispose d'un caisson d'extraction simple flux de puissance conséquente. Cette VMC fonctionne en permanence peu importe l'occupation du bâtiment et ses besoins en renouvellement d'air. Afin de réduire la consommation électrique liée à ce caisson d'extraction, deux solutions sont possibles :

- Paramétrage d'une coupure de la VMC à partir de la GTC
- L'installation d'une horloge hebdomadaire sur l'alimentation électrique de la VMC dans le cas où le paramétrage est impossible en GTC.

Cette action a pour but de limiter le fonctionnement de la ventilation aux périodes d'occupation des locaux desservis. Elle permet de réaliser des économies sur la consommation électrique de l'extracteur et sur la consommation d'énergie pour le traitement de l'air neuf (chauffage ou refroidissement).

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

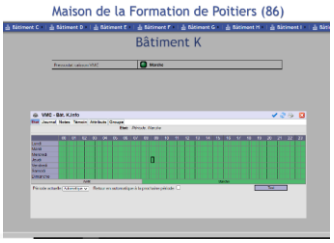
- Travaux à réaliser en armoire électrique (si paramétrage GTC impossible)
- Nécessite dans certains cas la séparation des réseaux d'air ou le regroupement par zones

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Mise à l'arrêt de l'horloge en période été pour bénéficier du rafraichissement nocturne.

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES





IMPACT DE L'ACTION

Classement action	Action prioritaire
Energie(s) concernée(s)	Usage(s) concerné(s)
Toutes	Ventilation, extration
Coût des travaux	0 à 0 €HT
Estimation de l'Économie sur le poste (%)	40 à 50 %
Rentabilité	★
Indicateur de faisabilité	●

1.11. PRECONISATION 11 : MODIFICATION DE LA SONDE DES AEROTHERMES DE L'ATELIER DU BATIMENT K

DESCRIPTION TRAVAUX

Nous avons constaté que les aérothermes du bâtiment K ne dispose **pas de thermostat d'ambiance programmable**. Les thermostats actuels permettent uniquement de définir une température de consigne et de s'y tenir. C'est-à-dire qu'en période d'inoccupation, lorsque la chaudière va passer en mode réduit et réduire sa température de départ, les aérothermes vont fonctionner en continue pour essayer d'atteindre leur température de consigne.

La mise en place de thermostat d'ambiance programmable permettrait de définir un **réduit sur les consignes des aérothermes** afin d'éviter leur fonctionnement permanent. Les avantages de cette solution sont une réduction de la consommation électrique et de chauffage. En effet, il n'est pas nécessaire de chauffer les locaux à la température de confort lors des périodes d'inoccupation.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Comptabilité du thermostat avec les aérothermes relativement vétustes

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES





IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action immédiate

Energie(s) concernée(s)

Electricité

Usage(s) concerné(s)

Auxiliaires Ch/Fr/ECS

Coût des travaux

250 à 500 €HT

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

40 à 50 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.12. PRECONISATION 12 : RADIANTS GAZ AVEC PROGRAMMATION DANS LE BATIMENT L

DESCRIPTION TRAVAUX

Nous avons constaté que le bâtiment L est chauffé grâce à des aérothermes électriques, uniquement pilotés à partir d'une horloge située dans l'armoire électrique. De plus, ce bâtiment n'est pas isolé et soumis aux perturbations extérieures. Les aérothermes fonctionnant par soufflage, chauffent ainsi en permanence.

Un système de chauffe par radiant gaz serait ainsi plus adapté pour l'utilisation et la configuration actuelle du bâtiment, notamment dans le magasin. Le chauffage par rayonnement (ou radiant) consiste à chauffer toute surface physique (corps humain, parois, objets, sol…) par l'intermédiaire des ondes infra-rouges. L'air entre l'émetteur et le récepteur n'est pas directement chauffé contrairement à un système de chauffage par brassage d'air. Cela engendre des économies d'énergie, ce qui fait de cette technique de chauffage un système particulièrement adapté aux très grandes hauteurs. L'économie d'énergie peut atteindre jusqu'à 30% par rapport à un système à convection comme les aérothermes.

Cette solution induit l'alimentation en gaz du bâtiment L pour desservir les nouveaux radiants. Ces radiants disposeront d'une programmation afin de fonctionner uniquement en période d'occupation.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

- Encombrement en hauteur
- Alimentation en gaz
- Adaptation de la protection électrique

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

- Mettre en place des sondes réceptrices de rayonnement infrarouge et non pas de simples sondes de température.
- Asservissement des aérothermes à l'ouverture des portes

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES





IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action utile

Energie(s) concernée(s)	Usage(s) concerné(s)
Toutes	Chauffage

Coût des travaux

4 000 à 6 000 €HT/unité

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

10 à 30 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.13. PRECONISATION 13 : REVOIR LA PRODUCTION ECS A LA BAISSE SUR LE GYMNASE

DESCRIPTION TRAVAUX

Des problématiques sont en cours sur la production d'ECS du gymnase. Ces difficultés permettent de réfléchir à la réelle utilité d'une production ECS si conséquente. En effet, aujourd'hui les douches collectives ne sont plus beaucoup sollicitées.

Le remplacement par une production électrique de plus petite capacité peut être envisagée pour réduire la surconsommation de gaz liée à l'installation actuelle. Cette nouvelle production devra si possible être installée au plus proche des points de puisage afin de s'affranchir des pertes par distribution.

Toutefois, avant de réduire le volume du ballon de stockage, il est conseillé de mettre en place un compteur volumétrique sur le départ en eau chaude pour identifier les besoins réels.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Etudes des besoins réels en ECS

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Selon la capacité de stockage envisagée et les besoins réels du gymnase, un production semi-instantanée peut être mise en place

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action utile

Energie(s) concernée(s)	Usage(s) concerné(s)
Gaz	Production ECS

Coût des travaux

1 500 à 4 000 €HT/ensemble

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

20 à 30 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.14. PRECONISATION 14 : REVOIR LA V3V DANS LE BATIMENT R

DESCRIPTION TRAVAUX

La vanne 3 voies du bâtiment R est actuellement hors service. Le réseau de chauffage n'est donc pas correctement régulé. Cette défaillance peut entrainer deux types de problèmes selon la position actuelle de la vanne :

- Une surconsommation sur le bâtiment liée à une surchauffe dans le cas où la vanne est bloquée en position ouverte,
- Un inconfort pour les occupants dans le cas où la vanne est bloquée en position ¼ sur l'eau provenant de la chaufferie et ¾ sur l'eau de retour

De plus, cette vanne 3 voies hors service peut aggraver les problématiques actuellement constatées sur les CTA du bâtiment R.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Aucune contrainte spécifique.

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)	Usage(s) concerné(s)
Gaz	Chauffage

Coût des travaux

400 à 800 €HT/unité

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

- %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.15. PRECONISATION 15 : ABAISSER LA TEMPERATURE DE DEPART EN CHAUFFERIE

DESCRIPTION TRAVAUX

Lors de la visite de la chaufferie, nous avons constaté que la température de départ de la chaudière était de 75°C. Cette température de départ est relativement élevée pour la période d'été étant donné qu'il n'y a pas de besoins de chauffage. Seuls des besoins d'ECS sont subsistants et nécessitent une température d'environ 60°C.

Il est conseillé d'abaisser la température de départ de la chaudière afin de limiter la surconsommation de gaz en été.

Toutefois, la chaufferie du bâtiment A se doit d'alimenter le bâtiment AMARR'HAJ en eau chaude par le biais d'un échangeur et d'un réseau enterré d'une longueur conséquente. Cette eau chaude est utilisée uniquement pour l'ECS en été.

Ainsi, il faut vérifier qu'en effectuant un abaissant de la température, l'eau soit suffisamment chaude en arrivant au niveau du bâtiment AMA'HAG.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Vérifier la température d'arrivée au niveau du bâtiment AMARR'HAJ.

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique.

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)

Gaz

Usage(s) concerné(s)

Chauffage

Coût des travaux

0 à 0 €HT

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

1 à 2 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.16. PRECONISATION 16 : ECLAIRAGE LED

DESCRIPTION TRAVAUX

Une partie de l'éclairage du site a déjà remplacé par du LED. Dans les bâtiments non rénovés, des éclairages fluorescents et fluocompacts sont encore présents.

La mise en place de module LED est fortement conseillé. Ce remplacement peut se prévoir progressivement. Les avantages de cette solution sont la réduction de la consommation électrique liée à l'éclairage et le confort visuelle des occupants.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Travail en hauteur selon les zones

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

- Puissance ≤ 30 W pour les dalles LED, ≤ 31 W pour les tubes et < 10 W pour les ampoules
- Profiter dans le cadre d'un remplacement de luminaire pour adapter les niveaux d'éclairement aux besoins (normes NF EN 12464-1),

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES







IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)

Electricité

Usage(s) concerné(s)

Eclairage

Coût des travaux

50 à 150 €HT/luminaire

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

60 à 70 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

Montant des CEE selon la puissance de LED installée

1.17. PRECONISATION 17 : SUIVI ENERGETIQUE

DESCRIPTION TRAVAUX

Après étude du site, il en résulte que le suivi énergétique du site n'est pas optimisé (nombreux usages électriques et gaz). En effet, il a été difficile de déterminer les zones les plus consommatrices du site.

L'action consiste à mettre en place dans un premier temps un suivi énergétique sur les compteur électrique et gaz par le biais d'une télérelève et de collecte et gestion des factures énergétiques sur une plateforme de gestion énergétique. Elle permet notamment d'optimiser les abonnements électriques, accéder quotidiennement à la plateforme de suivi énergétique et ainsi obtenir les variations et courbes de tendances de vos consommations tout au long de l'année.

Dans un second temps, l'installation de points de sous-comptage permettra à terme d'isoler les différentes consommations énergétiques par bâtiment et avoir une vision globale des consommations.

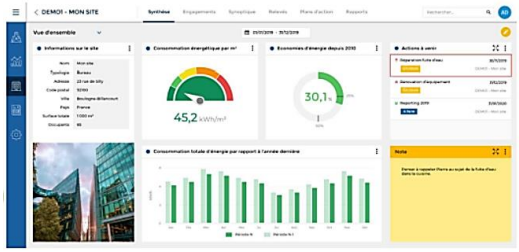
CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

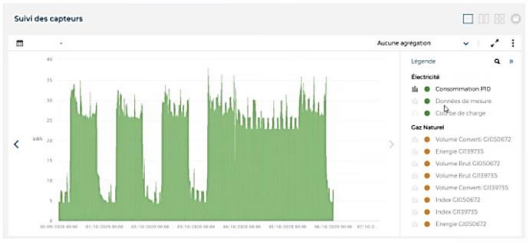
Aucune contrainte spécifique.

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique.

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES





IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)

Toutes

Usage(s) concerné(s)

Tous

Coût des travaux

200 à 300 €HT/PDM*

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

3 à 5 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

1.18. PRECONISATION 18 : SONDE CO2 CTA

DESCRIPTION TRAVAUX

Les CTA sont uniquement paramétrables par rapport à un débit de confort et de réduit. Toutefois, les besoins de ventilation ne sont pas constants au cours de la journée et le renouvellement d'air permanant à débit de confort peut entrainer des pertes thermiques malgré la présence de l'échangeur sur la CTA.

Il faut ainsi envisager la mise en place d'une sonde CO2 dans les bâtiments concernés afin de ventiler efficacement uniquement lorsqu'il est nécessaire.

Le gain énergétique se fera au niveau de la consommation électrique de la CTA ainsi que sur les consommations de chauffage en hiver.

CONTRAINTE(S) SPÉCIFIQUE(S)

Mise en place d'un automate supplémentaire, compatible avec la GTC et la CTA

PERFORMANCE(S) / QUALITÉ(S) CONSEILLÉE(S)

Aucune performance spécifique.

PHOTOS / EXEMPLES DE MISES EN OEUVRE / COMMENTAIRES



IMPACT DE L'ACTION

Classement action

Action prioritaire

Energie(s) concernée(s)

Toutes

Usage(s) concerné(s)

Ventilation, extration

Coût des travaux

800 à 1 200 €HT/unité

Estimation de l'Économie sur le poste (%)

5 à 10 %

Rentabilité

Indicateur de faisabilité

ANNEXES

ANNEXE 1 - RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'ECLAIRAGE

Extraits des recommandations relatives à l'éclairage des lieux de trvail intérieur selon l'Association Française de l'Eclairage (AFE) et selon la norme européenne NF EN 12464-1

LOCAUX D'INTERIEUR, TACHE OU ACTIVITE	AFE	Norme NF EN 12464-1		
	Ecl. (lux)	Ecl. (lux)	UGR_L	IRC (Ra)
BUREAUX ET LOCAUX ADMINISTRATIFS				
Bureaux de travaux généraux, dactylographie	425	500	19	80
Salles de dessins, tables	850	750	16	80
Salles de conférence et de réunion	425	500	19	80
Réception	250	300	22	80
ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT				
(Pour plus de détails, voir l'arrêté du 30 mars 1965 du Ministre de l'Education Nationale)				
Salles de classe en primaire et secondaire	325	300	19	80
Salles de classe pour les cours du soir et enseignement aux adultes, Amphithéâtres	325	500	19	80
Tableaux, salles de dessin d'Art	425	500	19	80
Tables de démonstration, laboratoires	625	500	19	80
Bibliothèques, tables de lecture	425	500	19	80
MAGASINS				
Boutiques	200	300	22	80
Self-services	300			
Grandes surfaces	500			
LOISIRS - RÉSIDENCES - LIEUX DE CULTE				
Salles de spectacles				
Foyers	125			
Amphithéâtres	80			
Salles de cinéma	40			
Salles des fêtes	250			
Habitation (Éclairage nécessaire pour les différentes activités)				
Lecture, travail d'écolier	325			
Couture	425 à 625			
Chambre à coucher, éclairage localisé	175			
Préparations culinaires, coin bricolage (à renforcer suivant activité)	425			
Hôtels				
Réception, halls, salles à manger, chambres et annexes	250	300	22	80
Églises				
Nef	80			
Chœur	250			
INDUSTRIEL				
LOCAUX INDUSTRIELS, TACHE OU ACTIVITE	AFE	Norme NF EN 12464-1		
	Ecl. (lux)	Ecl. (lux)	UGR_L	IRC (Ra)
Couloirs, escaliers	80 à 250	100 à 150	28	40
BÂTIMENTS AGRICOLES				
Poulaillers	40	50	-	40
Étables, salle de traite, préparation des aliments du bétail	125	200	25	80
Étables, couloirs d'alimentation	25	50	-	40
Laiterie	250	200	25	80
INDUSTRIES ALIMENTAIRES				
Brassage-laiteries-cuisson	250	300	25	80
Préparation du chocolat brut	125	200	25	80
Conditionnement bouchées confiserie, conserveries	425	500	22	80
INDUSTRIE DU TABAC				
Échantillonnage	425	500	19	80

LOCAUX INDUSTRIELS, TACHE OU ACTIVITE	AFE	Norme NF EN 12464-1		
	Ecl. (lux)	Ecl. (lux)	UGR_L	IRC (Ra)
INDUSTRIES DU BOIS				
Scieries	125	300	25	60
Travail à l'établi	250	300	25	80
Travail aux machines	425	500	19	80
Finition, polissage, vernissage	425	750	22	80
Contrôle final	625	1000	19	90
INDUSTRIES CÉRAMIQUES				
Fours	125	200	28	40
Moulage, presses	250	300	25	80
Vernissage	425	750	19	80
Décoration	425	1000	16	90
INDUSTRIES CHIMIQUES				
Éclairage de circulation	175	150	25-28	40
Broyeurs, malaxeurs	250	300	22	80
Fabrication des pneus	250	500	22	80
Calandrage, injection	425	300	25	80
Salles de contrôle, laboratoires	425	500	19	80
Comparaisons de couleurs	850	1000	16	90
INDUSTRIE DU CUIR				
Vernissage	425	500	22	80
Couture, comparaison de couleurs	850	1000	16	90
CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES				
Montage, travail de petites pièces	625	750	19	80
Travail de pièces moyennes	425	500	22	80
Travail très délicat ou très petites pièces	1250 à 1750	1000 à 1500	16	80
FONDERIES				
Nettoyage, modelage grossier	175	200	25	80
Modelage fin-fabrication des noyaux	425	300	25	80
Sablerie	250	300	25	80
INDUSTRIE DU LIVRE				
Typographie, reliure de livres	425	500	22	80
Pupitre de composition	625	1000	19	80
Lithographie	850	1000	19	80
MÉCANIQUE GÉNÉRALE				
Machines-outils et établis, soudure	250	300	25	60
Travail de pièces moyennes	425	500	22	80
Travail de petites pièces	625	750	19	80
Travail très délicat ou très petites pièces	1250 à 1750	1000	19	80
INDUSTRIES DU PAPIER				
Calandrage	250	300	25	80
STOCKAGE				
Entrepôts	125	100 à 300	22-25	60
INDUSTRIES TEXTILES				
Cardage, étirage-bobinage	250	300-500	22	80
Filage-tissage gros ou clair	425	500	22	80
Tissage fin ou foncé	625	750	22	80
Comparaison de couleurs	850	1000	16	90
INDUSTRIE DU VERRE				
Chaufferie-composition	125	300	25	80
Soufflage ou moulage	250	300	25	80
Décoration-gravure	425	750	16	80
INDUSTRIE DU VÊTEMENT				
Piqûre-contrôle final	850	1000	16	90

Guide Lumière

www.philips.com/eclairage

ANNEXE 2 - TABLEAU RECAPITULATIF DES INDICES D'ÉMISSIONS CO2 ET COEFFICIENTS DE CONVERSION DES ÉNERGIES

	ÉLECTRICITE	GAZ NAT	GPL	FIOUL	BIOMASSE
PCS/PCI	1,00	1,11	1,09	1,06	1,00
GES TeqCO2/MWhPCI	0,086	0,234	0,274	0,300	0,013
EP/EF	2,58	1,00	1,00	1,00	1,00

GLOSSAIRE

ÉNERGIE FINALE (KWHEF)

L'énergie finale, ou disponible, est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au domicile, etc.).

ÉNERGIE PRIMAIRE (KWHEP)

L'énergie primaire prend en compte les pertes associées à la production et à la distribution de l'énergie. Pour l'électricité le facteur de conversion d'usage en France est de 2,58, c'est-à-dire que 2,58 kWh d'énergie sont en réalité consommés pour une consommation électrique de 1 kWh chez le consommateur final. Ceci s'explique en grande partie par les pertes thermiques liées à la production de l'électricité. Pour les énergies fossiles le facteur de conversion est 1.

PCI/PCS

Le pouvoir calorifique d'un matériau combustible est l'enthalpie de réaction de combustion par unité de masse. C'est l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la réaction de combustion par l'oxygène (autrement dit la quantité de chaleur).

On distingue 2 pouvoirs calorifiques :

Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

GAZ A EFFET DE SERRE :

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui contribuent par leurs propriétés physiques à l'effet de serre. L'augmentation de leurs concentrations dans l'atmosphère terrestre est à l'origine du réchauffement climatique.

Rappel des différentes émissions de gaz à effet de serre par type d'énergie en kilogrammes de CO_2 par kWh d'énergie finale :

- → Bois 0.013
- → Électricité 0.086
- → Fioul 0.300

→ Gaz naturel 0.234

→ Gaz propane 0.274

COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE U

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est noté "U" (anciennement "k") et caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi.

Le coefficient de transmission thermique s'exprime en $W/m^2.K$ et est l'inverse de la résistance thermique de la paroi. Plus sa valeur est faible, plus la paroi est isolante.

RESISTANCE THERMIQUE R

La résistance traduit la capacité d'un matériau à résister au transfert thermique. Elle est exprimée en m^2k/W. Plus sa valeur est élevée, plus le matériau est isolant.

CERTIFICATS D'ECONOMIES D'ENERGIE

Le principe des certificats d'économie d'énergie repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie comme EDF, Gaz de France, les réseaux de chaleur tels CPCU pour une période donnée.

Le but est qu'ils aident leurs clients à réaliser des économies d'énergie en leur apportant des informations sur les moyens à mettre en œuvre, avec des incitations financières en relation avec des industriels ou des distributeurs : prime pour l'acquisition d'un équipement, aides aux travaux, service de préfinancement, diagnostic gratuit.

En contrepartie du constat des investissements effectués par les consommateurs grâce à ces actions, les vendeurs d'énergie reçoivent des certificats sur la base de forfaits en kWh calculés par type d'action, ce sont les **kWh cumac.**

LUX

Le lux est une unité de mesure de l'éclairement lumineux. Il caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface. Un lux est l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de un lumen par mètre carré.

DJU

Les Degrés Jour Unifiés ou DJU permettent de réaliser des estimations de consommation d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver.

Pour chaque période de 24 heures, le nombre de degrés jours unifiés (DJU) est déterminé en faisant la différence entre la température de référence, 18 °C, et la moyenne de la température

minimale et la température maximale de ce jour, c'est-à-dire 18 °C moins la moitié de la somme de la température maximale et de la température minimale.

RT2005 :

Règlementation thermique 2005. Les pouvoirs publics se sont engagés à réactualiser les exigences réglementaires liées à la thermique du bâtiment tous les 5 ans. La maîtrise des consommations d'énergie, la réduction des émissions de gaz à effet de serre sont les objectifs visés par la France comme par l'ensemble de la communauté internationale pour préserver les ressources énergétiques et limiter le réchauffement climatique. Cette réactualisation des contraintes énergétiques a un impact économique positif important car pour un surcoût d'investissement lié à la mise en œuvre de la RT2005 estimé à 2 ou 3 %, l'économie d'énergie associée est de l'ordre de 15 % par rapport à la règlementation thermique précédente, la RT2000.