

IUT Belfort Montbéliard rue Engel Gros Belfort

Conseil MDE



| | |
|--|-----------|
| Introduction | 1 |
| Informations qualité sur le document..... | 1 |
| Caractéristiques du site | 3 |
| Généralités | 3 |
| Consommations du site..... | 6 |
| Consommation électrique | 6 |
| Consommation de gaz naturel :..... | 11 |
| Étiquette énergétique : | 13 |
| Mesures et DJU : | 15 |
| Mesure des températures :..... | 15 |
| Degrés jour unifiés (DJU) : | 17 |
| Amphithéâtres 1 & 2 : | 18 |
| Généralités :..... | 18 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 20 |
| Remplacement des menuiseries extérieures :..... | 21 |
| Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond : | 22 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 23 |
| Isolation des canalisations de chauffage :..... | 24 |
| Rénovation de l'éclairage :..... | 26 |
| Synthèse des actions bâtiment amphithéâtre 1 & 2 :..... | 27 |
| Bâtiment des « Carrières Sociales » : | 28 |
| Généralités :..... | 28 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 30 |
| Remplacement des menuiseries extérieures :..... | 31 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 32 |
| Installation d'une ventilation mécanique contrôlée : | 33 |
| Isolation des canalisations de chauffage :..... | 34 |
| Rénovation de l'éclairage :..... | 36 |
| Synthèse des actions bâtiment « Carrières Sociales » : | 37 |
| Bâtiment amphithéâtres 3 & 4 : | 38 |
| Généralités :..... | 38 |
| Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond : | 40 |
| Rénovation de l'éclairage :..... | 40 |
| Synthèse des actions amphithéâtres 3 & 4 :..... | 41 |

| | |
|---|-----------|
| Bâtiment « Génie Civil » : | 43 |
| Généralités : | 43 |
| Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond : | 44 |
| Rénovation de l'éclairage : | 45 |
| Synthèse bâtiment « Génie civil » : | 47 |
| Bâtiment « Informatique » : | 48 |
| Généralités : | 48 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 50 |
| Remplacement des menuiseries extérieures : | 51 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 52 |
| Installation d'une ventilation mécanique contrôlée : | 53 |
| Isolation des canalisations de chauffage : | 54 |
| Rénovation de l'éclairage : | 56 |
| Synthèse des actions bâtiment « Informatique » : | 56 |
| Bâtiment « Génie thermique » : | 58 |
| Généralités : | 58 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 60 |
| Remplacement des menuiseries extérieures : | 61 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 62 |
| Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond : | 63 |
| Installation d'une ventilation mécanique contrôlée : | 64 |
| Isolation des canalisations de chauffage : | 65 |
| Rénovation de l'éclairage : | 67 |
| Synthèse des actions bâtiment « Génie Thermique » : | 68 |
| Bâtiment « Atelier génie thermique » : | 69 |
| Généralités : | 69 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 71 |
| Remplacement des menuiseries extérieures : | 72 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 73 |
| Isolation des canalisations de chauffage : | 74 |
| Rénovation de l'éclairage : | 76 |
| Synthèse des actions bâtiment « Atelier génie thermique » : | 76 |
| Bâtiment « Génie électrique » : | 78 |
| Généralités : | 78 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 80 |
| Remplacement des menuiseries extérieures : | 81 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 82 |
| Installation d'une ventilation mécanique contrôlée : | 83 |

| | |
|---|------------|
| Isolation des canalisations de chauffage : | 84 |
| Rénovation de l'éclairage : | 86 |
| Synthèse des actions bâtiment « Génie électrique » : | 86 |
| Bâtiment « Atelier génie électrique » : | 88 |
| Généralités : | 88 |
| Isolation des murs par l'extérieur : | 90 |
| Remplacement des menuiseries extérieures : | 91 |
| Isolation du plancher sur vide sanitaire : | 93 |
| Isolation des canalisations de chauffage : | 93 |
| Rénovation de l'éclairage : | 95 |
| Synthèse des actions bâtiment « Atelier génie thermique » : | 95 |
| Récapitulatif : | 97 |
| Actions concernant le bâti : | 97 |
| Conditionnement d'ambiance : | 98 |
| Situation actuelle..... | 98 |
| Préconisations..... | 100 |
| Synthèse : | 121 |
| 5 scénarii différents: | 121 |

Introduction

Informations qualité sur le document

Conseil

L'offre conseil MDE vous permet d'optimiser la consommation énergétique de vos bâtiments et de vos équipements.

Le diagnostic vous permet :

- 1 de détecter les dysfonctionnements majeurs des installations,
- 2 d'établir un état des lieux des différentes utilités sur la base des éléments recueillis,
- 3 de vous fournir les principales données technico-économiques de votre projet, d'identifier les pistes d'amélioration et les solutions correspondantes.

Limite du document

Ce document ne se substitue pas à une étude par un ingénieur conseil qui, de manière exhaustive, considérera l'ensemble des paramètres du site (caractéristiques précises du bâtiment, des matériels, contrainte de mise en œuvre, d'exploitation.)

Ces éléments vous sont donnés à titre indicatif. Le dimensionnement des équipements nécessaires et l'étude de prix doivent être réalisés par un ingénieur conseil. La responsabilité d'EDF ne saurait être engagée par le présent dossier.

Par ailleurs, l'évaluation des investissements nécessaires est fonction :

- Du calcul précis des besoins,
- De l'entreprise,
- Des choix définitifs du matériel.

Ce document ne peut en aucun cas être utilisé pour la réalisation des travaux et n'est donc pas assimilable à une étude d'exécution. Il ne revêt aucun caractère contractuel.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 1 |
| | Rapport | Version : V1 |

Informations qualité sur le document (suite)

Interlocuteurs

| Nom | Fonction | Téléphone | Email |
|---------------|----------|-----------|-------|
| Client | | | |
| M. | | | |
| M. | | | |
| EDF | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Création document

Date de référence

Auteur

Signature

Contrôle final

Date

Nom

Signature

Destinataire

Nom

Service

Coordonnées

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 2 |
| | Rapport | Version : V1 |

Caractéristiques du site

Généralités

Localisation

L'entrée de l'IUT de Belfort Montbéliard se situe rue Engel Gros à Belfort.



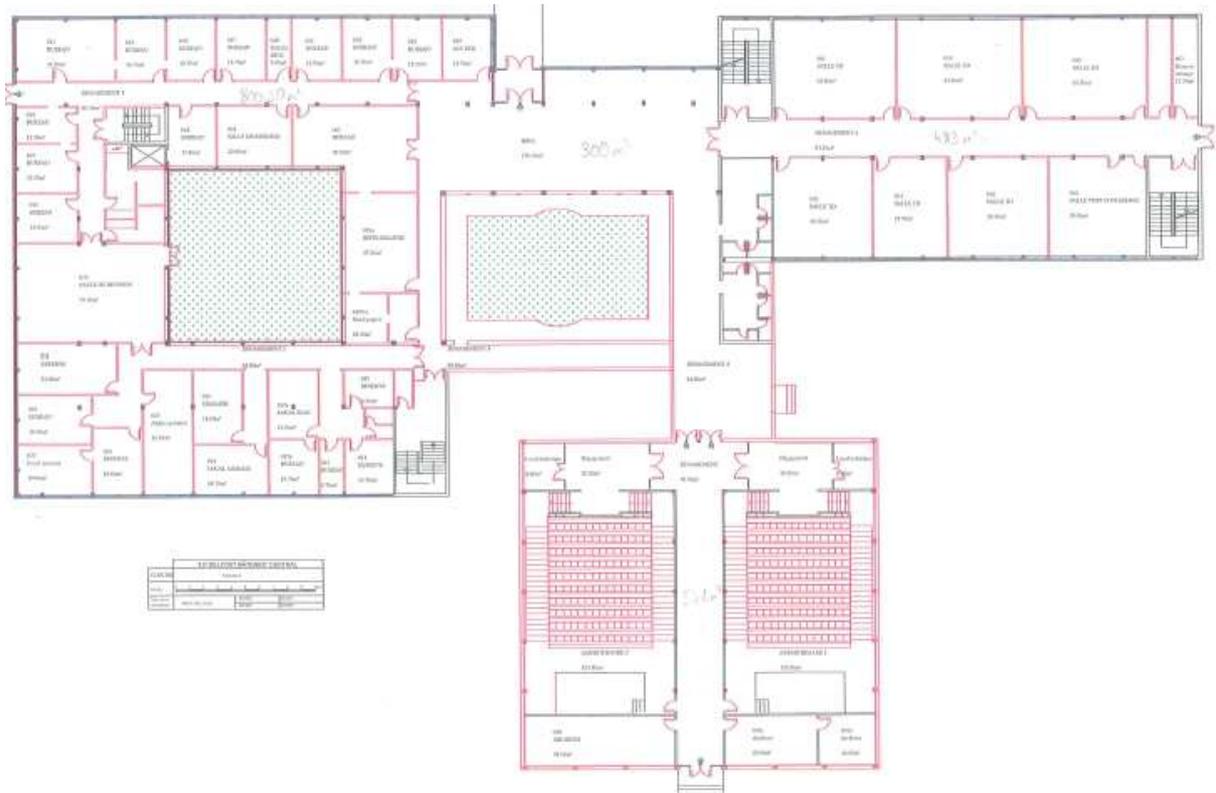
Surfaces

Les surfaces de ces bâtiments sont d'environ :

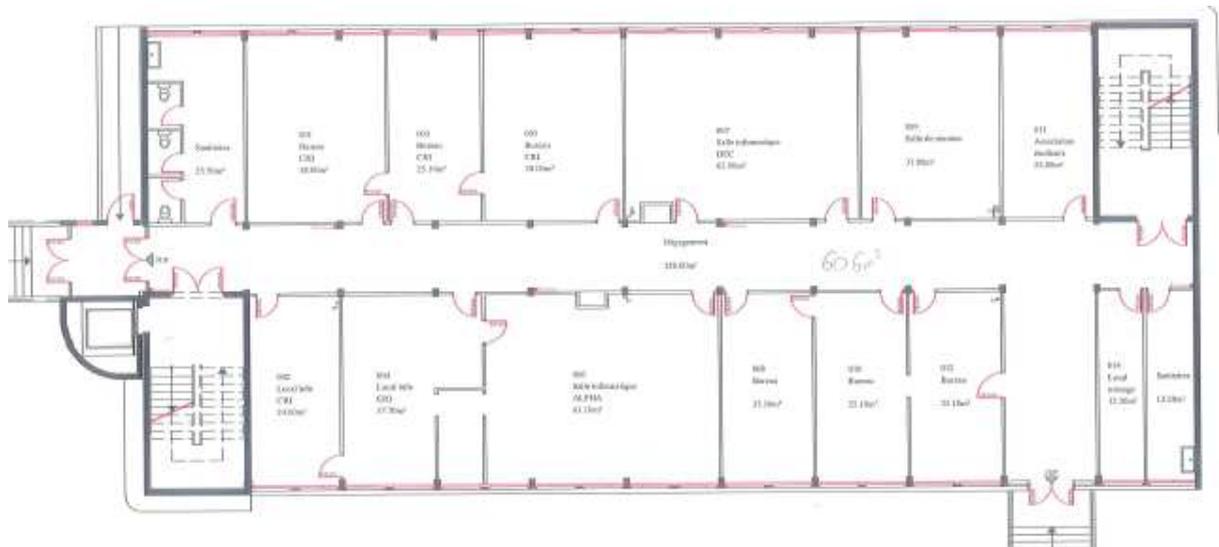
| Désignation | Bâtiment | Surface (m ²) | Volume (m ³) |
|---|------------------|---------------------------|--------------------------|
| Accueil, Direction, Administration | Bât . 1 et 2 / F | 2 155 | 6 250 |
| Amphithéâtre 1 & 2 | Bât 3 et 4 / F | 560 | 1 960 |
| Département. CS, secrétariat, salles de cours | Bât 5 / F | 1 660 | 4 815 |
| Amphithéâtre 3 et 4 | Bât. 6 / D | 320 | 1 140 |
| Département Génie civil, salle de cours | Bât. 7 / D | 685 | 1 905 |
| Dépt. Informatique, salle de cours, CRI, labo | Bât 8 / E | 2 720 | 8 160 |
| Dépt. Génie thermique, salle de cours | Bât 9 / C | 3 565 | 10 695 |
| Plateforme technique mutualisée GTE/GC | Bât 10 / C | 3 200 | 12 800 |
| Dépt. Génie Electrique, salle de cours, | Bât 11 / B | 2 200 | 6 600 |
| Plateforme technique GEII/GC | Bât 12 / A | 2 100 | 8 400 |
| Total | | 19 155 | 62 725 |

Plan des bâtiments

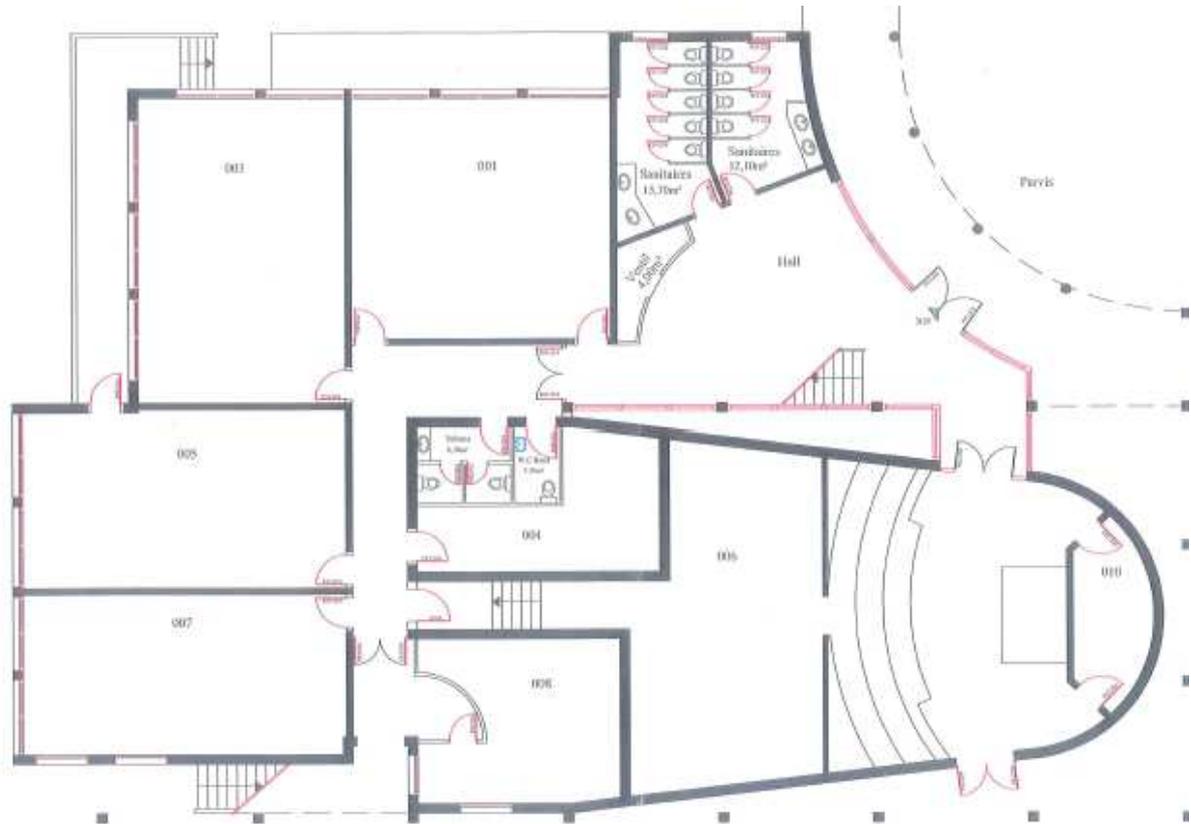
Nous avons récupéré les plans des bâtiments 1 à 9, mais nous n'avons pas les plans des bâtiments 10 à 12.



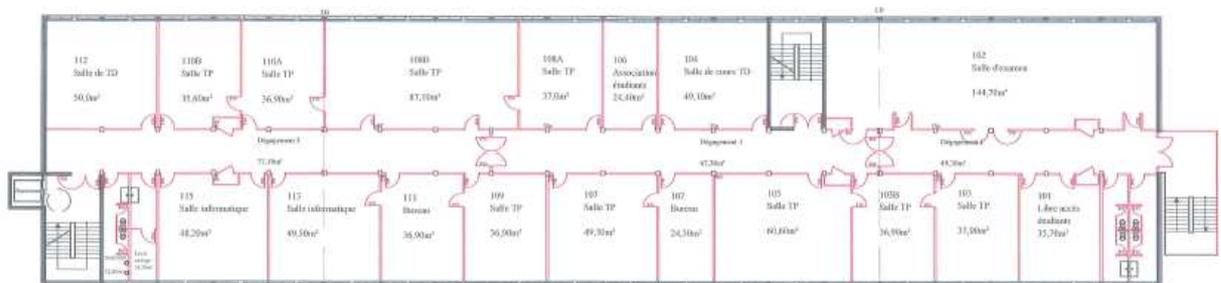
Plan des bâtiments 1,2,3,4,5



Plan du bâtiment 8



Plan des bâtiments 6 et 7



Plan du bâtiment 9

Consommations du site

Consommation électrique

Consommation annuelle

La consommation électrique annuelle du site (du 01/11/2012 au 31/10/2013) est d'environ 577 000 kWh.

Le coût d'exploitation est d'environ 55 740 € H.TVA., soit un prix moyen de 0,097 € H.TVA./kWh.

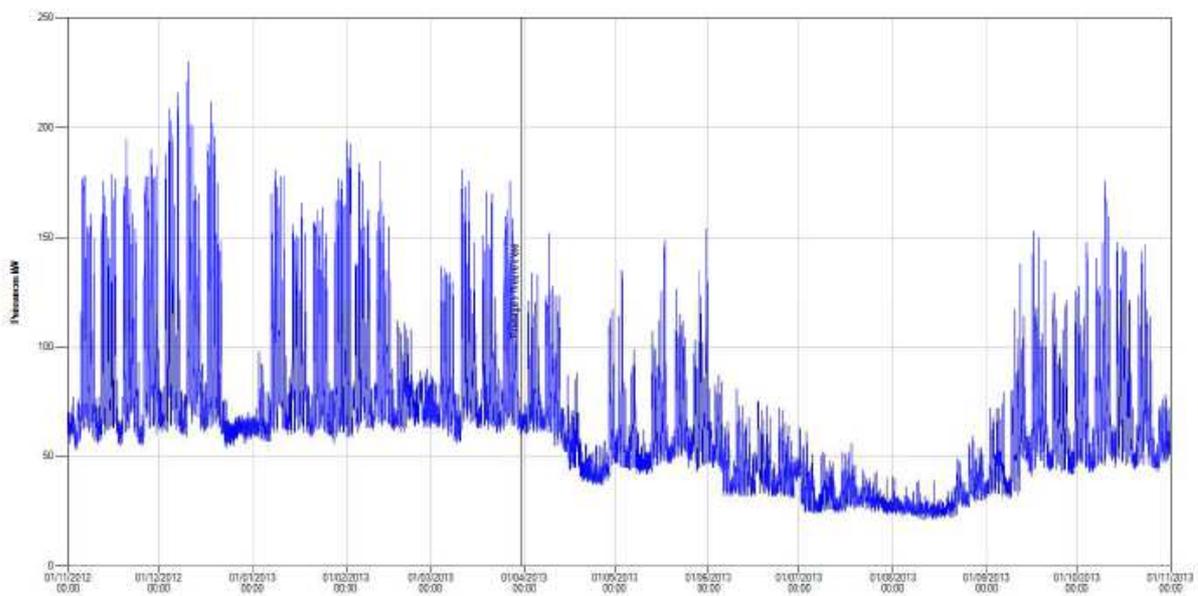
Contrat

Les puissances souscrites sont de 252 kW dans tous les postes tarifaires.

La puissance maximale atteinte est de 230 kW.

Courbe de la consommation

La consommation électrique annuelle du 1 novembre 2012 au 31 octobre 2013 est de 577 000 kWh.

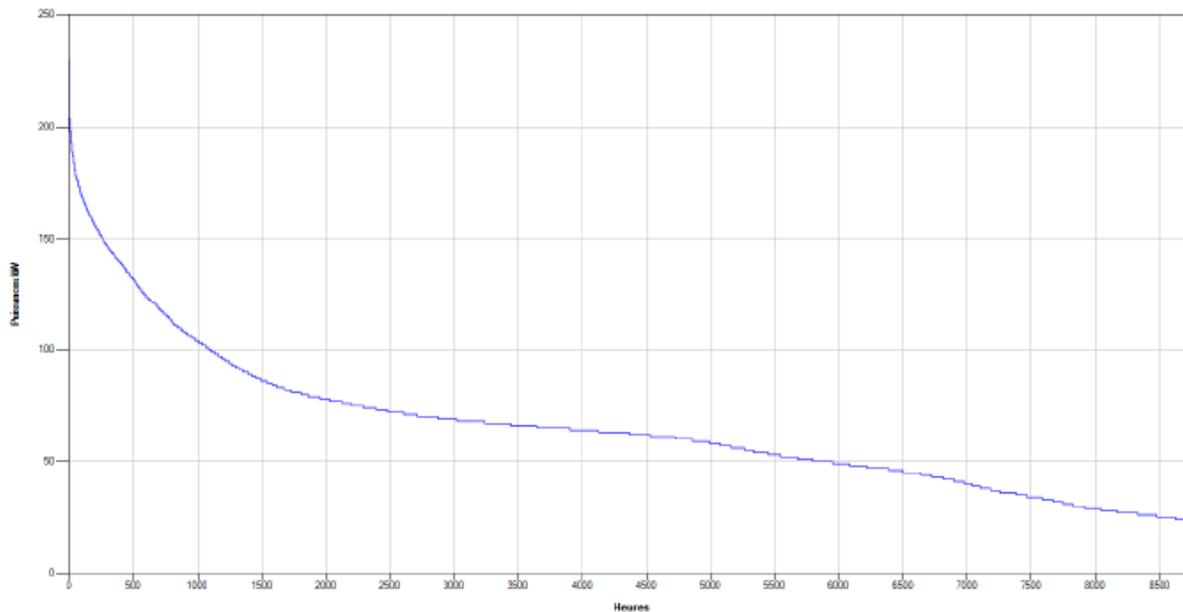


Courbe de la consommation annuelle

Monotone

La monotone de la puissance représente le nombre d'heure ou la puissance est utilisée.

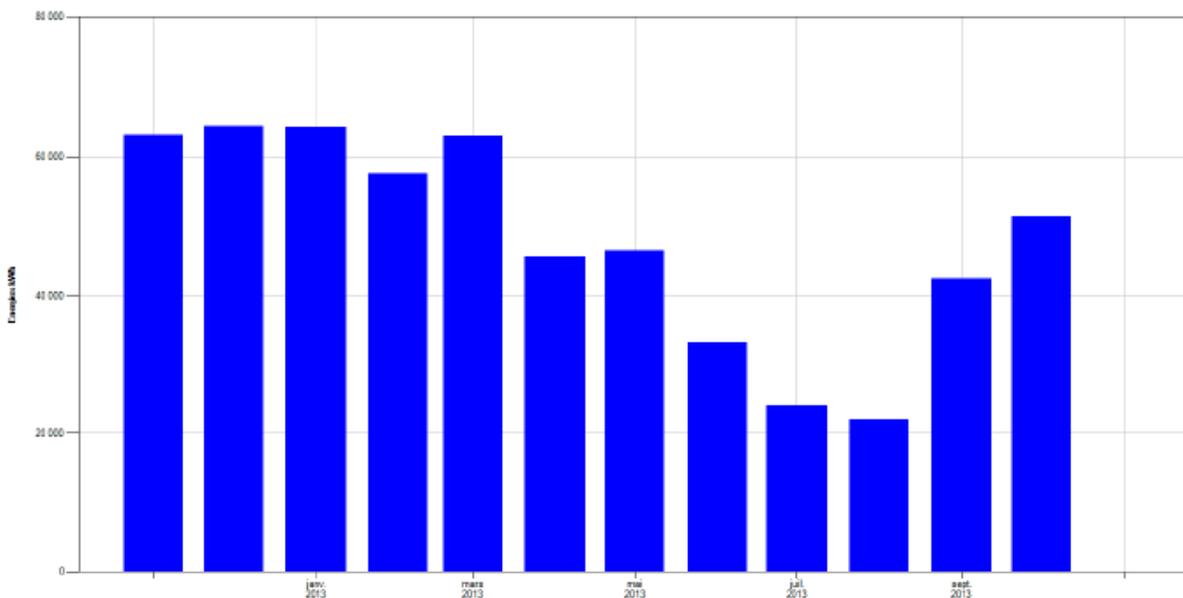
| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 6 |
| | Rapport | Version : V1 |



Monotone de la puissance

Consommation mensuelle

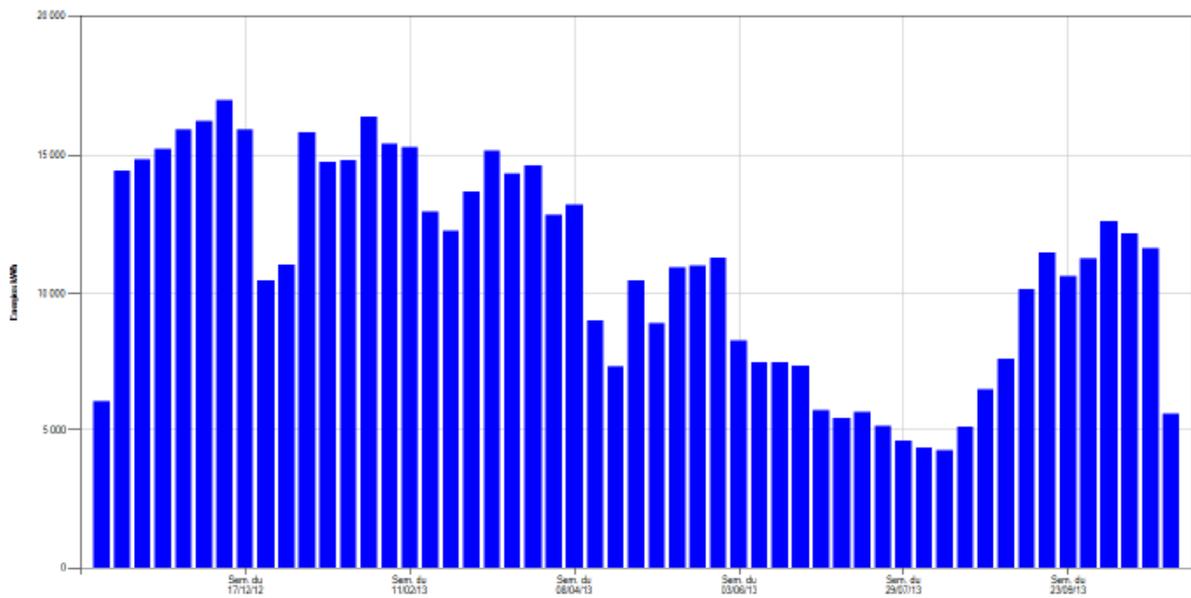
Répartition de la consommation mensuelle du 1 novembre 2012 au 31 octobre 2013.



Consommation électrique mensuelle

Consommation hebdomadaire

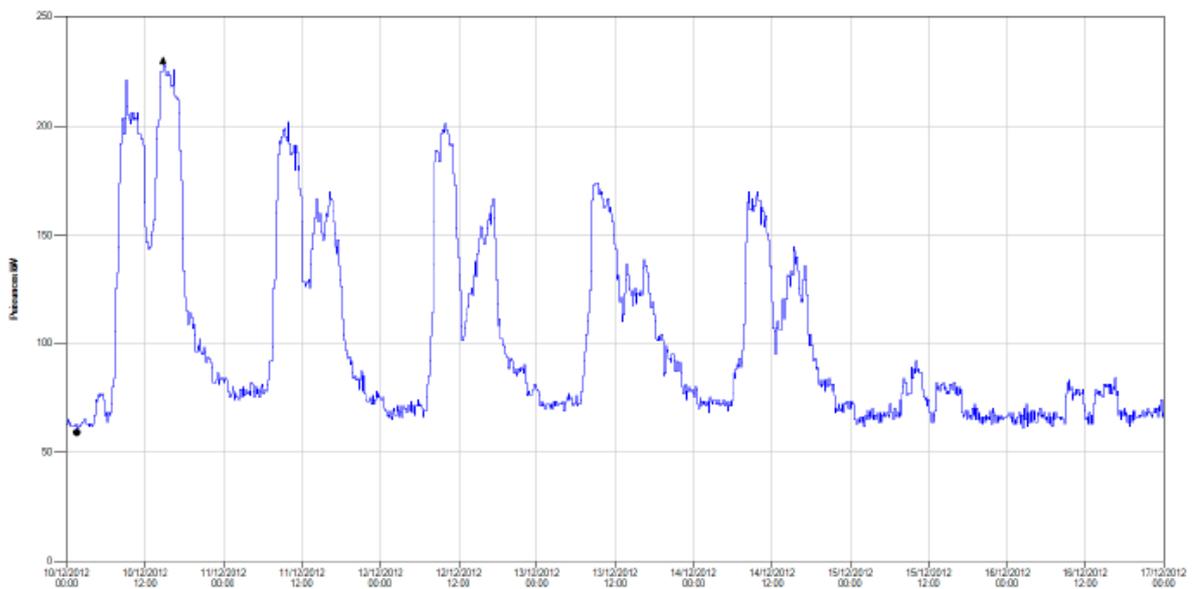
Consommation hebdomadaire du 1 novembre 2012 au 31 octobre 2013



Consommation électrique hebdomadaire

Consommation semaine

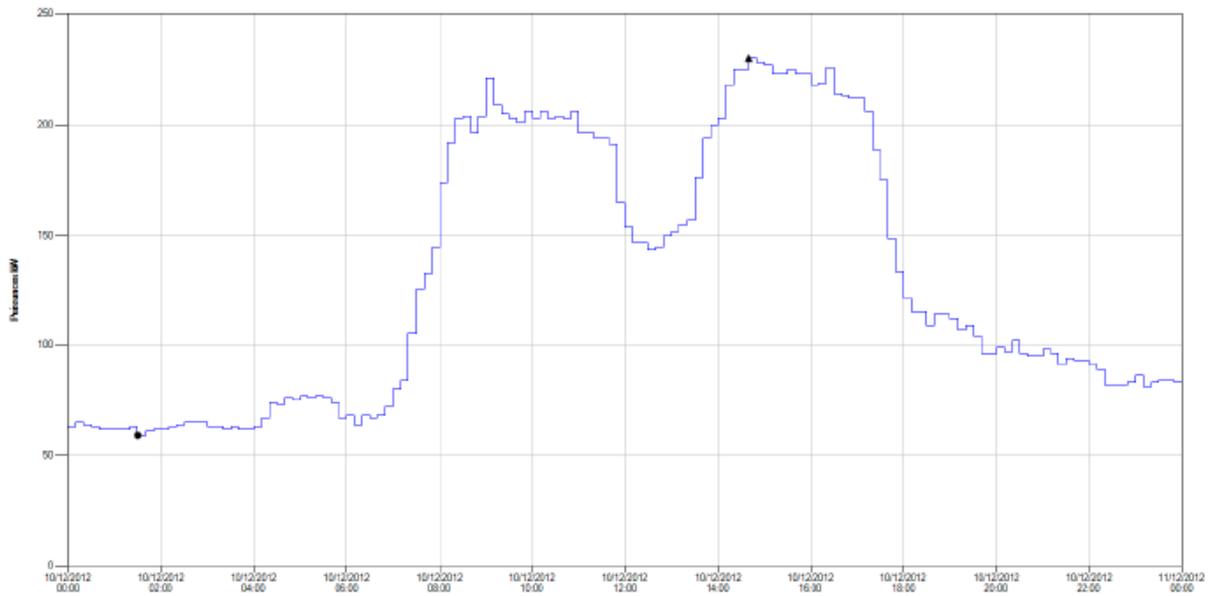
Courbe de la consommation sur une semaine type hiver (10/12/2012)



Consommation sur une semaine type

Consommation journalière

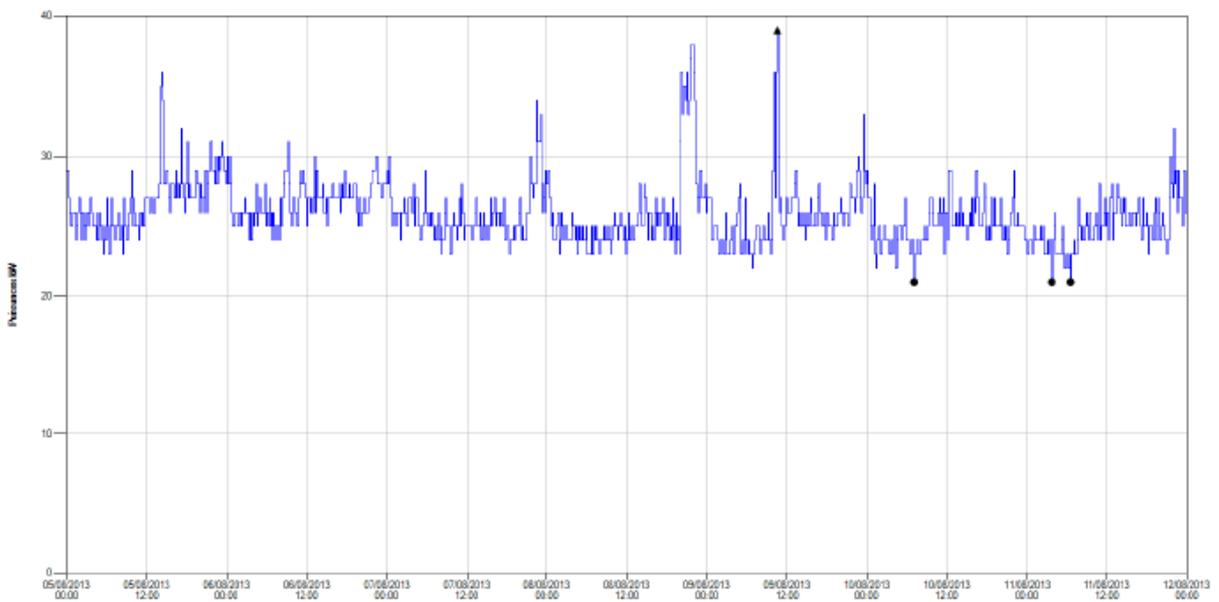
Courbe de la consommation électrique sur une journée type.



Profil de la consommation sur une journée

Baisse d'activité

Période des vacances scolaires estivales.



Le talon est d'environ 30 KW

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 9 |
| | Rapport | Version : V1 |

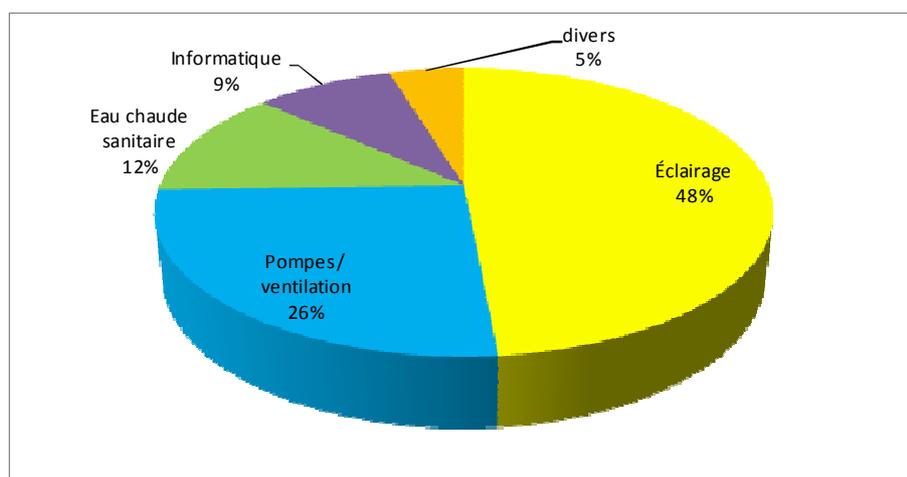
Répartition de la consommation électrique

En fonction :

- des éléments recueillis sur site,
- des ratios que nous avons dans les différents secteurs d'activités,

l'estimation de la répartition de la consommation électrique est la suivante :

| Postes de consommation | Consommation (kWh) |
|------------------------|--------------------|
| Éclairage | 280 000 |
| Pompe / ventilation | 150 000 |
| Eau chaude sanitaire | 70 000 |
| Informatique | 50 000 |
| Autres usages | 27 000 |
| Total | 577 000 |



Répartition des consommations électriques

Remarque

Nous pouvons constater que le premier poste de consommation est l'éclairage avec près de la moitié de la consommation électrique.

Consommation de gaz naturel :

Historique de la consommation

Vous nous avez fourni les consommations de gaz naturel des 4 dernières années ainsi que le coût d'exploitation, ci-après :

| | Consommation (kWh) | Coût d'exploitation (€ H.T.) | Coût moyen (€ H.T. /kWh) | DJU (base 18) | Ratio (Wh/Dju.m ²) |
|------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Année 2009 | 3 833 966 | 146 354 | 0,0382 | 2 461 | 81 |
| Année 2010 | 4 168 375 | 159 252 | 0,0382 | 2 765 | 79 |
| Année 2011 | 3 078 160 | 137 050 | 0,0445 | 2 233 | 72 |
| Année 2012 | 3 408 411 | 170 954 | 0,0502 | 2 550 | 70 |

Remarques

Nous pouvons constater que le ratio de consommation a tendance à baisser sur les quatre dernières années, cette baisse est probablement due aux améliorations sur l'isolation des différents bâtiments (baisse d'environ 13%).

Par contre le prix de l'énergie a augmenté sur les quatre dernières années d'environ 31%.

Analyse de la consommation 2012

La consommation de gaz naturel est utilisée dans votre établissement pour le chauffage des bâtiments, la consommation mensuelle est de :

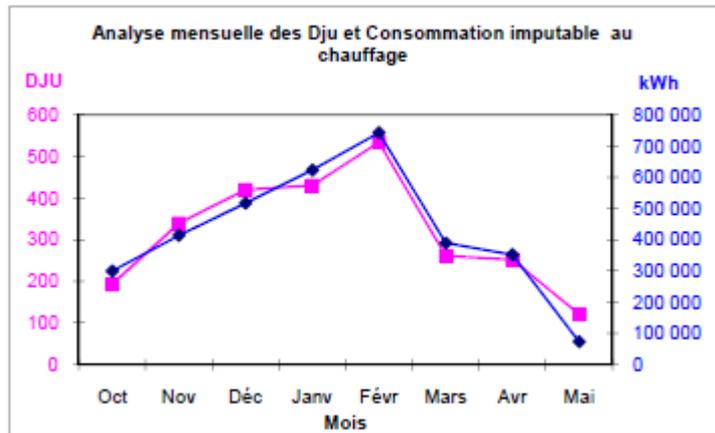
| Mois | Consommation (kWh) | Degrés Jours Unifiés |
|----------------|-----------------------|----------------------|
| Janvier 2012 | 622 494 | 430 |
| Février 2012 | 742 619 | 534 |
| Mars 2012 | 389 059 | 261 |
| Avril 2012 | 351 535 | 252 |
| Mai 2012 | 52 425 | 121 |
| Septembre 2012 | 20 745 | 0 |
| Octobre 2012 | 299 189 | 193 |
| Novembre 2012 | 413 564 | 339 |
| Décembre 2012 | 516 781 | 420 |
| Total | 3 408 411 | 2 550 |

Méthode Anagram

Nous allons comparer la consommation de gaz naturel de chauffage par

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 11 |
| | Rapport | Version : V1 |

rapport aux Degrés jour unifié (Dju).

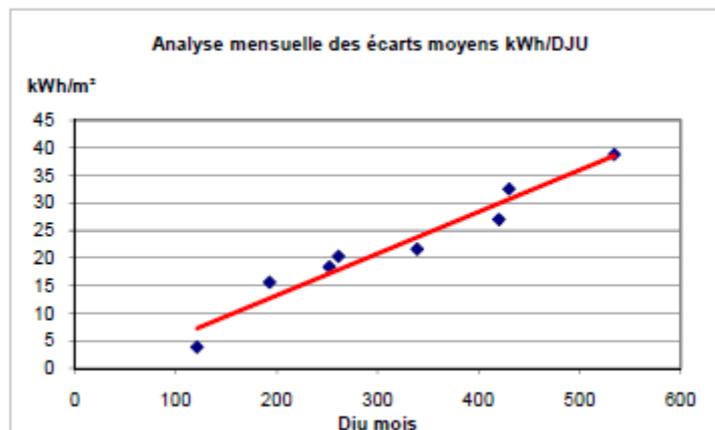


Analyse mensuelle de la consommation/ DJU

Droite de régression

La droite de régression représente l'évolution de la consommation en fonction des DJU.

Plus les points sont rapprochés de cette droite, mieux l'installation est régulée.



Droite de régression

Remarques

Nous constatons que les points sont très proches de la droite de régression ce qui pour un établissement scolaire est anormal car nous devrions voir des points plus éloignés les mois de congés scolaires ou théoriquement des réduits de température sont réalisés.

La puissance de base théorique (calculée) est de 1 996 kW et la température de non chauffage de 17,2°C.

Étiquette énergétique :

Consommation de référence

En calculant le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE) pour ce bâtiment faisant partie de la catégorie 6.1 (bâtiments Tertiaire Public, bureaux, enseignement) avec :

Consommation électriquekWh

Consommation gaz naturelkWh.

Question 1

Commentaires sur l'étiquette énergétique

La consommation énergétique en énergie primaire est de :

.....kWhEP/m².an,

Question 2

Consommation de gaz naturel : (suite)

Modification de l'étiquette énergétique

Vous nous avez parlé du projet de démolir le bâtiment administratif, bâtiment F, (les amphithéâtres 1 & 2 et le bâtiment carrières Sociales seront conservés) pour reconstruire un nouveau bâtiment (probablement plus grand) qui aurait comme objectif « bâtiment à énergie passive ».

Nous allons donc sortir le bâtiment administratif de l'étude car il n'y aura pas de travaux de rénovation sur celui ci avant sa démolition.

Nouvelles consommations

En sortant le bâtiment administratif, les nouveaux paramètres à prendre en compte seront :

| | paramètres | unités |
|----------------------------------|------------|----------------|
| Surface totale (sans bât admin.) | 17 000 | m ² |
| Consommation électrique | 511 875 | kWh |
| Consommation gaz naturel | 2 978 448 | kWh |

Nouvelle étiquette énergétique

Nouvelle étiquette énergétique, sans le bâtiment administratif :
.....kWhEP/m

Question 2

Remarque

Nous pouvons constater qu'avec ou sans le bâtiment administratif cela change légèrement l'étiquette énergétique de 238 kWh EP/m² à 235 kWh EP/m² mais nous sommes toujours en classe D.

Mesures et DJU :

Mesure des températures :

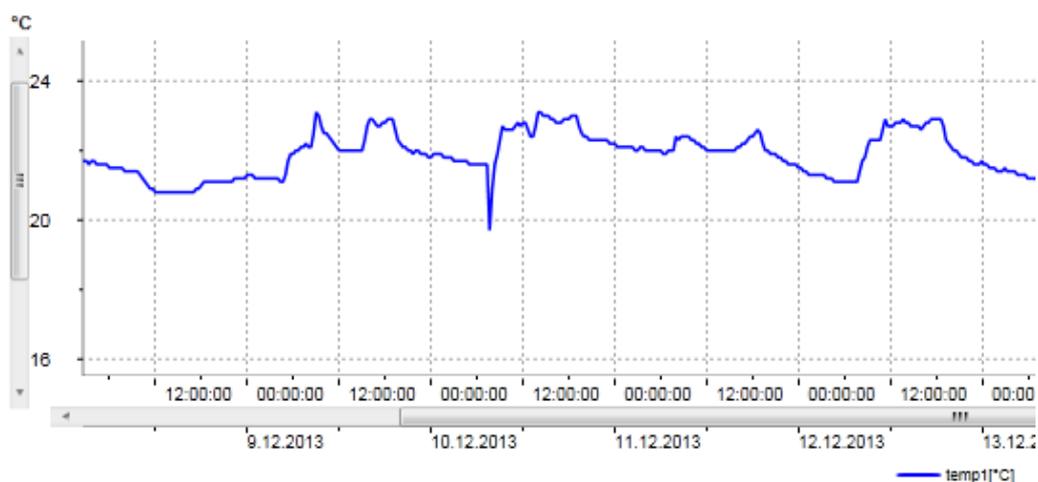
Enregistrement des températures

Lors de notre visite du 5 décembre nous avons laissé des enregistreurs de température dans 4 bâtiments de l'IUT pour voir l'évolution thermique des bâtiments y compris le week-end.

Ces quatre enregistreurs ont été placés dans les locaux suivants :

Bâtiment administratif

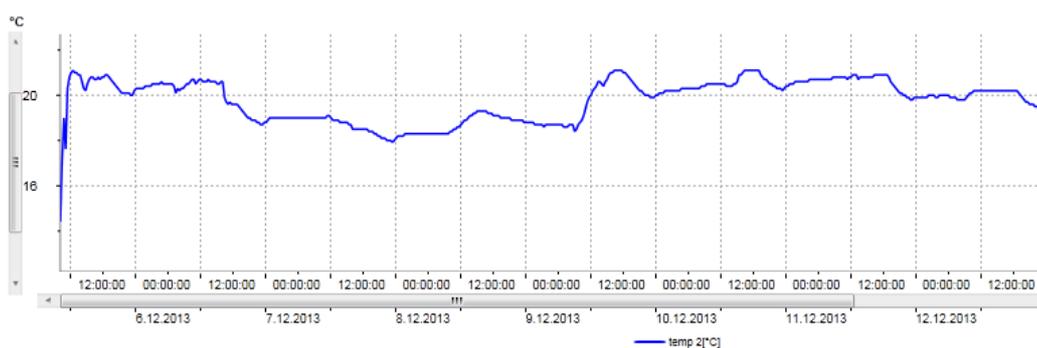
Les mesures ont été réalisées entre le 5 décembre et le 12 décembre 2013.



Températures du bâtiment administratif

Bâtiment informatique

Les mesures ont été réalisées entre le 5 décembre et le 12 décembre 2013.

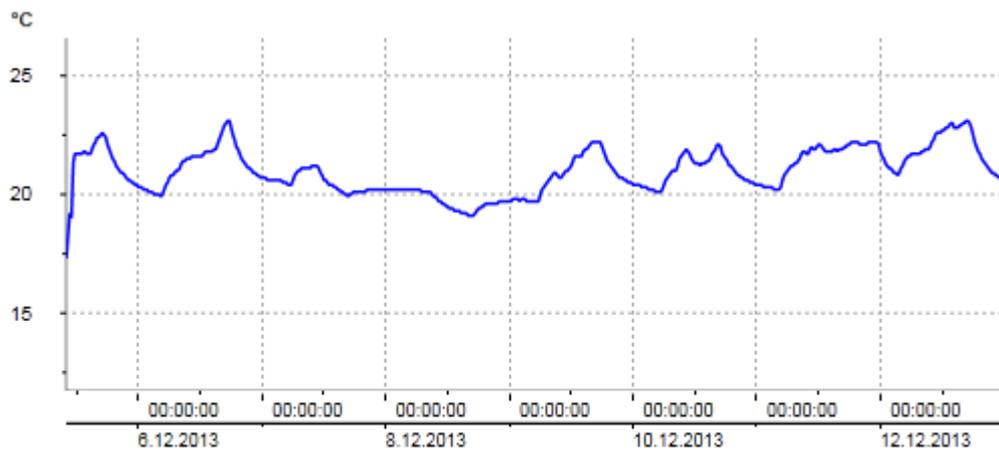


Températures du bâtiment informatique

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 15 |
| | Rapport | Version : V1 |

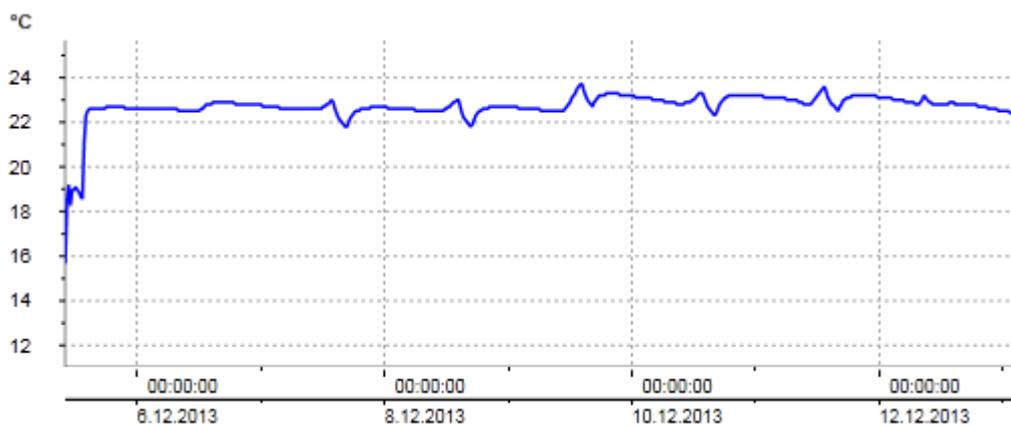
Mesure des températures : (suite)

Bâtiment génie civil Les mesures ont été réalisées entre le 5 et le 12 décembre 2103.



Températures du bâtiment génie civil

Bâtiment génie électrique Les mesures ont été réalisées entre le 5 et le 12 décembre 2013.



Températures du bâtiment génie électrique

Question 3 Commentaires sur échantillonnage des températures :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 16 |
| | Rapport | Version : V1 |

Degrés jour unifiés (DJU) :

Définition

Les DJU sont obtenus à partir des températures moyennes quotidiennes et prennent en compte une période conventionnelle de chauffage de 232 jours, du 1er octobre au 20 mai.

A noter que si les DJU sont basés sur une température de référence de 18°C, la notion de degrés jours DJ, peut se référer à d'autres températures de confort.

Imaginons un hôpital où la température intérieure serait fixée à 22°C, le calcul de chauffage et de déperditions devrait s'effectuer sur le base de degrés jours 22° - 1° (apports gratuits), soit des DJ(21).

Les degrés jours sont disponibles auprès des services météo de chaque département.

DJU pris en compte

Compte tenu des faibles réduits de températures que nous avons relevés précédemment, les DJU base 19 de Belfort, que nous prendrons en compte dans l'étude sera de 2 919 Dju.

Si les réduits de température en période d'inoccupation (la nuit, le week-end et pendant les vacances universitaires) étaient programmés la valeur serait d'environ 2 653 Dju.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 17 |
| | Rapport | Version : V1 |

Amphithéâtres 1 & 2 :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé entre le bâtiment administratif et le bâtiment « Carrières sociales », avec une surface chauffée d'environ 560 m² pour un volume de 1 960 m³.



Bâtiment amphi 1 & 2

Nous avons estimé les consommations électrique et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 16 800 kWh,

Consommation de gaz naturel = 191 600 kWh.

Étiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est E avec 385 kWh EP/m².

| Consommation énergétique (en énergie primaire) [kWhEP/m ² .an] | 385 | Emissions de gaz à effet de serre (GES) [kgéqCO ₂ /m ² .an] | 75 |
|--|-----|--|----|
| Logement économe | | Faible émission de GES | |
| ≤ 50 A | | ≤ 5 A | |
| 51 à 110 B | | 6 à 15 B | |
| 111 à 210 C | | 16 à 30 C | |
| 211 à 350 D | | 31 à 60 D | |
| 351 à 540 E | ← | 61 à 100 E | ← |
| 541 à 750 F | | 101 à 145 F | |
| > 750 G | | > 145 G | |
| Logement énergivore | | Forte émission de GES | |

Étiquette énergétique classe E

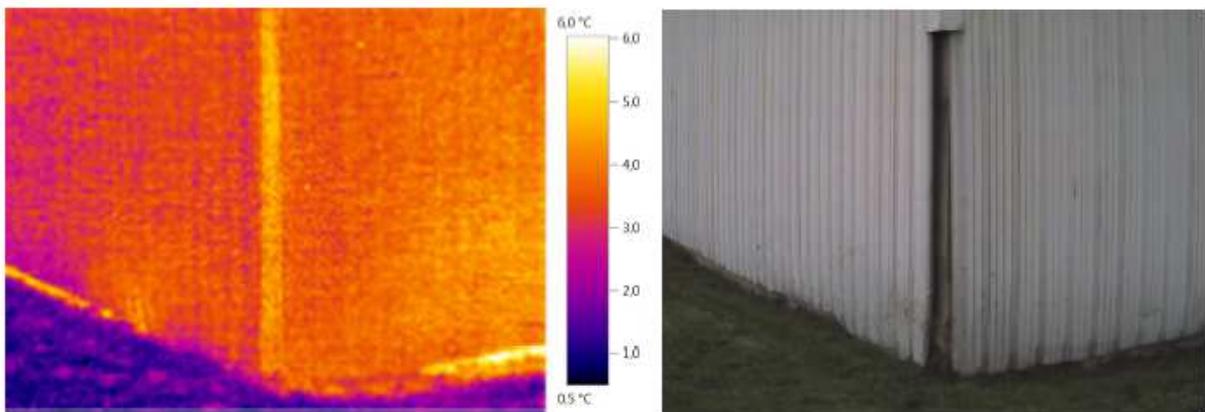
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

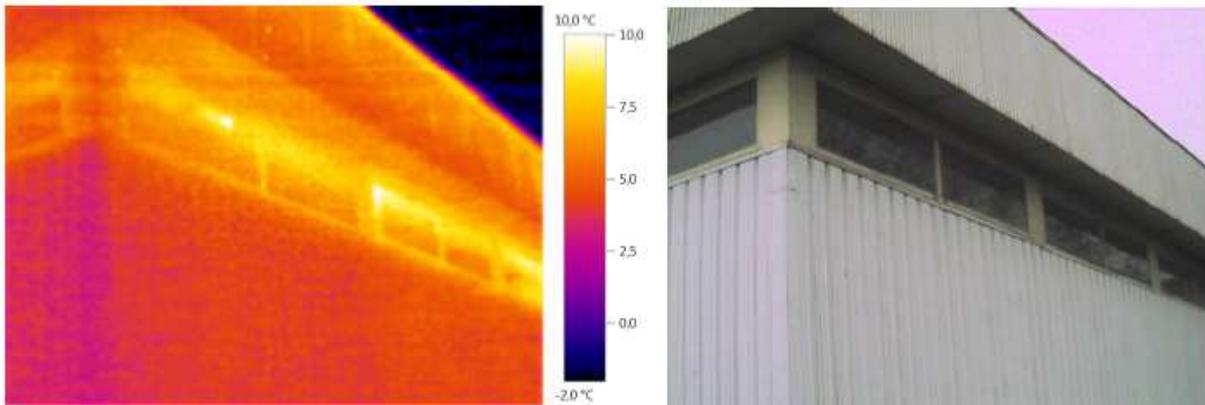
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|---|
| Mur extérieur | Agglos + bardage sans isolation |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage |
| Plancher | En partie sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 50 mm de polystyrène expansé |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Isolation et pont thermique des parois verticales



Isolation et pont thermique des parois verticales

Nous pouvons constater que l'isolation en place est très vétuste avec même des vitres cassées.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 2 243 W/°C, soit environ 74 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 191 600 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 rénovation de l'étanchéité et de l'isolation de la toiture,
- 4 isolation des canalisations de chauffage,
- 5 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

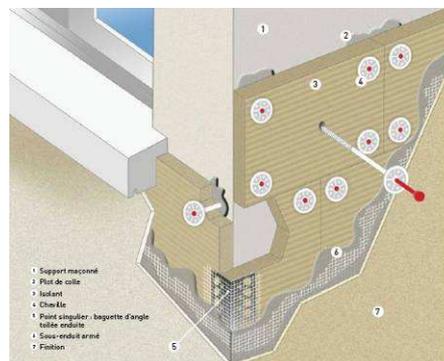
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 20 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec une isolation des murs extérieurs sur toute la surface seraient **143 572 kWh**.

Economie

L'économie en installant de l'isolation sur les murs en contact avec l'extérieur de ce bâtiment serait d'environ **48 028 kWh**, soit **2 411 € H.T.**

Soit une économie d'environ 25 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur serait de **53 000 et 58 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 207 800 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

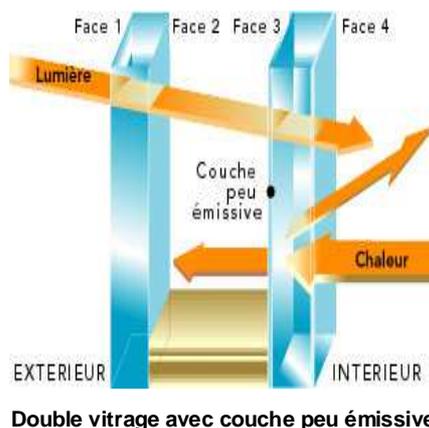
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 21 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec le remplacement de toutes les menuiseries extérieures seraient **171 295 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment d'environ **20 305 kWh**, soit **1 019 € H.T.**

Soit une économie d'environ 11 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **25 000 et 28 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **264 600 kWh cumacs**.

Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 22 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plafond permet :

- de réduire les déperditions,
- de conserver la pérennité du bâtiment dans le temps.

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type TTI Th36 SE avec 15 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'une étanchéité par film bitumeux.

La résistance thermique de l'isolant est de 4,15 m²C/W.



Exemple de pose directe sur le Knauf Therm TTI Th36 SE de la 1^{re} couche d'étanchéité à joints adhésifs.

Représentation de l'isolation par l'extérieur

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec isolant sur toute la surface du plafond seraient **170 099 kWh**.

Economie

L'économie en rénovant l'isolation du plafond de ce bâtiment serait d'environ **21 501 kWh**, soit **1 079 € H.T.**

Soit une économie d'environ 11 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur le plafond de ce bâtiment sera de **30 000 à 35 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation en toiture terrasse est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-07

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 209 600 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 23 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter la sensation de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec un isolant projeté sur toute la sous face du plancher seraient d'environ **162 923 kWh**.

Economie

L'économie en projetant de l'isolation en sous face du plancher du vide sanitaire de ce bâtiment serait d'environ **28 677 kWh**, soit **1 440 € H.T.**

Soit une économie d'environ 15 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **20 000 à 22 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

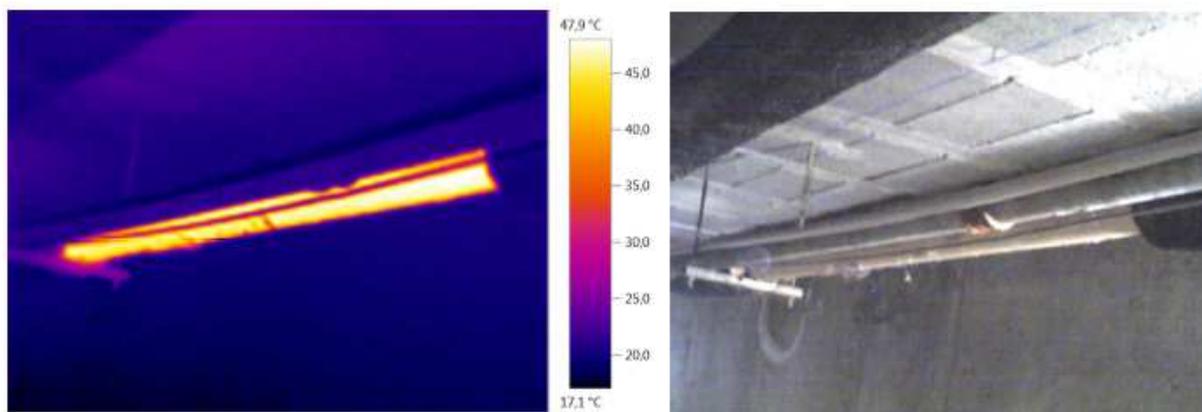
Le montant des CEE serait de **2 553 600 kWh cumacs**.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 24 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradées.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment F

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **179 600 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **12 000 kWh**, soit **602 € H.T.**

Soit une économie d'environ 6 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation des canalisations de chauffage en sous sol sera de **1 600 à 2 000 € H.T.**

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 25 |
| | Rapport | Version : V1 |

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **400 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans l'amphithéâtre n°1, il était d'environ 250 lux.

Les recommandations de l'Association Française de l'Eclairage (AFE) sont de 500 lux.

Actuellement l'éclairage des amphithéâtres 1 & 2 est essentiellement constitué de luminaires encastrés avec 2 tubes fluorescents de 36 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 8 400 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 8 400 kWh, soit environ 815 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **4 200 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **4 200 kWh**, soit **407 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 26 |
| | Rapport | Version : V1 |

 l'ordre de **13 000 à 15 000 € H.T.**
CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions bâtiment amphithéâtre 1 & 2 :

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|------------------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Murs extérieurs | 48 028 | 2 411 | 50 000 à 55 000 | 20 à 23 | 1 207 800 |
| Menuiseries | 20 305 | 1 019 | 25 000 à 28 000 | 25 à 27 | 264 600 |
| Plafond | 21 501 | 1 079 | 30 000 à 35 000 | 28 à 32 | 1 209 600 |
| Plancher | 28 677 | 1 440 | 20 000 à 22 000 | 14 à 15 | 2 553 600 |
| Isolation canalisation | 12 000 | 602 | 1 200 à 1 500 | 2 à 2,5 | 400 000 |
| Rénovation éclairage | 4 200 | 407 | 13 000 à 15 000 | > 30 ans | 0 |

Remarques

.Ce bâtiment est le moins bien isolé et il faudrait le traiter en priorité.

Le chauffage est assuré par des CTA, que nous n'avons pas pu visiter, mais qui semblent vétustes (lors de notre visite l'une était en panne).

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe E avec 385 kWh EP/m² passera à la classe C avec 158 kWh EP/m².

Bâtiment des « Carrières Sociales » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé dans le prolongement de bâtiment administratif, avec une surface chauffée d'environ 1 660 m² pour un volume de 4 815 m³.



Bâtiment « Carrières Sociales »

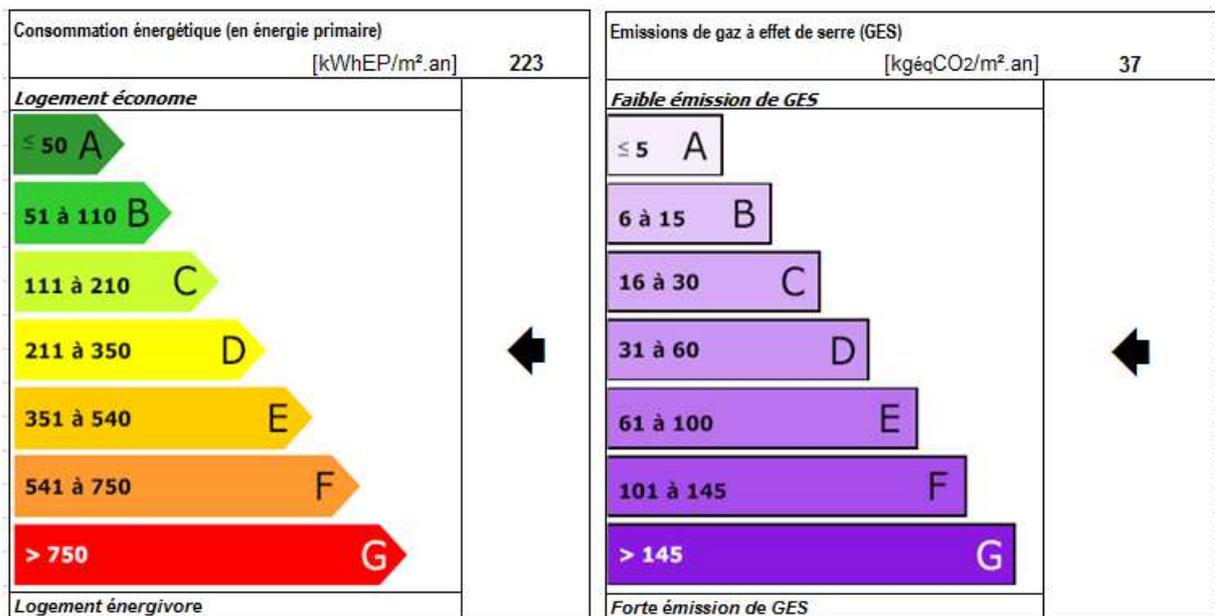
Nous avons estimé les consommations électrique et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 49 400 kWh,

Consommation de gaz naturel = 269 100 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 223 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

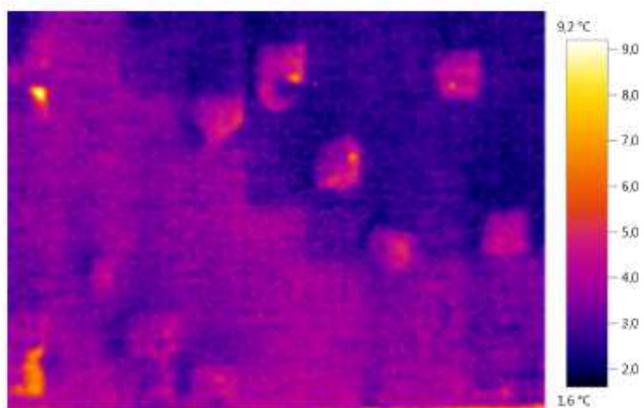
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Agglos + bardage avec 60 mm de laine de roche |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage + deuxième fenêtre au nue extérieure |
| Plancher | En partie sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 100 mm de polystyrène expansé et 50 mm polystyrène extrudé |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Pont thermique y compris sur le vide sanitaire



Isolation dégradée sur le pignon du bâtiment

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vétuste.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 3 150 W/°C, soit environ 104 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 269 100 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 installation d'une ventilation mécanique contrôlée,
- 5 isolation des canalisations de chauffage,
- 6 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

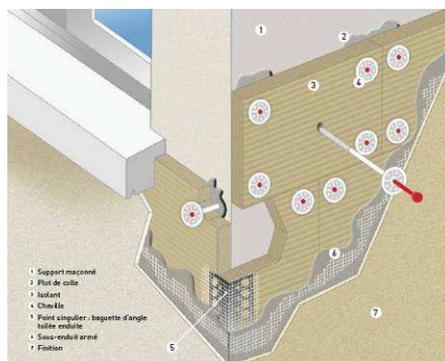
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 30 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec isolant sur tous les murs extérieurs seraient de **245 170 kWh**.

Economie

L'économie en installant de l'isolation extérieure sur tous les murs de ce bâtiment serait d'environ **23 930 kWh**, soit **1 201 € H.T.**

Soit une économie d'environ 9 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation extérieure sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur serait de l'ordre de **85 000 et 90 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 830 000 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

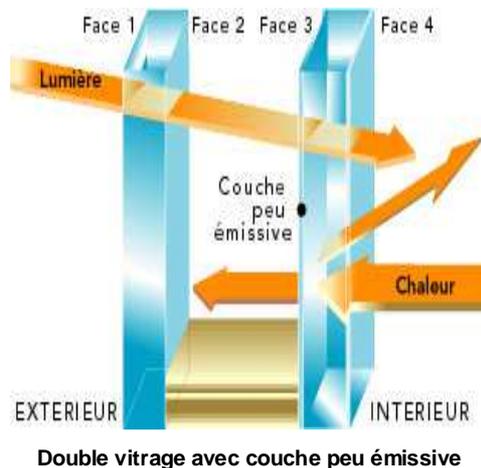
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 31 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures seraient d'environ **235 602 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment serait d'environ **33 498 kWh**, soit **1 682 € H.T.**

Soit une économie d'environ 12 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **98 000 et 107 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 058 000 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 32 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter la sensation de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment avec un isolant projeté sur toute la sous face du plancher seraient d'environ **240 181 kWh**.

Economie

L'économie en projetant de l'isolation en sous face du plancher de ce bâtiment d'environ **28 919 kWh**, soit **1 452 € H.T.**

Soit une économie d'environ 11 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **20 000 à 22 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **2 571 840 kWh cumacs**.

Installation d'une ventilation mécanique contrôlée :

Constat

Actuellement la ventilation est assurée dans les locaux par une ventilation

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 33 |
| | Rapport | Version : V1 |

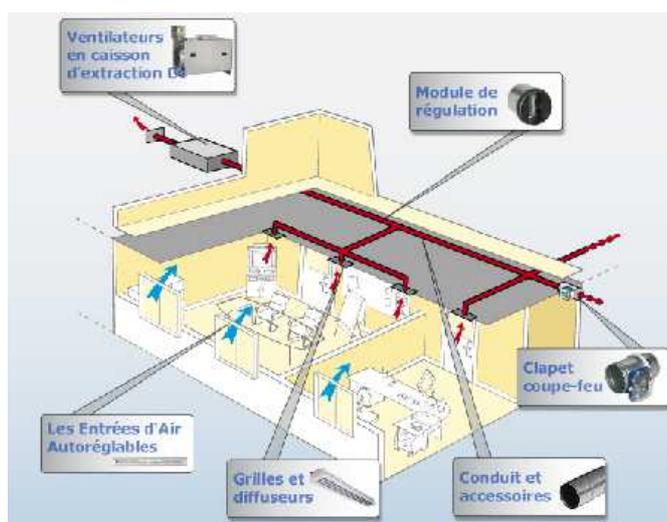
naturelle avec un taux de renouvellement d'air d'environ 0,8 volume par heure.

Cette ventilation fonctionne en permanence (tirage naturelle), il n'y a pas de régulation des débits d'extraction en fonction de l'occupation et de l'utilisation des locaux.

Technique

Nous vous conseillons d'installer une ventilation hygro-réglable type A comprenant :

- un extracteur placé en toiture,
- les gaines d'extraction placées dans les sanitaires,
- les bouches d'extraction dans les sanitaires de chaque étage.



VMC simple flux

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment après l'installation d'une VMC simple flux serait d'environ **228 425 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **40 675 kWh**, soit **2 042 € H.T.**, en sachant que cette économie est surtout due à l'arrêt de la ventilation en période d'inoccupation des locaux.

Soit une économie d'environ 15 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux dans ce bâtiment serait d'environ **25 000 à 27 000 € H.T.**

CEE

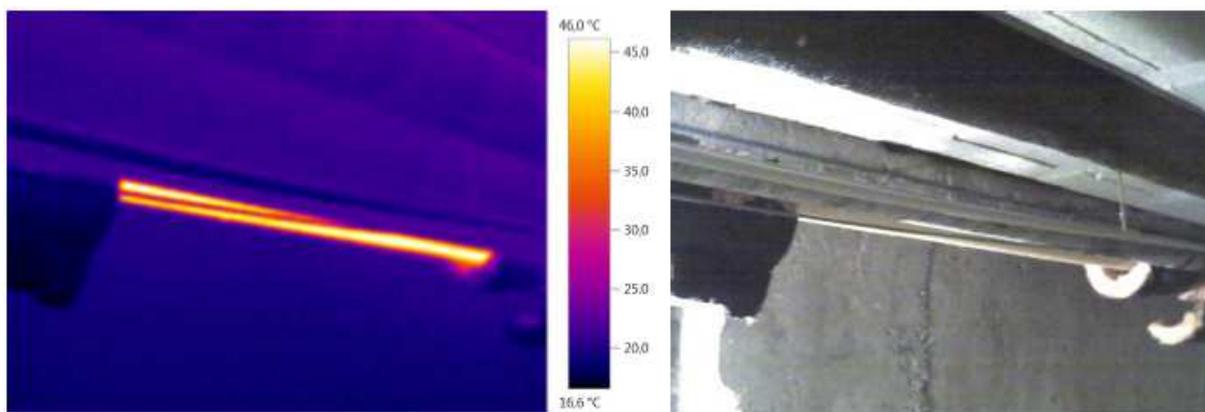
Pas de CEE avec cette technique.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 34 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Carrières Sociales »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **247 100 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **22 000 kWh**, soit **1 104 € H.T.**

Soit une économie d'environ 8 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation des canalisations de chauffage en sous sol sera de **3 200 à 4 000 € H.T.**

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 35 |
| | Rapport | Version : V1 |

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **800 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans une salle de cours, il était d'environ 200 lux.

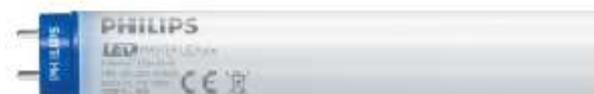
Actuellement l'éclairage des salles de cours est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 24 900 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 24 900 kWh, soit environ 2415 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **11 900 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **13 000 kWh**, soit **1 261 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **38 000 à 42 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 36 |
| | Rapport | Version : V1 |

Synthèse des actions bâtiment « Carrières Sociales » :

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|------------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|------------------|
| Murs extérieurs | 23 930 | 1 201 | 85 000 à 90 000 | >50 | 1 830 000 |
| Menuiseries | 33 498 | 1 682 | 98 000 à 107 000 | >50 | 1 058 400 |
| Plancher | 28 919 | 1 432 | 20 000 à 22 000 | 14 à 15 | 2 571 840 |
| ventilation | 40 675 | 2 042 | 25 000 à 27 000 | 12 à 13 | 0 |
| Isolation canalisation | 22 000 | 1 104 | 3 200 à 4 000 | 2,9 à 3,6 | 800 000 |
| Rénovation éclairage | 13 000 | 1 260 | 38 000 à 42 000 | > 30 | 0 |

Remarque

.En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 223 kWh EP/m² passera à la classe C avec 122 kWh EP/m².

Bâtiment amphithéâtres 3 & 4 :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1994 est situé en face du bâtiment administratif, avec une surface chauffée d'environ 320 m² pour un volume de 1 140 m³.



Amphithéâtres 3 & 4

Nous avons estimé les consommations électriques et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 9 400 kWh,

Consommation de gaz naturel = 47 150 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est C avec 208 kWh EP/m².

| Consommation énergétique (en énergie primaire) [kWhEP/m ² .an] | | Emissions de gaz à effet de serre (GES) [kgéqCO ₂ /m ² .an] | |
|--|-----|--|----|
| | 208 | | 33 |
| <i>Logement économe</i> | | <i>Faible émission de GES</i> | |
| ≤ 50 A | | ≤ 5 A | |
| 51 à 110 B | | 6 à 15 B | |
| 111 à 210 C | ← | 16 à 30 C | |
| 211 à 350 D | | 31 à 60 D | ← |
| 351 à 540 E | | 61 à 100 E | |
| 541 à 750 F | | 101 à 145 F | |
| > 750 G | | > 145 G | |
| <i>Logement énergivore</i> | | <i>Forte émission de GES</i> | |

Etiquette énergétique classe C

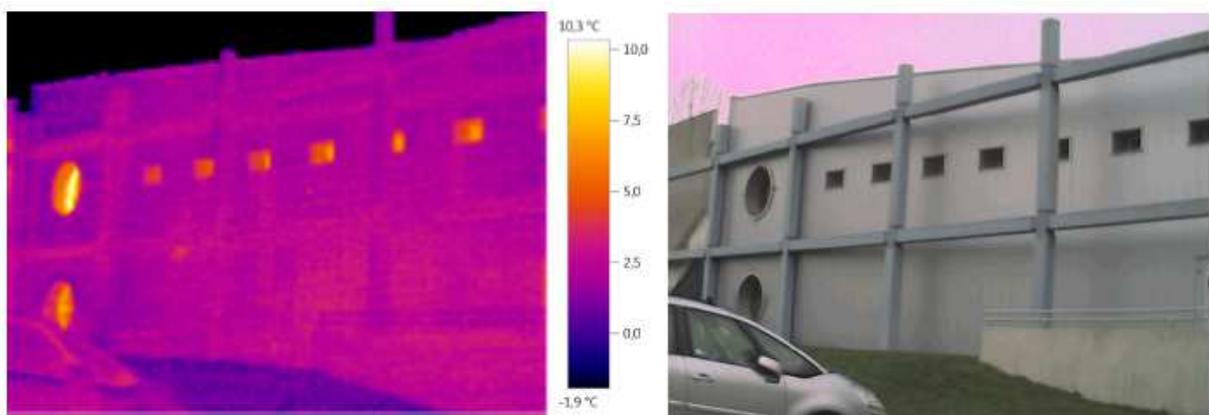
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Agglos + bardage avec 80 mm de polystyrène |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie aluminium double vitrage |
| Plancher | En partie sur vide sanitaire |
| Plafond | 100 mm de polystyrène expansé et 50 mm polystyrène extrudé |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Déperditions au niveau des fenêtres

Nous pouvons constater que ce bâtiment est plus récent et il a été isolé selon les normes en vigueur, d'ailleurs son étiquette énergétique est de classe C.

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 552 W/°C, soit environ 18 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 47 150 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 39 |
| | Rapport | Version : V1 |

- 1 rénovation de l'isolation toiture,
- 2 rénovation de l'éclairage.

Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond :

Technique

Bien que le plafond soit isolé, nous vous proposons la rénovation et l'amélioration de l'isolation car l'étanchéité à 20 ans.

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type TTI Th36 SE avec 17 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'une étanchéité par film bitumeux.

La résistance thermique de l'isolant est de 4,72 m²C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage de ce bâtiment avec isolant sur toute la surface du plafond seraient **45 806 kWh**.

Economie

L'économie en rénovant l'isolation et l'étanchéité de la toiture de ce bâtiment serait d'environ **1 344 kWh**, soit **67 € H.T.**

Soit une économie d'environ 3 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble du plafond sera de **16 000 à 19 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation en toiture terrasse est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-07

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **680 400 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 40 |
| | Rapport | Version : V1 |

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans une salle de cours, il était d'environ 300 lux.

Actuellement l'éclairage des amphithéâtres est essentiellement constitué de luminaires encastrés avec 4 tubes fluorescents de 18 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 4 700 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 4 700 kWh, soit environ 456 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché luminaires led en substitution des luminaires 600 x 600.

Ces luminaires ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Luminaire type Power balance

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les luminaires par des luminaires de type Power balance de marque Philips ou équivalent serait de l'ordre de **2 300 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les luminaires du bâtiment serait d'environ 2 400 kWh, soit 233 € H.T.

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **24 000 à 26 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions amphithéâtres 3 & 4 :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 41 |
| | Rapport | Version : V1 |

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|----------------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Plafond | 1 344 | 67 | 16 000 à 19 000 | >50 | 680 400 |
| Rénovation éclairage | 2 400 | 233 | 24 000 à 26 000 | >50 | 0 |

Remarques

.Nous pouvons constater que les pistes d'amélioration sont limitées car plus le bâtiment est isolé plus le temps de retour sur investissement est long.

Pour l'éclairage l'investissement est plus lourd que pour les autres bâtiments car dans ce cas nous remplacerons tous les luminaires.

Bâtiment « Génie Civil » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1994 est situé en face du bâtiment administratif, avec une surface chauffée d'environ 675 m² pour un volume de 1 905 m³.



Bâtiment « Génie Civil »

Nous avons estimé les consommations électrique et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 20 000 kWh,

Consommation de gaz naturel = 111 350 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 225 kWh EP/m².

| Consommation énergétique (en énergie primaire) [kWhEP/m ² .an] | | Emissions de gaz à effet de serre (GES) [kgéqCO ₂ /m ² .an] | |
|--|-----|--|----|
| | 225 | | 37 |
| <i>Logement économe</i> | | <i>Faible émission de GES</i> | |
| ≤ 50 A | | ≤ 5 A | |
| 51 à 110 B | | 6 à 15 B | |
| 111 à 210 C | | 16 à 30 C | |
| 211 à 350 D | ← | 31 à 60 D | ← |
| 351 à 540 E | | 61 à 100 E | |
| 541 à 750 F | | 101 à 145 F | |
| > 750 G | | > 145 G | |
| <i>Logement énergivore</i> | | <i>Forte émission de GES</i> | |

Etiquette énergétique classe D

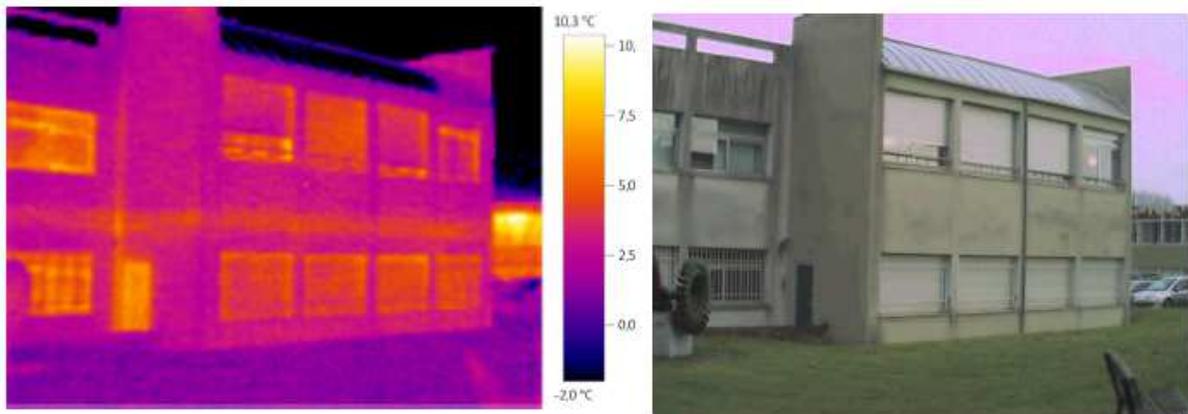
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Agglos + bardage avec 80 mm de polystyrène |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie aluminium double vitrage |
| Plancher | En partie sur vide sanitaire |
| Plafond | 100 mm de polystyrène expansé et 50 mm polystyrène extrudé |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Déperditions au niveau des fenêtres

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 1 303 W/°C, soit environ 43 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 113 350 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 rénovation de l'isolation toiture,
- 2 rénovation de l'éclairage.

Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 44 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Bien que le plafond soit isolé, nous vous proposons la rénovation et l'amélioration de l'isolation car l'étanchéité à 20 ans.

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type TTI Th36 SE avec 17 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'une étanchéité par film bitumeux.

La résistance thermique de l'isolant est de 4,72 m²C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment avec isolant sur toute la surface du plafond seraient **99 727 kWh**.

Economie

L'économie en rénovant l'isolation et l'étanchéité de la toiture de ce bâtiment serait d'environ **11 623 kWh**, soit **583 € H.T.**

Soit une économie d'environ 10 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble du plafond sera de **34 000 à 37 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation en toiture terrasse est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-07

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de 1 468 800 kWh cumacs.

Rénovation de l'éclairage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 45 |
| | Rapport | Version : V1 |

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans un des bureaux, il était d'environ 500 lux.

Actuellement l'éclairage des salles de ce bâtiment est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 10 200 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 10 200 kWh, soit environ 989 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Tube led de substitution

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les de marque Philips ou équivalent serait de l'ordre de **105 850 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les luminaires du bâtiment serait d'environ 5 500 kWh, soit 534 € H.T.

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **16 000 à 18 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

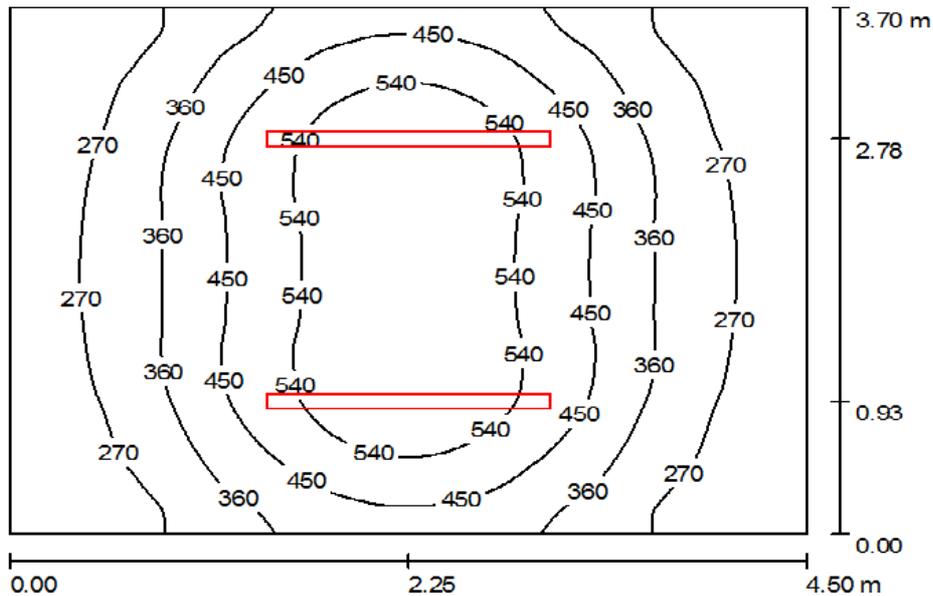
Exemple éclairage bureau

Nous avons pris comme exemple un bureau de premier étage, ayant une surface de 16,7 m² et étant éclairé par deux luminaires équipés de lampes fluorescentes de 2x58 watts avec ballast ferromagnétique.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 46 |
| | Rapport | Version : V1 |

La consommation annuelle d'électricité est d'environ 270 kWh.

Le niveau d'éclairage avec un facteur de maintenance de 0,6 est de 505 lux.



Niveau d'éclairage du bureau après installation des Master led

En remplaçant les tubes fluorescents par des tubes de substitution de type Master led, le niveau d'éclairage moyen est de 450 lux.

Synthèse bâtiment « Génie civil » :

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|----------------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Plafond | 11 623 | 583 | 34 000 à 37 000 | | 1 468 800 |
| Rénovation éclairage | 5 500 | 534 | 16 00 à 18 000 | | 0 |

Bâtiment « Informatique » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé en face du bâtiment « carrières sociales », un étage supplémentaire a été construit en 1994. La surface chauffée d'environ 2 720 m² pour un volume de 8 160 m³.



Bâtiment « Informatique »

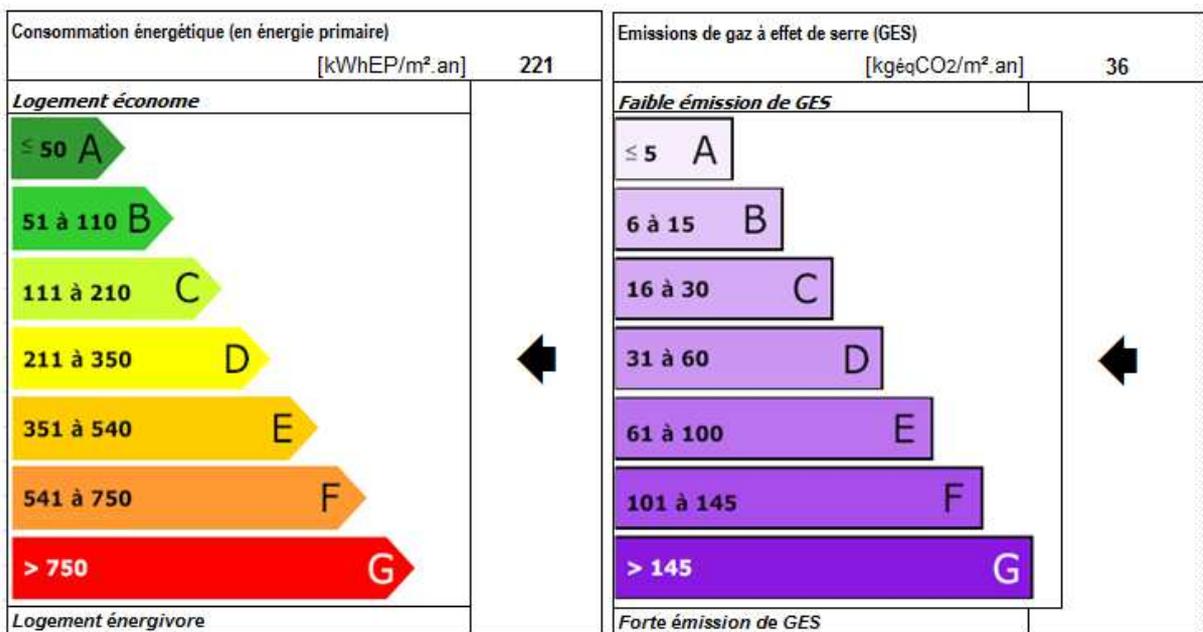
Nous avons estimé les consommations électrique et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 81 300 kWh,

Consommation de gaz naturel = 433 400 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 221 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

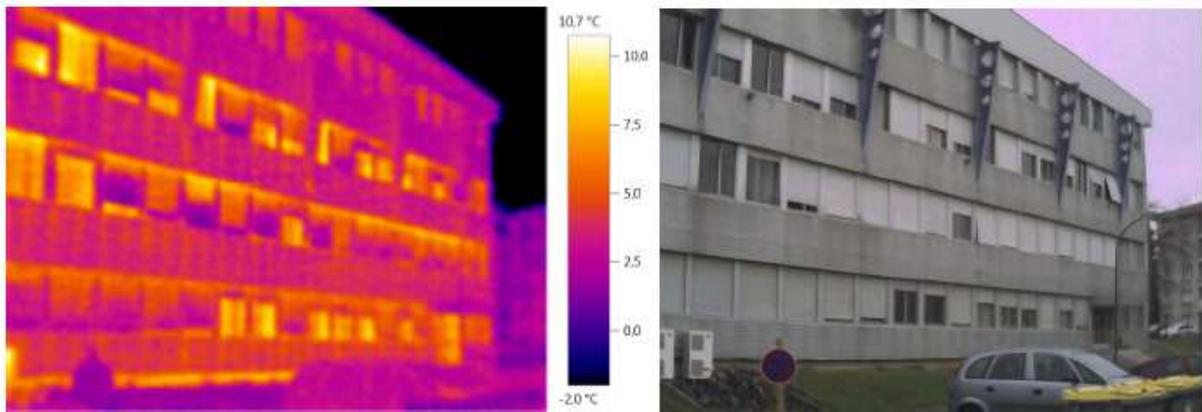
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

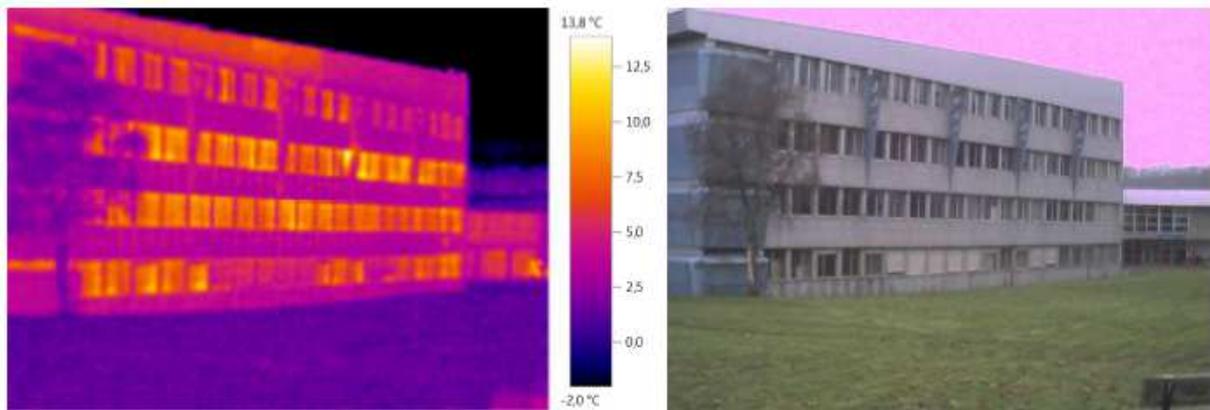
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|---|
| Mur extérieur | Bardage double peau avec 80 mm de laine de roche |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage + double vitrage au dernier étage |
| Plancher | Sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 100 mm de polystyrène expansé, rénové en 1993 |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Pont thermique y compris sur le vide sanitaire



Déperdition importante des vitrages

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vieillissante tant au niveau des ponts thermiques qu'au niveau des menuiseries extérieures.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 5 073 W/°C, soit environ 167 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 433 400 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 installation d'une ventilation mécanique contrôlée,
- 5 isolation des canalisations de chauffage,
- 6 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

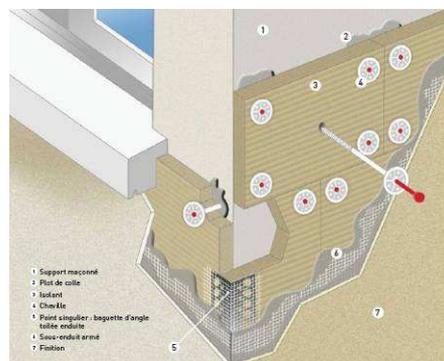
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 50 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation pour le chauffage en isolant tous les murs extérieurs de ce bâtiment serait de **410 733 kWh**.

Economie

L'économie en installant une isolation par l'extérieur de ce bâtiment serait d'environ **22 667 kWh**, soit **1 138 € H.T.**

Soit une économie d'environ 5 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur serait de **160 000 et 175 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **3 601 440 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

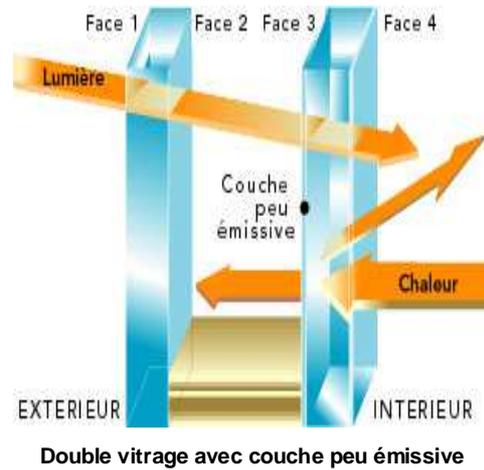
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 51 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures serait de **355 679 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment d'environ **77 721 kWh**, soit **3 902 € H.T.**

Soit une économie d'environ 18 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **132 000 et 150 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 432 620 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 52 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter les sensations de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment après isolation sur toute la sous face du plancher serait de l'ordre de **398 533 kWh**.

Economie

L'économie en projetant du polystyrène expansé en sous face du plancher de ce bâtiment sera d'environ **34 867 kWh**, soit **1 750 € H.T.**

Soit une économie d'environ 8 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **24 000 à 26 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **3 100 800 kWh cumacs**.

Installation d'une ventilation mécanique contrôlée :

Constat

Actuellement la ventilation est assurée dans les locaux par une ventilation

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 53 |
| | Rapport | Version : V1 |

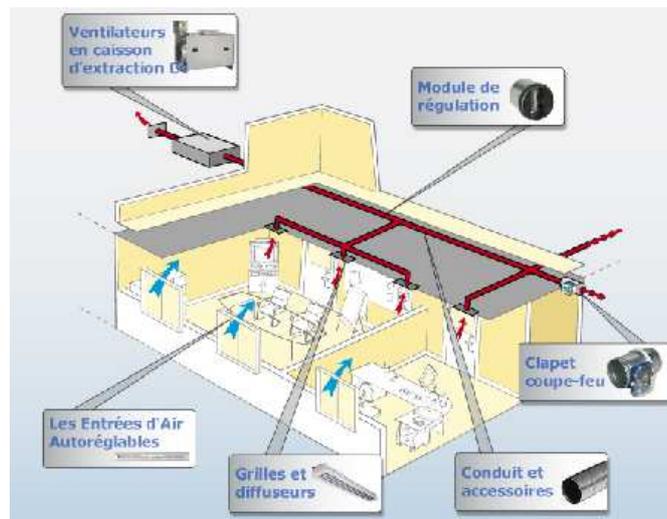
naturelle avec un taux de renouvellement d'air d'environ 0,8 volume par heure.

Cette ventilation fonctionne en permanence (tirage naturelle), il n'y a pas de régulation des débits d'extraction en fonction de l'occupation et de l'utilisation des locaux.

Technique

Nous vous conseillons d'installer une ventilation hygro-réglable type A comprenant :

- un extracteur placé en toiture,
- les gaines d'extraction dans les sanitaires,
- les bouches d'extraction dans les sanitaires de chaque étage.



VMC simple flux

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment après l'installation d'une VMC simple flux serait d'environ **360 771 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **72 629 kWh**, soit **3 646 € H.T.**, en sachant que cette économie est surtout due à l'arrêt de la ventilation en période d'inoccupation des locaux.

Soit une économie d'environ 16 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux dans ce bâtiment serait d'environ **35 000 à 40 000 € H.T.**

CEE

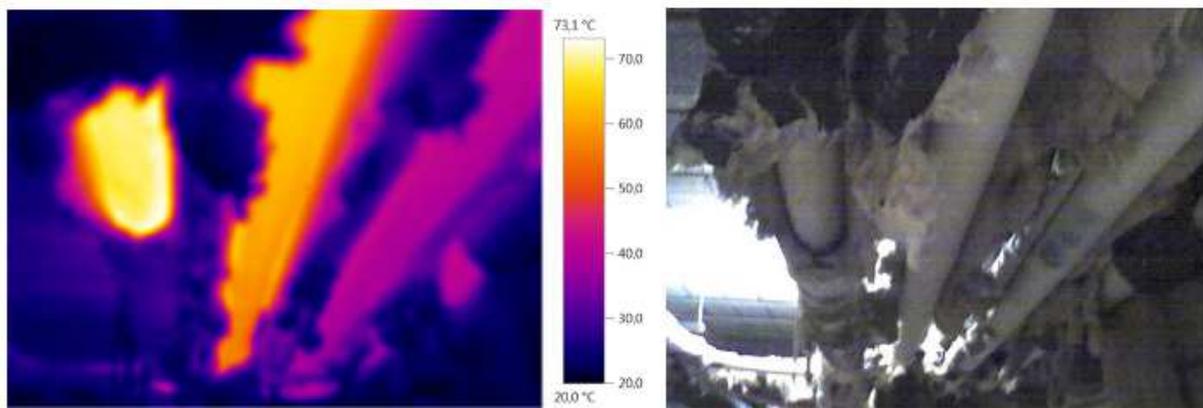
Pas de CEE avec cette technique.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 54 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Informatique »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **411 390 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **22 000 kWh**, soit **1 104 € H.T.**

Soit une économie d'environ 5 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur les canalisations de chauffage en sous sol sera de **3 200 à 4 000 € H.T.**

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 55 |
| | Rapport | Version : V1 |

temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **800 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans une salle de cours, il était d'environ 150 lux.

Actuellement l'éclairage des salles de cours est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 40 800 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 40 800 kWh, soit environ 3 958 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **20 800 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **20 000 kWh**, soit **1 940 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **63 000 à 70 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions bâtiment « Informatique » :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 56 |
| | Rapport | Version : V1 |

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| Murs extérieurs | 22 667 | 1 138 | 160 000 à 175 000 | >50 | 3 601 440 |
| Menuiseries | 77 721 | 3 902 | 132 000 à 150 000 | >30 | 1 432 620 |
| Plancher | 34 867 | 1 750 | 24 000 à 26 000 | 14 à 15 | 3 100 800 |
| VMC simple flux | 72 629 | 3 646 | 35 000 à 40 000 | 10 à 11 | 0 |
| Isolation canalisation | 22 000 | 1 104 | 3 200 à 4 000 | 3 à 3,5 | 1 000 000 |
| Rénovation éclairage | 20 000 | 1 940 | 63 000 à 70 000 | >30 | 0 |

Remarques

Nous n'avons pas traité la rénovation de l'isolation du plafond car elle a été refaite lors de l'extension du dernier étage du bâtiment.

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 221 kWh EP/m² passera à la classe C avec 125 kWh EP/m².

Bâtiment « Génie thermique » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé derrière le bâtiment « Génie Civil », c'est un bâtiment tout de type R + 2 (la rénovation de l'isolation de l'étanchéité de la toiture est en cours). La surface chauffée d'environ 3 565 m² pour un volume de 10 695 m³.



Bâtiment « Génie thermique »

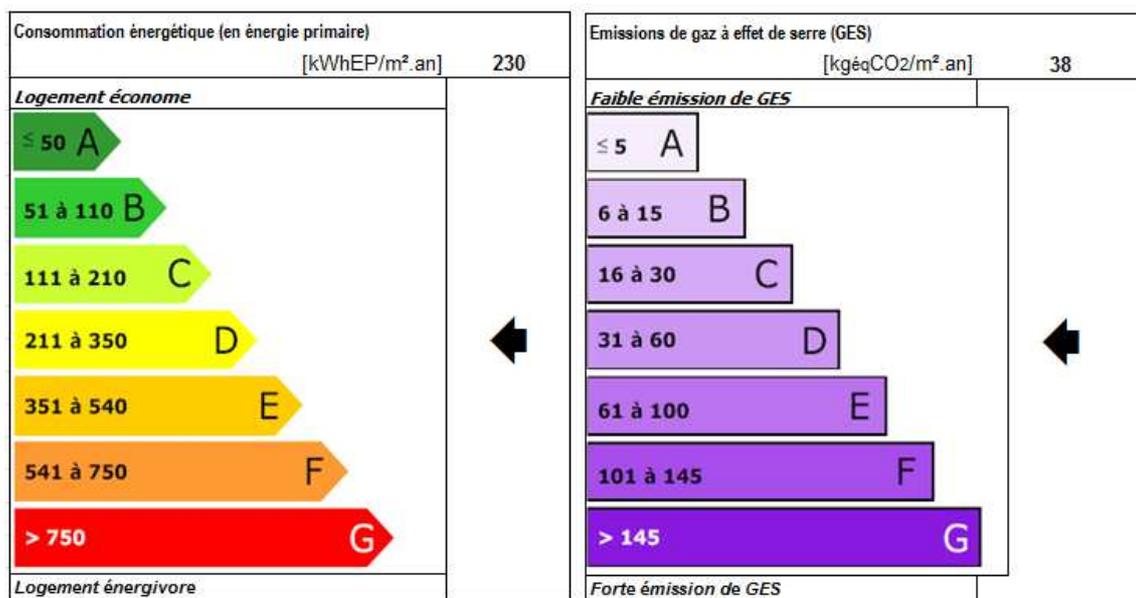
Nous avons estimé les consommations électriques et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 106 375 kWh,

Consommation de gaz naturel = 605 000 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 230 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

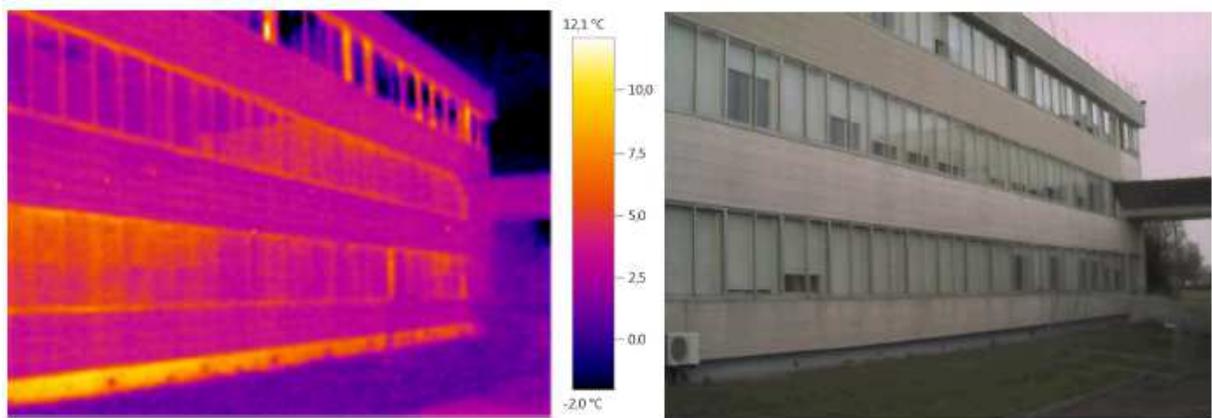
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

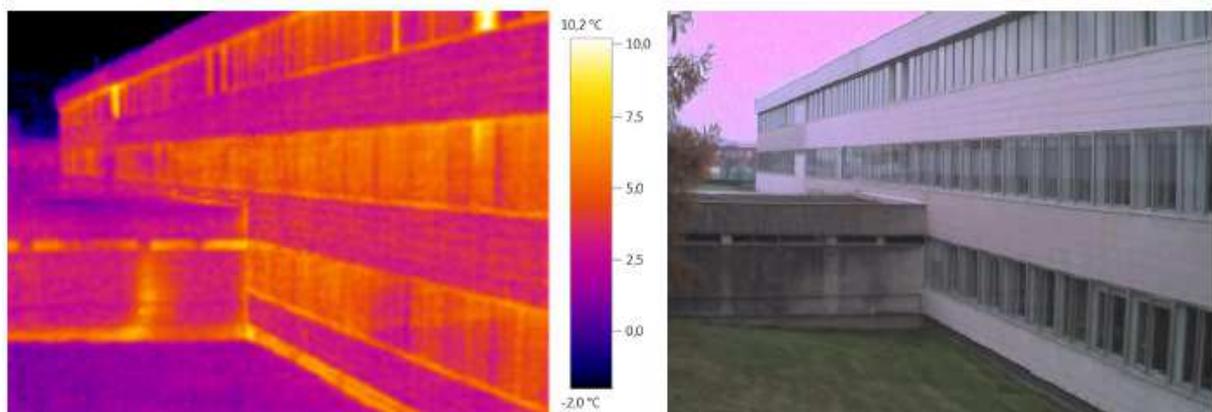
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Bardage double peau avec 50 mm de laine de roche |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage + deuxième fenêtre au nu extérieur |
| Plancher | Sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 150 mm de polystyrène expansé, rénovation en cours |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Pont thermique y compris sur le vide sanitaire



Déperdition importante des vitrages

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vieillissante tant au niveau des ponts thermiques qu'au niveau des menuiseries extérieures. L'efficacité de celle double fenêtre est très relative car dans de nombreux cas la fenêtre au nu extérieure est ouverte ou entre ouverte.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 7 076 W/°C, soit environ 235 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 605 000 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 isolation de la toiture,
- 5 installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux,
- 6 isolation des canalisations de chauffage,
- 7 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

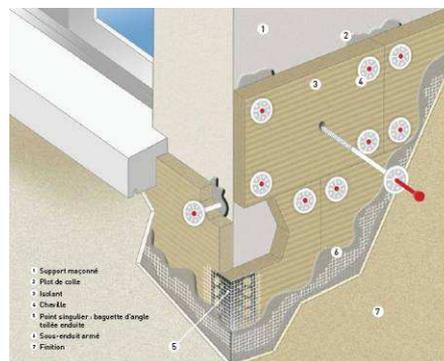
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 60 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation de chauffage de ce bâtiment en isolant sur toute la surface les murs extérieurs serait d'environ **561 977 kWh**.

Economie

L'économie en installant une isolation par l'extérieur de ce bâtiment d'environ **43 023 kWh**, soit **2 160 € H.T.**

Soit une économie d'environ 7 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation extérieure sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur sera de **177 000 et 195 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **4 047 960 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

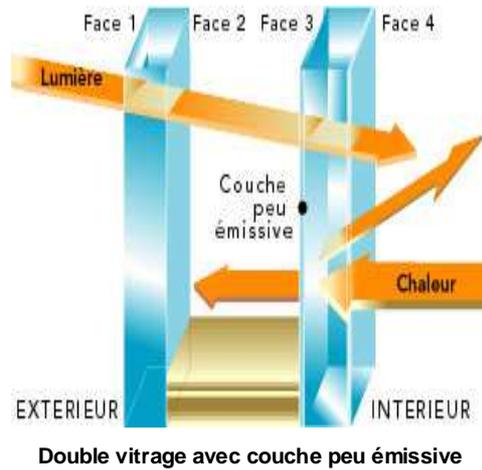
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 61 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures serait d'environ **541 465 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment d'environ **63 535 kWh**, soit **3 189 € H.T.**

Soit une économie d'environ 10 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **185 000 et 203 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 992 060 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 62 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter les sensations de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment en isolant le plancher en sous face serait d'environ **540 166 kWh**.

Economie

L'économie en projetant du polystyrène expansé en sous face du plancher de ce bâtiment sera d'environ **64 834 kWh**, soit **3 255 € H.T.**

Soit une économie d'environ 10 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **44 000 à 48 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **5 722 800 kWh cumacs**.

Rénovation de l'étanchéité et de l'isolation du plafond :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 63 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

La rénovation de l'isolation et de l'étanchéité de la toiture est en cours, aussi nous faisons un petit paragraphe car cela va influencer sur les déperditions à venir du bâtiment.

Nous donnons ci-après les éléments que cela va modifier en termes de déperdition et de consommation de chauffage.

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment en rénovant l'isolation du plafond serait d'environ **570 187 kWh**.

Economie

L'économie en isolant la plafond de ce bâtiment serait d'environ **34 813 kWh**, soit **1 748 € H.T.**

Soit une économie d'environ 6 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

Les travaux étant en cours l'investissement n'est pas à prendre en compte dans l'étude.

CEE

L'installation d'une isolation en toiture terrasse est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-07

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **2 710 800 kWh cumacs**.

Installation d'une ventilation mécanique contrôlée :

Constat

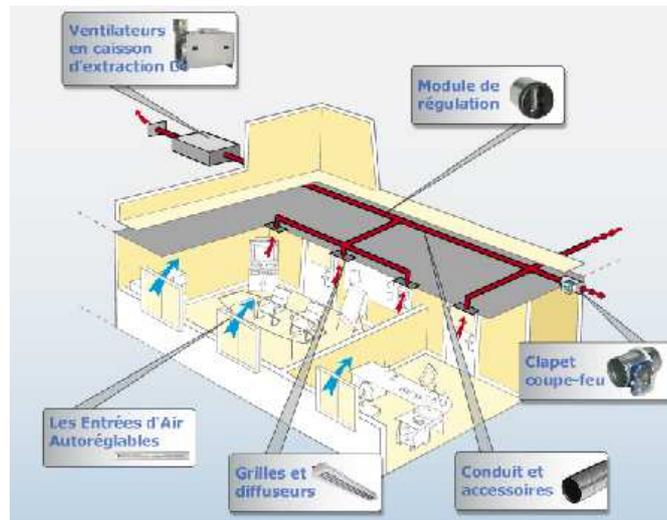
Actuellement la ventilation est assurée dans les locaux par une ventilation naturelle avec un taux de renouvellement d'air d'environ 0,8 volume par heure.

Cette ventilation fonctionne en permanence (tirage naturelle), il n'y a pas de régulation des débits d'extraction en fonction de l'occupation et de l'utilisation des locaux.

Technique

Nous vous conseillons d'installer une ventilation hygro-réglable type A comprenant :

- un extracteur placé en toiture,
- les gaines d'extraction placées dans les sanitaires,
- les bouches d'extraction dans les sanitaires de chaque étage.



VMC simple flux

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment après l'installation d'une VMC simple flux serait d'environ **512 707 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **92 293 kWh**, soit **4 633 € H.T.**, en sachant que cette économie est surtout due à l'arrêt de la ventilation en période d'inoccupation des locaux.

Soit une économie d'environ 15 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux dans ce bâtiment serait d'environ **38 000 à 42 000 € H.T.**

CEE

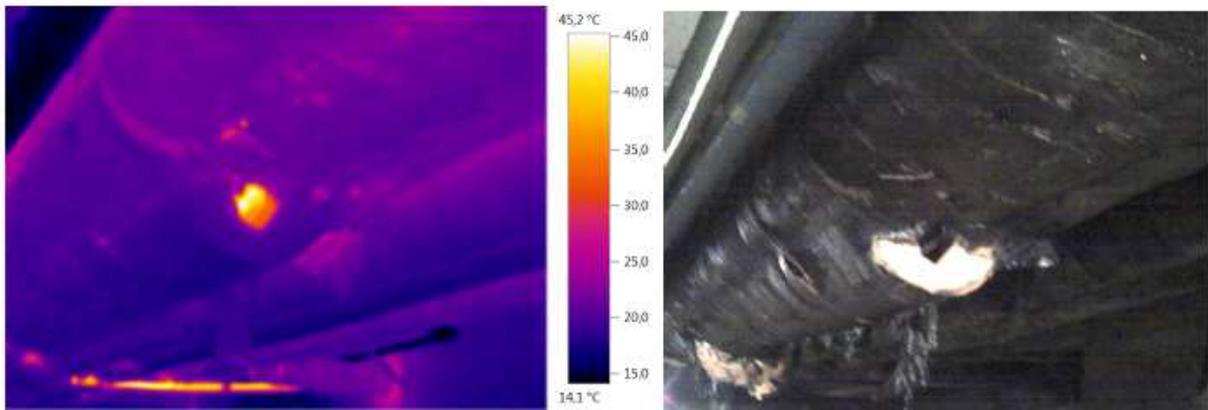
Pas de CEE avec cette technique.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 65 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Génie thermique »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **575 000 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **30 000 kWh**, soit **1 506 € H.T.**

Soit une économie d'environ 5 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur les canalisations de chauffage sera de **4 800 à 5 500 € H.T.**

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 66 |
| | Rapport | Version : V1 |

temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 200 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans une salle de cours du premier étage, il était d'environ 160 lux.

Actuellement l'éclairage des salles de cours est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique (sauf le deuxième étage qui a été rénové avec des tubes fluorescents T5 et ballast électronique).

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 53 800 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 53 800 kWh, soit environ 5 219 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **26 800 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **27 000 kWh**, soit **2 619 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **82 000 à 90 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 67 |
| | Rapport | Version : V1 |

Synthèse des actions bâtiment « Génie Thermique » :

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| Murs extérieurs | 43 023 | 2 160 | 177 000 à 195 000 | >50 | 4 047 960 |
| Menuiseries | 63 535 | 3 189 | 185 000 à 203 000 | >50 | 1 992 060 |
| Plancher | 64 834 | 3 255 | 44 000 à 48 000 | 13 à 15 | 5 722 800 |
| Plafond | 34 813 | 1 748 | En cours | - | 2 710 800 |
| Ventilation | 92 293 | 4 633 | 38 000 à 42 000 | 8 à 9 | 0 |
| Isolation canalisation | 30 000 | 1 506 | 4 800 à 5 500 | 3,2 à 3,6 | 1 200 000 |
| Rénovation éclairage | 27 000 | 2 619 | 82 000 à 90 000 | >30 | 0 |

Remarques

.Nous avons pris en compte les économies qui seront réalisées par l'isolation du plafond, les travaux sont en phase finale.

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 230 kWh EP/m² passera à la classe C avec 150 kWh EP/m².

Bâtiment « Atelier génie thermique » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé derrière le bâtiment « Génie thermique ». La surface chauffée d'environ 3 200 m² pour un volume de 12 800 m³.



Bâtiment «Atelier génie thermique »

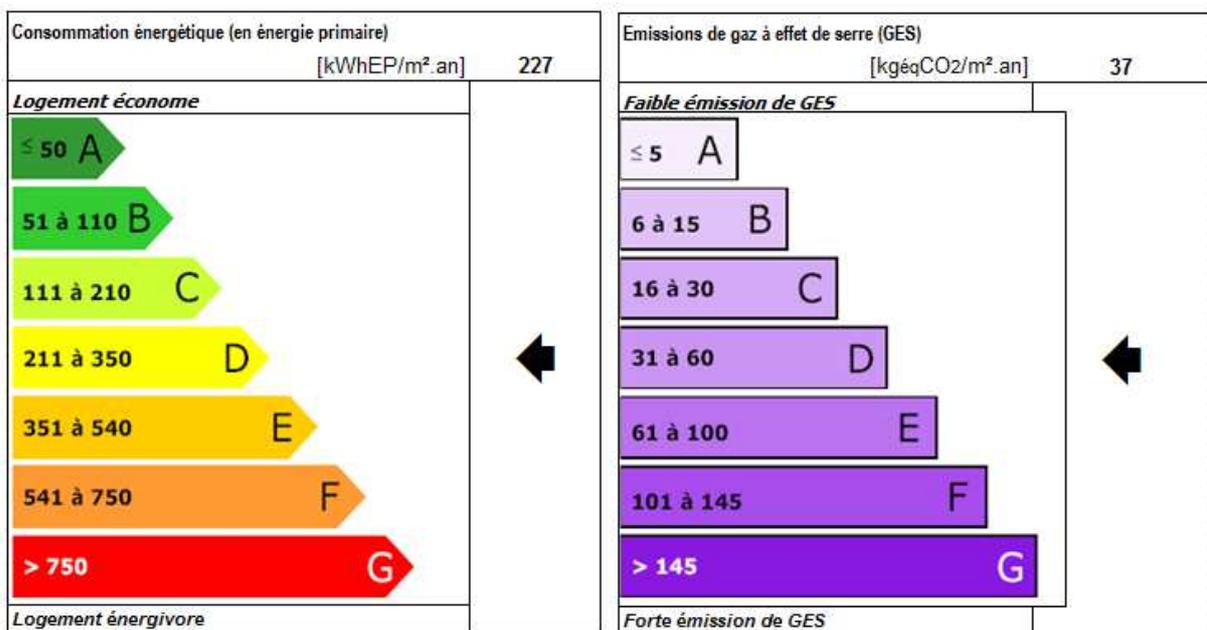
Nous avons estimé les consommations électriques et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 98 700 kWh,

Consommation de gaz naturel = 522 750 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 227 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

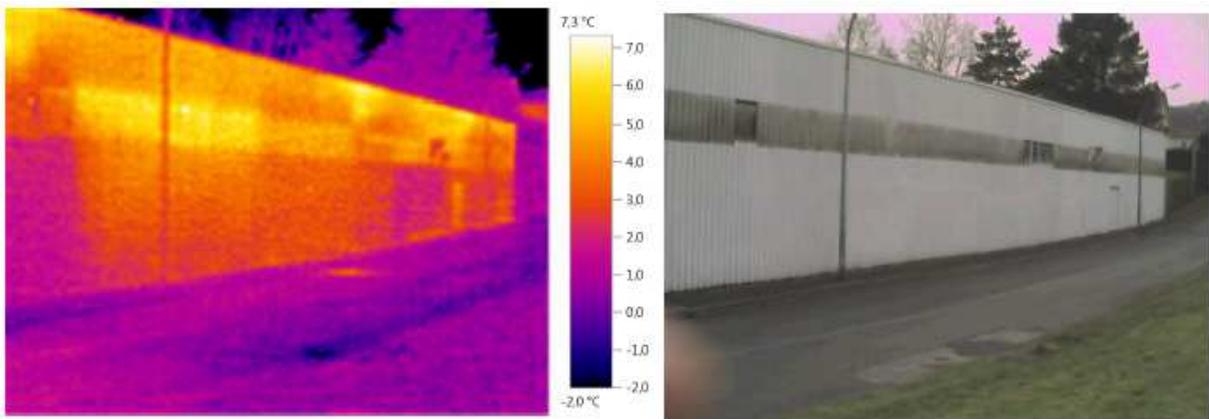
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

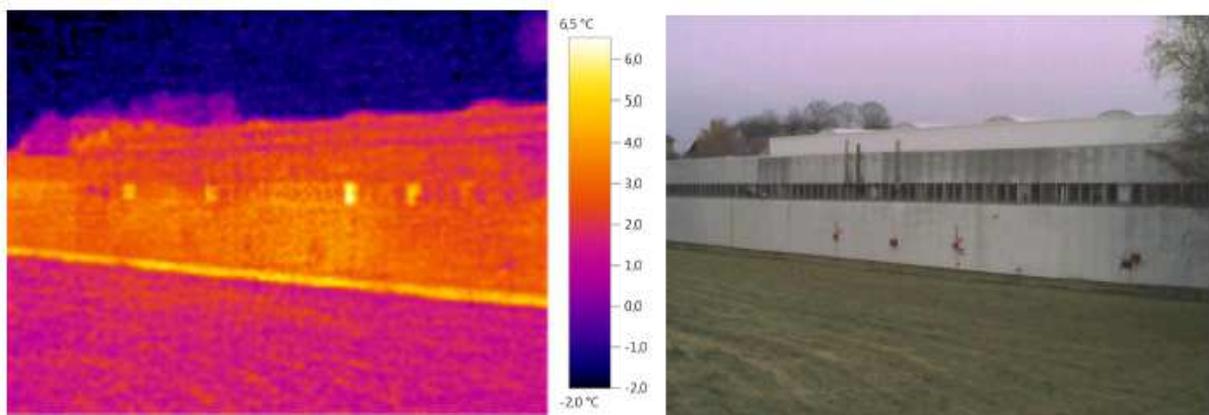
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Bardage double peau avec 50 mm de laine de roche |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage |
| Plancher | Sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 150 mm de polystyrène expansé, |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Atelier Génie thermique



Déperdition importante en plancher

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vieillissante tant au niveau des ponts thermiques qu'au niveau des menuiseries extérieures.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 6 119 W/°C, soit environ 202 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 522 750 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 isolation des canalisations de chauffage,
- 5 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

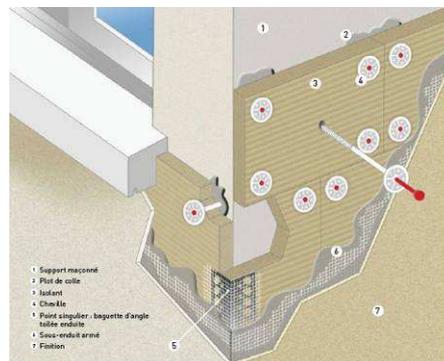
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en isolant sur toute la surface les murs extérieurs serait d'environ **490 460 kWh**.

Economie

L'économie en installant une isolation par l'extérieur dans ce bâtiment serait d'environ **32 290 kWh**, soit **1 621 € H.T.**

Soit une économie d'environ 6 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur serait de l'ordre de **130 000 et 145 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **3 074 400 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

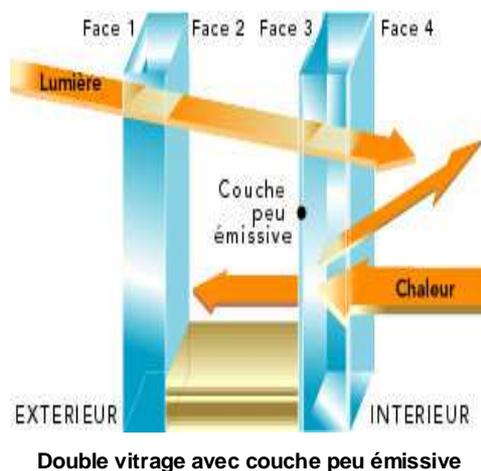
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 72 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures serait d'environ **508 402 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment serait d'environ **14 348 kWh**, soit **720 € H.T.**

Soit une économie d'environ 3 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **42 000 et 45 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **453 600 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 73 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter les sensations de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment avec une isolation en sous face du plancher serait d'environ **358 721 kWh**.

Economie

L'économie en projetant du polystyrène expansé en sous face du plancher de ce bâtiment sera d'environ **164 029 kWh**, soit **8 234 € H.T.**

Soit une économie d'environ 31 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **110 000 à 125 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

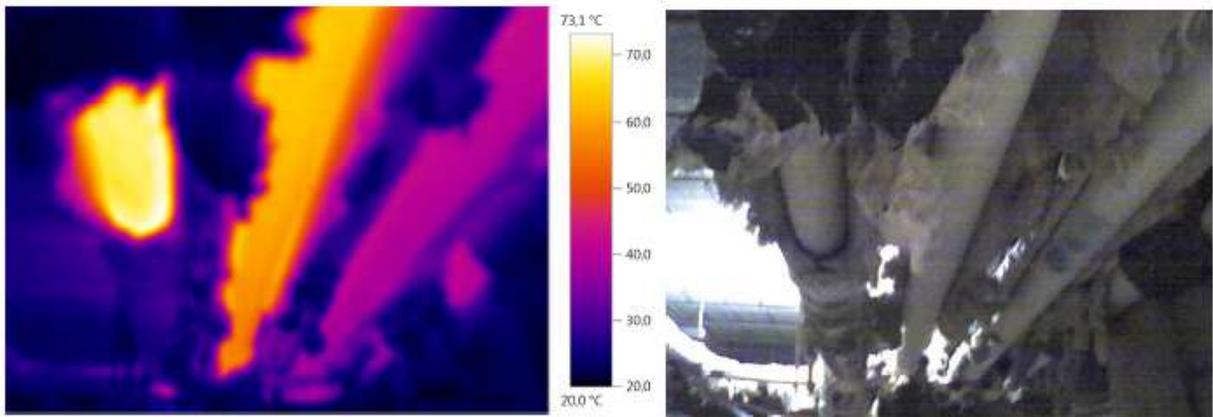
Le montant des CEE serait de **14 592 000 kWh cumacs**.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 74 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Atelier génie thermique »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **502 750 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **20 000 kWh**, soit **1 004 € H.T.**

Soit une économie d'environ 4 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur les canalisations de chauffage sera de **2 800 à 3 500 € H.T.**

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 75 |
| | Rapport | Version : V1 |

Le montant des CEE serait de **700 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans l'atelier principal, il était d'environ 400 lux.

Actuellement l'éclairage est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferro-magnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 48 000 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 48 000 kWh, soit environ 4 656 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **24 000 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **24 000 kWh**, soit **2 328 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **74 000 à 80 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions bâtiment « Atelier génie thermique » :

| Amélioration | Economie | Economie | Investissement | TRI | CEE (kWh) |
|--------------|----------|----------|----------------|-----|-----------|
|--------------|----------|----------|----------------|-----|-----------|

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 76 |
| | Rapport | Version : V1 |

| | (kWh) | (€ H.T.) | (€ H.T.) | (années) | cumacs) |
|------------------------|---------|----------|-------------------|-----------|------------|
| Murs extérieurs | 32 290 | 1 621 | 130 000 à 145 000 | >50 | 3 074 400 |
| Menuiseries | 14 348 | 720 | 42 000 à 45 000 | >50 | 453 600 |
| Plancher | 164 029 | 8 234 | 110 000 à 125 000 | 13 à 15 | 14 592 000 |
| Isolation canalisation | 20 000 | 1 004 | 2 800 à 3 500 | 2,8 à 3,5 | 700 000 |
| Rénovation éclairage | 24 000 | 2 328 | 74 000 à 80 000 | >30 | 0 |

Remarques

.Nous n'avons pas traité la ventilation pour ce bâtiment car la hauteur sous-plafond est importante et les infiltrations seront difficiles à combattre.

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 227 kWh EP/m² passera à la classe C avec 142 kWh EP/m².

Bâtiment « Génie électrique » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé en face du bâtiment «Atelier génie thermique », c'est un bâtiment tout de type R + 1. La surface chauffée d'environ 2 200 m² pour un volume de 6 600 m³.



Bâtiment « Génie électrique »

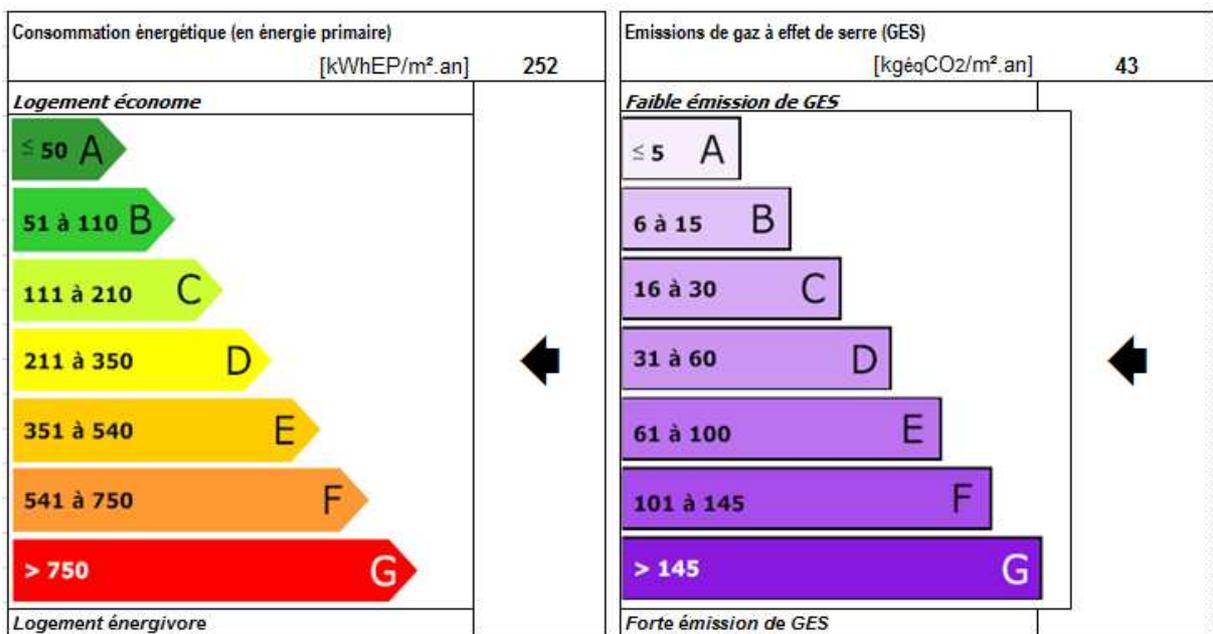
Nous avons estimé les consommations électriques et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 65 500 kWh,

Consommation de gaz naturel = 427 900 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 252 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

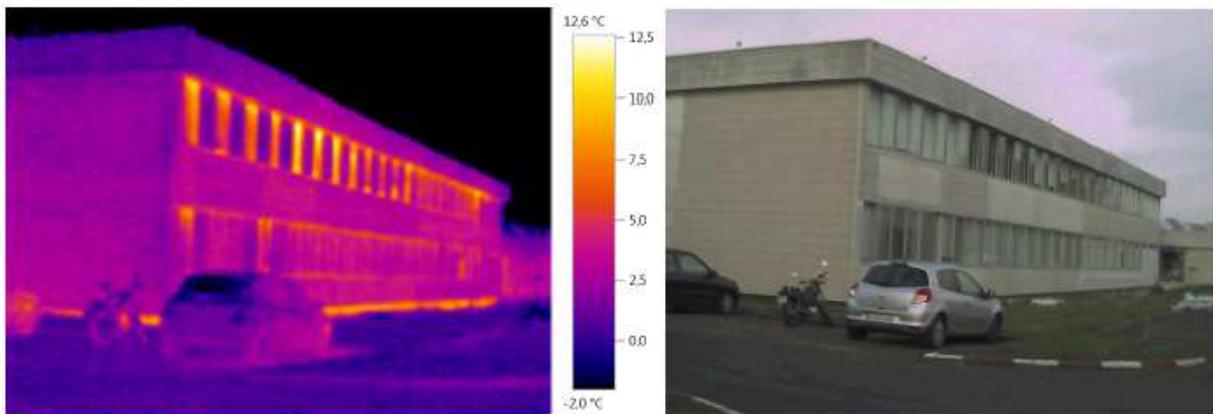
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

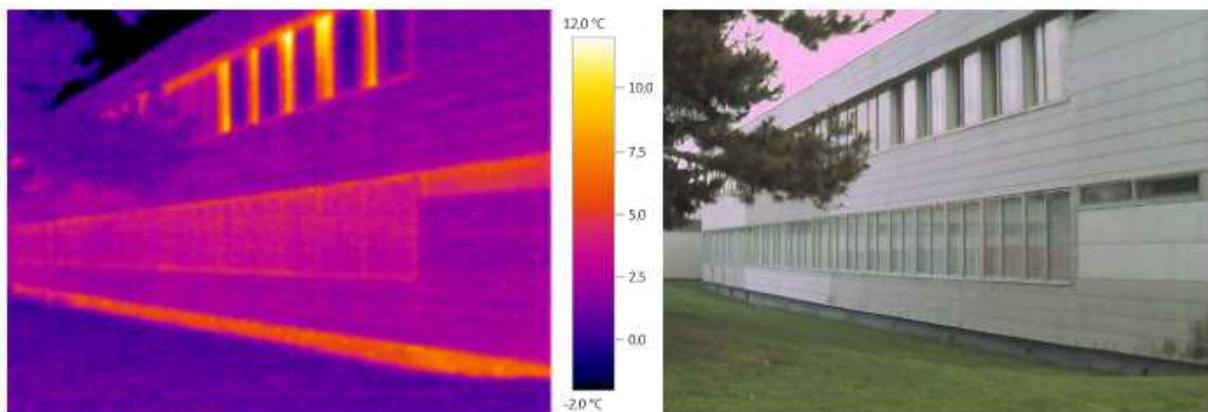
| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Bardage double peau avec 60 mm de polystyrène |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage + deuxième fenêtre au nu extérieur |
| Plancher | Sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 150 mm de polystyrène expansé, rénovation en cours |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Pont thermique y compris sur le vide sanitaire



Déperdition importante des vitrages

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vieillissante tant au niveau des ponts thermiques qu'au niveau des menuiseries extérieures. Certaines plaques de l'isolation extérieure commencent à partir.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 5 009 W/°C, soit environ 165 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 427 900 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux,
- 5 isolation des canalisations de chauffage,
- 6 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

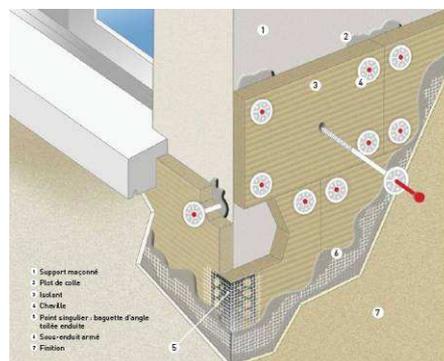
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 80 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment avec une isolation des murs extérieurs seraient d'environ **405 535 kWh**.

Economie

L'économie en installant une isolation par l'extérieur de ce bâtiment d'environ **22 365 kWh**, soit **1 123 € H.T.**

Soit une économie d'environ 5 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur serait de l'ordre de **80 000 et 88 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 811 700 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

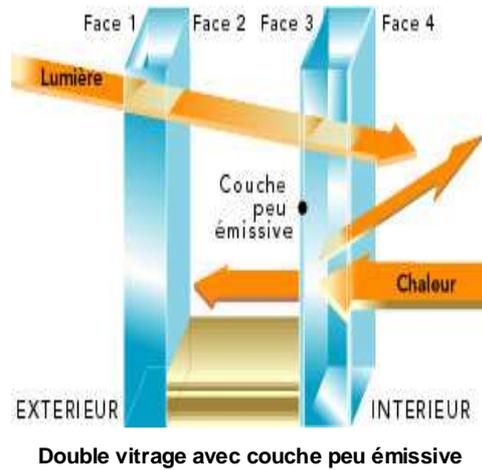
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 81 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures serait d'environ **377 662 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment d'environ **50 238 kWh**, soit **2 522 € H.T.**

Soit une économie d'environ 11 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **147 000 et 162 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 587 600 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 82 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter les sensations de « pieds froids » .

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en projetant de l'isolation en sous face du plancher serait d'environ **351 006 kWh**.

Economie

L'économie en projetant du polystyrène expansé en sous face du plancher de ce bâtiment sera d'environ **76 894 kWh**, soit **3 860 € H.T.**

Soit une économie d'environ 18 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **53 000 à 58 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **6 840 000 kWh cumacs**.

Installation d'une ventilation mécanique contrôlée :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 83 |
| | Rapport | Version : V1 |

Constat

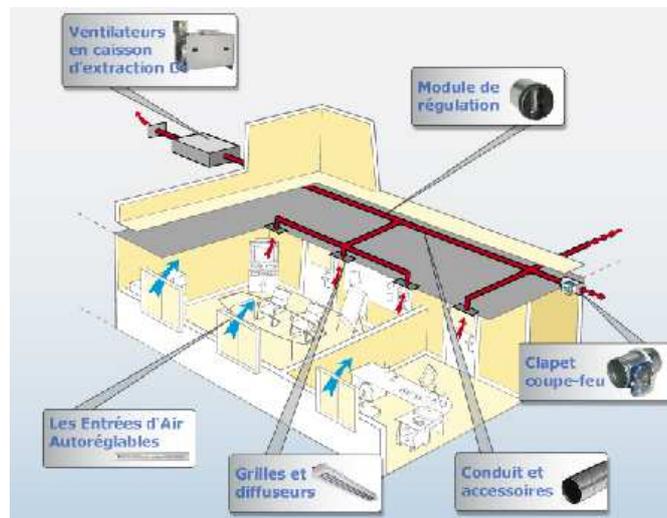
Actuellement la ventilation est assurée dans les locaux par une ventilation naturelle avec un taux de renouvellement d'air d'environ 0,8 volume par heure.

Cette ventilation fonctionne en permanence (tirage naturelle), il n'y a pas de régulation des débits d'extraction en fonction de l'occupation et de l'utilisation des locaux.

Technique

Nous vous conseillons d'installer une ventilation hygro-réglable type A comprenant :

- un extracteur placé en toiture,
- les gaines d'extraction placées dans les sanitaires,
- les bouches d'extraction dans les sanitaires de chaque étage.



VMC simple flux

Consommation

La consommation pour le chauffage de ce bâtiment après l'installation d'une VMC simple flux serait d'environ **372 706 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **55 194 kWh**, soit **2 771 € H.T.**, en sachant que cette économie est surtout due à l'arrêt de la ventilation en période d'inoccupation des locaux.

Soit une économie d'environ 13 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée simple flux dans ce bâtiment serait d'environ **30 000 à 35 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE avec cette technique.

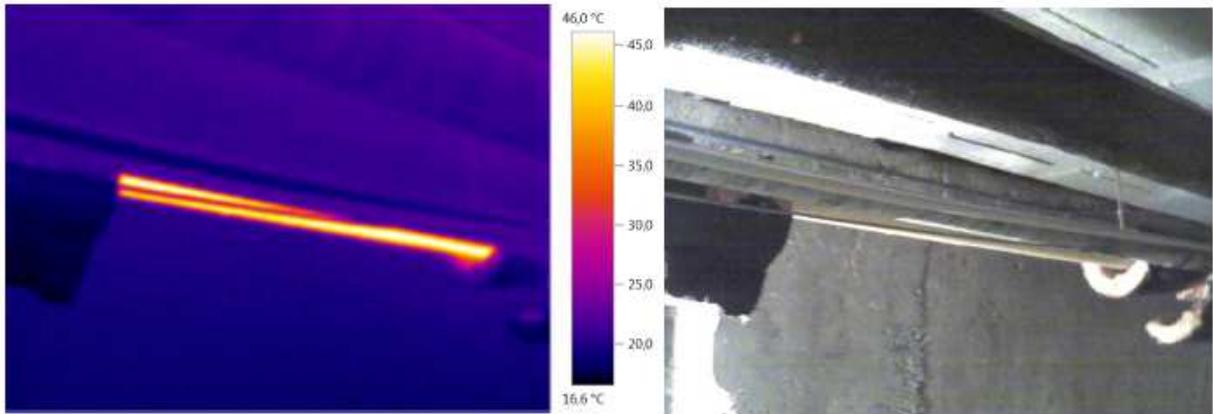
Isolation des canalisations de chauffage :

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 84 |
| | Rapport | Version : V1 |

chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Génie électrique »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **397 900 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **30 000 kWh**, soit **1 506 € H.T.**

Soit une économie d'environ 6 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur les canalisations de chauffage sera de **4 000 à 4 500 € H.T.**

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 85 |
| | Rapport | Version : V1 |

Le montant des CEE serait de **1 000 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans une salle de cours du premier étage, il était d'environ 300 lux.

Actuellement l'éclairage des salles de cours est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 33 000 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 33 000 kWh, soit environ 3 201 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par des tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **16 000 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **17 000 kWh**, soit **1 649 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de l'ordre de **50 000 à 55 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions bâtiment « Génie électrique » :

| Amélioration | Economie | Economie | Investissement | TRI | CEE |
|--------------|----------|----------|----------------|-----|-----|
|--------------|----------|----------|----------------|-----|-----|

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 86 |
| | Rapport | Version : V1 |

| | (kWh) | (€ H.T.) | (€ H.T.) | (années) | (kWh cumacs) |
|------------------------|--------|----------|-------------------|----------|--------------|
| Murs extérieurs | 22 365 | 1 123 | 80 000 à 88 000 | >50 | 1 811 700 |
| Menuiseries | 50 238 | 2 522 | 147 000 à 162 000 | >50 | 1 587 600 |
| Plancher | 76 894 | 3 860 | 53 000 à 58 000 | 13 à 15 | 6 840 000 |
| Ventilation | 55 194 | 2 771 | 30 000 à 35 000 | 11 à 13 | 0 |
| Isolation canalisation | 30 000 | 1 506 | 4 000 à 4 500 | 2,6 à 3 | 1 000 000 |
| Rénovation éclairage | 17 000 | 1 649 | 50 000 à 55 000 | >30 | 0 |

Remarques

.Des plaques d'isolation extérieures commencent à se décrocher, il faudra intervenir car l'isolation sera de moins en moins efficace.

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 252 kWh EP/m² passera à la classe C avec 136 kWh EP/m².

Bâtiment « Atelier génie électrique » :

Généralités :

Généralités

Le bâtiment construit en 1968 est situé derrière le bâtiment « Génie électrique ». La surface chauffée d'environ 2 100 m² pour un volume de 8 400 m³.



Bâtiment «Atelier génie électrique »

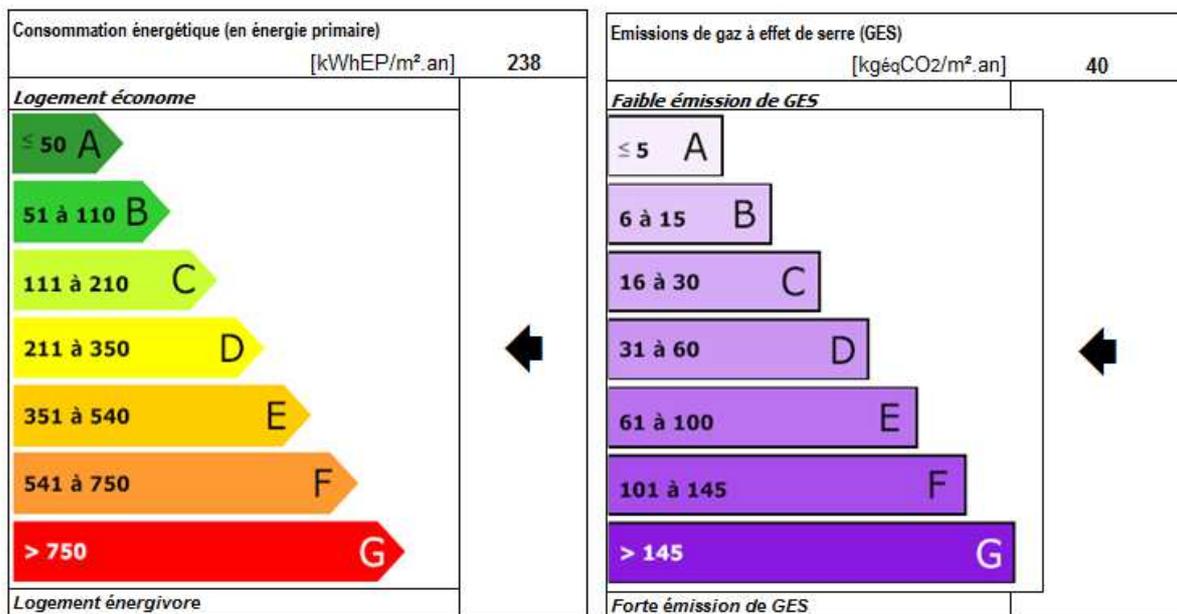
Nous avons estimé les consommations électrique et gaz naturel de ce bâtiment pour avoir son étiquette énergétique :

Consommation électrique = 64 400 kWh,

Consommation de gaz naturel = 370 650 kWh.

Etiquette énergétique

L'étiquette énergétique de ce bâtiment est D avec 238 kWh EP/m².



Etiquette énergétique classe D

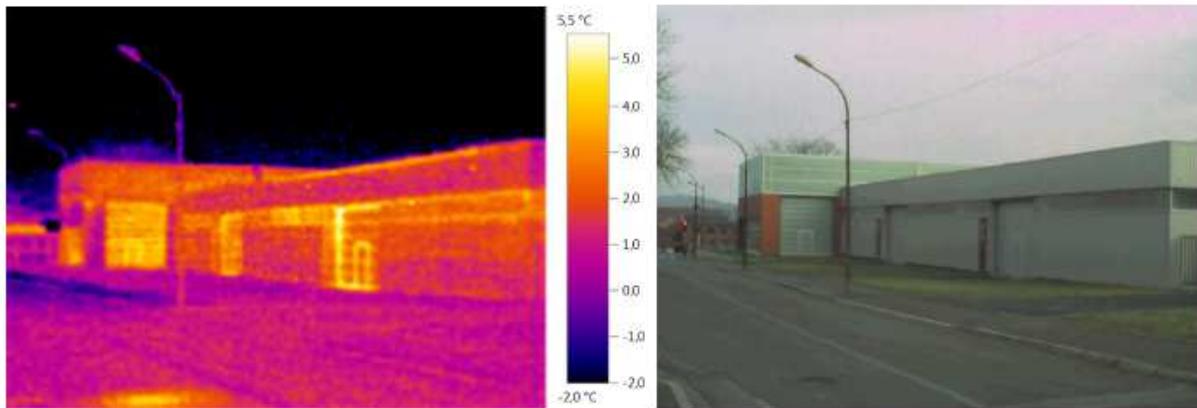
Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de ce bâtiment sont :

| Désignation | Caractéristiques |
|-------------------------|--|
| Mur extérieur | Bardage double peau avec 50 mm de laine de roche |
| Menuiseries extérieures | Menuiserie acier simple vitrage |
| Plancher | Sur vide sanitaire sans isolation |
| Plafond | 150 mm de polystyrène expansé, |
| Renouvellement d'air | Ventilation naturelle |

Caméra thermique

Pour illustrer les caractéristiques de l'isolation nous avons pris quelques clichés à la caméra thermique :



Atelier Génie électrique

Nous pouvons constater que l'isolation en place est vieillissante tant au niveau des ponts thermiques qu'au niveau des menuiseries extérieures.

La partie extension est plus récente donc mieux isolée, bien que nous pouvons voir sur la thermographie ci-dessus des déperditions importantes au niveau de la porte.

Généralités : (suite)

Déperditions thermiques

Les déperditions par les parois et par renouvellement d'air sont de 4 338 W/°C, soit environ 143 kW.

Consommation de chauffage

En prenant en compte le rendement de l'installation de chauffage (intégrant le rendement de génération, le rendement d'émission, le rendement de régulation, le rendement de distribution et l'intermittence) à 0,656, les degrés jour (base 19) à 2 919, la consommation de chauffage pour ce bâtiment est de 370 650 kWh.

Pistes d'amélioration

Les pistes d'améliorations que nous allons développer ci-après sont :

- 1 isolation des murs extérieurs,
- 2 remplacement des menuiseries extérieures,
- 3 isolation du vide sanitaire en sous face,
- 4 isolation des canalisations de chauffage,
- 5 rénovation de l'éclairage.

Isolation des murs par l'extérieur :

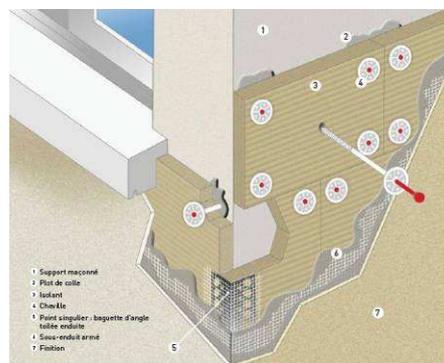
Technique

L'isolation des murs par l'extérieur permet :

- de réduire les déperditions des murs extérieurs,
- d'éliminer les ponts thermiques en about de dalle ou en refend,
- d'arrêter le phénomène de condensation sur les murs intérieurs.

Nous vous conseillons d'installer une isolation par l'extérieur de type collé calé avec 14 cm d'un isolant polystyrène qualité isolation extérieure, recouvert d'un enduit de finition.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,70 m²°C/W.



Représentation de l'isolation par l'extérieur

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 90 |
| | Rapport | Version : V1 |

Isolation des murs par l'extérieur : (suite)

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en installant une isolation sur toute la surface des murs extérieurs seraient d'environ **356 252 kWh**.

Economie

L'économie en installant une isolation par l'extérieur de ce bâtiment d'environ **14 396 kWh**, soit **723 € H.T.**

Soit une économie d'environ 4 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation extérieure sur l'ensemble des murs en contact avec l'extérieur sera de **91 000 et 100 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation par l'extérieur est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-05.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **2 086 200 kWh cumacs**.

Remplacement des menuiseries extérieures :

Technique

Le changement des menuiseries permet :

- de garantir une bonne étanchéité du bâtiment,
- de garantir la qualité thermique du bâtiment,
- d'apporter un meilleur confort.

Une entrée d'air de type hygro-réglable sera prévue sur chaque fenêtre.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer des menuiseries :

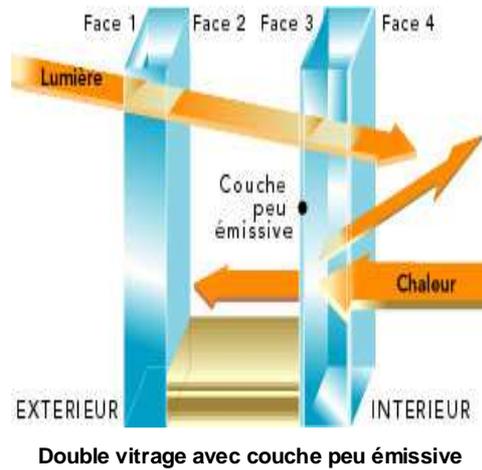
- en PVC,
- avec double vitrage isolant 4/16/4 argon,
- de coefficient de transmission U_w inférieur à 1,6 W/m².K,

La fenêtre doit avoir à minima :

- la certification NF du CSTBat,
- ou le label ACOTHERM,

Un double vitrage à isolation renforcée certifié par CEKAL ou toute caractéristique de performance de qualité équivalente.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 91 |
| | Rapport | Version : V1 |



Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en remplaçant toutes les menuiseries extérieures serait de **344 334 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant les menuiseries extérieures de ce bâtiment d'environ **26 314 kWh**, soit **1 321 € H.T.**

Soit une économie d'environ 7 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation pour le remplacement des menuiseries extérieures sera comprise entre **77 000 et 85 000 € H.T.**

CEE

L'installation de menuiseries extérieures ayant de bonnes performances thermiques est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-04.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **831 600 kWh cumacs**.

Isolation du plancher sur vide sanitaire :

Technique

L'isolation du plancher permet :

- de réduire les déperditions,
- d'éviter les sensations de « pieds froids ».

Nous vous conseillons d'installer une isolation de type mousse polyuréthane projetée sur toute la surface du vide sanitaire d'une épaisseur de 10 cm.

La résistance thermique de l'isolant est de 3,8 m²C/W.



Isolation projetée

Consommation

La consommation du chauffage de ce bâtiment en projetant de l'isolation en sous face du plancher serait d'environ **263 000 kWh**.

Economie

L'économie en projetant du polystyrène expansé en sous face du plancher de ce bâtiment sera d'environ **107 647 kWh**, soit **5 404 € H.T.**

Soit une économie d'environ 28 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de la mousse polyuréthane projetée sur l'ensemble du plafond du vide sanitaire sera de **73 000 à 80 000 € H.T.**

CEE

L'installation d'une isolation sur la sous face du plancher est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT-EN-03

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le temps de retour sur investissement des équipements.

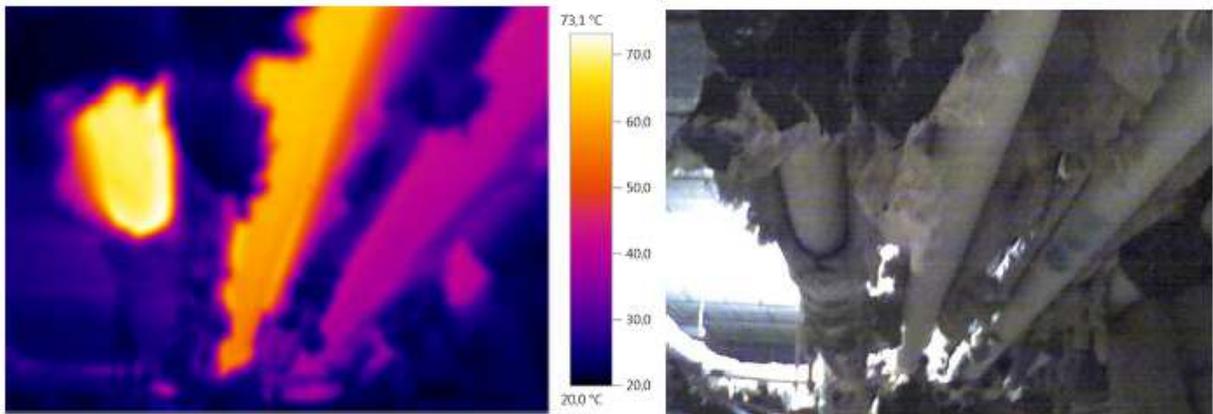
Le montant des CEE serait de **9 576 000 kWh cumacs**.

Isolation des canalisations de chauffage :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 93 |
| | Rapport | Version : V1 |

Technique

Lors de notre visite nous avons constaté que l'isolation des canalisations de chauffage situées dans le vide sanitaire du bâtiment était dégradée.



Canalisations de chauffage dans le bâtiment « Atelier génie thermique »

Pour limiter les déperditions dans le vide sanitaire il faudrait rénover l'isolation des canalisations de chauffage avec une coquille de laine de roche d'une épaisseur de 30 mm revêtue d'une feuille d'aluminium.



Coquille de laine de roche

Consommation

La consommation et le coût annuel pour le chauffage avec la reprise de l'isolation sur les canalisations de chauffage du sous-sol seraient de l'ordre de **340 650 kWh**.

Economie

L'économie en isolant les canalisations de chauffage situées en sous-sol serait d'environ **30 000 kWh**, soit **1 506 € H.T.**

Soit une économie d'environ 8 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de l'isolation sur les canalisations de chauffage sera de **4 000 à 4 500 € H.T.**

CEE

L'isolation d'un réseau hydraulique de chauffage est éligible aux certificats d'économie d'énergie, fiche BAT TH 06.

Ceux-ci permettent de financer une partie des travaux et ainsi de réduire le

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 94 |
| | Rapport | Version : V1 |

temps de retour sur investissement des équipements.

Le montant des CEE serait de **1 000 000 kWh cumacs**.

Rénovation de l'éclairage :

Mesures

Lors de notre visite nous avons relevé le niveau d'éclairage moyen dans l'atelier principal, il était d'environ 300 lux.

Actuellement l'éclairage est essentiellement constitué de luminaires plafonniers avec 2 tubes fluorescents de 58 Watts équipés d'un ballast ferromagnétique.

La puissance d'éclairage sur l'ensemble de ce bâtiment est d'environ 31 500 watts, en prenant comme hypothèse une durée d'utilisation de l'éclairage d'environ 1 000 heures par an, nous avons une consommation pour l'éclairage de 31 500 kWh, soit environ 3 056 € H.T.

Technique

Actuellement il existe sur le marché des tubes led de substitution qui se mettent en remplacement des anciens tubes fluorescents.

Ces tubes ont l'avantage d'avoir une puissance nettement inférieure pour donner sensiblement le même niveau d'éclairage et de plus avec une durée de vie d'environ 5 fois supérieure par rapport aux anciennes lampes.



Master tube de type GA 210 de marque Philips

Consommation

La consommation de l'éclairage en remplaçant tous les tubes fluorescents par du tubes de type GA 210 serait de l'ordre de **15 500 kWh**.

Economie

L'économie en remplaçant tous les tubes fluorescents de ce bâtiment par des tubes leds serait d'environ **16 000 kWh**, soit **1 552 € H.T.**

Soit une économie d'environ 50 % par rapport à la solution initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, le remplacement de tous les tubes fluorescents sera de **48 000 à 53 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas encore de fiche CEE concernant cette technique.

Synthèse des actions bâtiment « Atelier génie thermique » :

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 95 |
| | Rapport | Version : V1 |

| Amélioration | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | TRI (années) | CEE (kWh cumacs) |
|------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| Murs extérieurs | 14 396 | 723 | 91 000 à 100 000 | >50 | 2 086 200 |
| Menuiseries | 26 314 | 1 321 | 77 000 à 85 000 | >50 | 831 600 |
| Plancher | 107 647 | 5 404 | 73 000 à 80 000 | 13 à 15 | 9 576 000 |
| Isolation canalisation | 30 000 | 1 506 | 4 000 à 4 500 | 2,6 à 3 | 1 000 000 |
| Rénovation éclairage | 16 000 | 1 552 | 48 000 à 53 000 | >30 | 0 |

Remarques

L'isolation du plancher est la piste la plus intéressante pour ce bâtiment.

En faisant les travaux préconisés ci-dessus l'étiquette énergétique qui était de classe D avec 238 kWh EP/m² passera à la classe C avec 142 kWh EP/m².

Récapitulatif :

Actions concernant le bâti :

Tableau synthèse

Ci-joint un tableau de synthèse par fiche action :

| Fiche action | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|---------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|
| Isolation murs extérieurs | 206 699 | 10 377 | 776 000 à 851 000 | 17 659 | >50 ans |
| Remplacement vitrage | 285 959 | 14 355 | 706 000 à 780 000 | 7 620 | <50 ans |
| Isolation plancher | 505 867 | 25 395 | 344 000 à 380 000 | 45 007 | 13 à 15 |
| Isolation plafond | 69 281 | 3 477 | 80 000 à 88 000 | 6 069 | 23 à 25 |
| VMC simple flux | 260 791 | 13 092 | 128 000 à 140 000 | 0 | 10 à 11 |
| Isolation canalisation | 166 000 | 8 332 | 23 000 à 26 000 | 5 700 | 2,8 à 3,1 |
| Total | 1 494 597 | 75 028 | 2 057 000 à 2 265 000 | 82 055 | 27 à 30 |

| Fiche action | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|--------------|----------------|-------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| Eclairage | 129 100 | 12 523 | 408 000 à 449 000 | 0 | > 30 |

Conditionnement d'ambiance :

Situation actuelle

État des lieux

Votre système de chauffage est assuré par un circuit fermé d'eau chaude, constitué :

- d'une production d'eau chaude,
- d'une distribution via un réseau un réseau primaire alimentant 5 sous-stations (bât 5, bât 6 et 7, bât 8, bât 9 et 10, bât 11 et 12),
- d'émetteurs de type radiateurs et aérothermes pour les ateliers.

La production d'eau chaude est assurée par 2 chaudières dont les caractéristiques sont les suivantes :

| Chaudière n°1 | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-------|-----------|----------------------|--------------------|
| | Marque | Type | Année | Puissance | Rendement combustion | Taux d'excès d'air |
| Générateur | SGAET | Ygnis | 1968 | 1 856 kW | | |
| Brûleur | WEISHAAPT | G8-1D ZD | 1980 | 2 275 kW | 92,6 | 1,33 |

| Chaudière n°2 | | | | | | |
|---------------|-----------|----------|-------|-----------|----------------------|--------------------|
| | Marque | Type | Année | Puissance | Rendement combustion | Taux d'excès D'air |
| Générateur | SGAET | Ygnis | 1968 | 1 856 kW | | |
| Brûleur | WEISHAAPT | G8-1D ZD | 1980 | 2 275 kW | 91,5 | 1,35 |

| Régulateurs | Marque | Type | Réseau desservi |
|---------------|---------|----------|-----------------------------|
| Régulateur 1 | Siemens | RVL 4110 | Carrières sociales nord |
| Régulateur 2 | Siemens | RVP 200 | Carrières sociales sud |
| Régulateur 3 | Siemens | RVP 200 | Génie civil |
| Régulateur 4 | Siemens | RVL 46 | Communs amphithéâtres 3 & 4 |
| Régulateur 5 | Siemens | RVP 200 | Informatique nord |
| Régulateur 6 | Siemens | RVL 200 | Informatique sud |
| Régulateur 7 | Siemens | RVL 46 | Informatique « OGP » |
| Régulateur 8 | Siemens | RVL 4110 | Génie thermique nord |
| Régulateur 8 | Siemens | RVP 200 | Génie thermique sud |
| Régulateur 10 | Siemens | RVP 200 | Atelier génie thermique |
| Régulateur 11 | Siemens | RVP 200 | Génie électrique nord |
| Régulateur 12 | Siemens | RVP 200 | Génie électrique sud |
| Régulateur 13 | Siemens | RVL 4110 | Atelier génie électrique |

Il y a aussi 4 départs à température constante :

- α alimentation des CTA des amphithéâtres 1 & 2,
- α alimentation des CTA des amphithéâtres 3 & 4,
- α alimentation des aérothermes atelier génie thermique,
- α alimentation des aérothermes atelier génie électrique.

Photos d'une chaudière



Chaudière existante

Constats

- 1 Les chaudières sont anciennes environ 45 ans,
- 2 Les brûleurs sont anciens environ 34 ans,
- 3 Il n'existe pas de régulation en cascade,
- 4 Il n'existe pas de vanne d'isolement motorisée sur chaque chaudière. Ce type de vanne permet, à la chaudière ne fonctionnant pas, d'éviter qu'elle ne devienne un émetteur de chaleur,
- 5 Les réseaux hydrauliques ne sont pas correctement isolés,
- 6 Le réseau de distribution primaire est vétuste et régulièrement des fuites perturbent le fonctionnement du chauffage.

Préconisations

Axes de progrès

Nous détaillerons les différentes fiches actions en sachant que toutes pourront être prises séparément.

Les solutions envisageables seront réparties en trois niveaux :

1^{er} niveau (travaux minima sans toucher à l'isolation du bâti) :

- Rénovation des canalisations du primaire (Puissance = 3 700 kW),
- Installation d'une cascade sur les chaudières et isolation hydraulique de celles-ci,
- Installation de brûleurs modulants.

2^{ème} niveau (remplacement des chaudières sans toucher au bâti) :

- Rénovation des canalisations du primaire (Puissance = 2 500 kW),
- Rénovation complète de la chaufferie (2 x 1 250 kW),
- Rénovation des sous stations et des régulations,
- Installation d'une GTB pour gérer le chauffage.

3^{ème} niveau (remplacement des chaudières et isolation du bâti) :

- Rénovation des canalisations primaires (Puissance = 1 270 kW),
- Rénovation complète de la chaufferie (2 x 635 kW),
- Rénovation des sous stations et des régulations,
- Remplacement des émetteurs,
- Installation d'une GTB pour gérer le chauffage.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 100 |
| | Rapport | Version : V1 |

Premier niveau des travaux sur la chaufferie :

Rénovation du réseau primaire

Actuellement le réseau primaire en grande partie enterré relie les différentes sous-stations. Ce réseau datant de 1968 présente des traces importantes de corrosion et une isolation vétuste.

De nombreuses fuites ont provoquées, par le passé, des arrêts de chauffage pour la réparation de celles-ci.

Axes de progrès

Les canalisations sont en général constituées d'un système double enveloppe :

- une gaine extérieure en acier (jusqu'à 800 mm de diamètre),
- une épaisseur d'isolant (laine de roche, polyuréthane,...),
- une gaine acier transportant le fluide caloporteur.

Ces canalisations peuvent être installées en caniveaux ou directement enterrées (solution la moins coûteuse).

Nous vous conseillons de remplacer les canalisations existantes par des canalisations en diamètre 200 mm (en départ chaufferie).



Canalisation du réseau primaire

Economie

Le calcul de l'économie d'énergie n'est pas facile car nous n'avons pas pu voir l'état de la canalisation sur l'ensemble du parcours. Néanmoins nous pouvons estimer les économies à **50 000 kWh, soit 2 510 € H.T.**

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'investissement pour l'installation du réseau primaire (P=3 700 kW) reliant les sous station est de l'ordre de **82 000 à 90 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas de CEE pour ces travaux.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 101 |
| | Rapport | Version : V1 |

Cascade sur les chaudières

Lors de notre visite, la température extérieure était d'environ 0°C et nous avons remarqué :

- que la chaudière 1 était en fonctionnement,
- que la chaudière 2 était en fonctionnement,

En environ 20 minutes, la chaudière 1 et la chaudière 2 se sont enclenchées trois fois et se sont arrêtées 3 fois.

| 0=arrêt 1=marche | Chaudière 1 | Chaudière 2 |
|------------------|-------------|-------------|
| 14h00 | 1 | 1 |
| 14h03 | 0 | 0 |
| 14h07 | 1 | 0 |
| 14h08 | 1 | 1 |
| 14h10 | 0 | 0 |
| 14h13 | 1 | 0 |
| 14h14 | 1 | 1 |
| 14h17 | 0 | 1 |
| 14h18 | 0 | 0 |

De plus il n'y a pas d'isolation hydraulique de la chaudière lorsqu'elle ne fonctionne pas et la pompe de recyclage reste en fonctionnement.

La chaudière est parcourue par l'eau chaude produite par l'autre chaudière et devient un gros radiateur (déperdition importante dans la chaufferie).

Information



La mise en marche d'une chaudière est équivalente à son fonctionnement à pleine puissance pendant 12 minutes.

Plus il y a d'engagement de chaudière dans une journée plus la consommation est élevée.

Technique

Afin d'améliorer le bilan énergétique d'une chaufferie, il est préférable d'installer plusieurs chaudières de puissance moyenne plutôt qu'une seule chaudière de forte puissance.

Une seule chaudière fonctionne pour les faibles besoins, dès que les besoins augmentent les autres chaudières sont sollicitées. De plus, si une chaudière vient à tomber en défaut, la continuité de service est assurée par les autres chaudières.

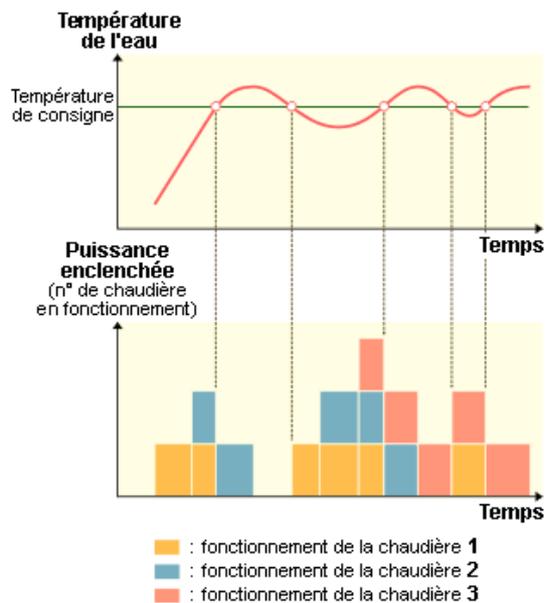
- La cascade de chaudières est asservie à la température de départ primaire dont la mesure se fait par une sonde placée au plus proche de la bouteille de découplage.
- Les chaudières non prioritaires doivent pouvoir être isolées hydrauliquement par une vanne de pied afin de ne pas se comporter comme un émetteur thermique (radiateur).
- Lors de la mise à l'arrêt d'une chaudière, une circulation d'eau est entretenue afin d'éviter une surchauffe.

Préconisations (suite)

Technique (suite)

La cascade de chaudières a pour fonction de :

- **Produire** une température de départ primaire égale à la consigne,
- **Adapter** l'ordre de marche/arrêt des chaudières,
- **Assurer** la production en cas de défaut d'une ou plusieurs chaudières.



Cascade chaudières

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en installant une cascade sur les chaudières et en les isolants hydrauliquement serait d'environ **2 828 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **150 000 kWh**, soit **7 530 € H.T.**

Soit une économie d'environ 5 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une cascade de type RVK22.2 de marque Siemens ou équivalent sur les chaudières existantes serait de l'ordre de **11 000 à 12 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 103 |
| | Rapport | Version : V1 |

Installation d'un brûleur modulant

Vos chaudières sont équipées de brûleurs de type G6-1D de marque Weishaupt qui ont environ 33 ans.

Pour optimiser votre consommation, nous vous proposons d'équiper une des chaudières d'un **brûleur modulant** de type WM-G30 de marque Weishaupt ou équivalent.

Principe Le brûleur modulant est équipé d'un servomoteur pas à pas, qui agit sur l'ouverture de la vanne. Le réglage de la puissance dépend donc directement de cette vanne. Il permettra d'optimiser la proportion air/gaz afin d'obtenir le meilleur rendement possible sur toute sa plage de puissance.



Vue d'un brûleur modulant WEISHAUP

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en installant des brûleurs modulants serait d'environ **2 888 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **90 000 kWh**, soit **4 520 € H.T.**

Soit une économie d'environ 3 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de deux brûleurs modulants sur les chaudières existantes serait de l'ordre de **33 000 à 36 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 104 |
| | Rapport | Version : V1 |

Synthèse de premier niveau

Ci-après les pistes pour le premier niveau de travaux sur la chaufferie, sans faire la rénovation complète de la chaufferie et sans faire les travaux d'isolation sur les différents bâtiments.

| Fiche action | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|---|----------------|-------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Rénovation réseau d'eau chaude primaire | 50 000 | 2 510 | 82 000 à 90 000 | 0 | >30ans |
| Cascade et isolation hydraulique des chaudières | 150 000 | 7 530 | 11 000 à 12 000 | 0 | 1,5 à 1,6 ans |
| Installation de brûleurs modulaires | 90 000 | 4 520 | 33 000 à 36 000 | 0 | 7,3 à 8 ans |
| Total | 290 000 | 14 560 | 126 000 à 138 000 | 0 | 8,8 à 9,5 ans |

Deuxième niveau des travaux sur la chaufferie :

Rénovation du réseau primaire

Actuellement le réseau primaire en grande partie enterré relie les différentes sous-stations. Ce réseau datant de 1968 présente des traces importantes de corrosion et une isolation vétuste.

De nombreuses fuites ont provoquées par le passé des arrêts de chauffage pour la réparation de celles-ci.

Axes de progrès

Les canalisations sont en général constituées d'un système double enveloppe :

- une gaine extérieure en acier (jusqu'à 800 mm de diamètre),
- une épaisseur d'isolant (laine de roche, polyuréthane,...),
- une gaine acier transportant le fluide caloporteur.

Ces canalisations peuvent être installées en caniveaux ou directement enterrées (solution la moins coûteuse).

Nous vous conseillons de remplacer les canalisations existantes par des canalisations en diamètre 150 mm (en départ chaufferie).



Canalisation du réseau primaire

Economie

Le calcul de l'économie d'énergie n'est pas facile car nous n'avons pas pu voir l'état de la canalisation sur l'ensemble du parcours. Néanmoins nous pouvons estimer les économies à **50 000 kWh, soit 2 510 € H.T.**

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'investissement pour l'installation du réseau primaire (P=2 500 kW) reliant les sous station est de l'ordre de **68 000 à 75 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas de CEE pour ces travaux.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 106 |
| | Rapport | Version : V1 |

Préconisations (suite)

Rénovation de la chaufferie

Après avoir réalisé un bilan thermique, nous estimons que la puissance nécessaire pour chauffer les bâtiments, sans toucher à l'isolation de ceux-ci est de 1 150 kW.

Pour préserver une sécurité de fonctionnement même en cas de panne d'une des chaudières il sera installé deux chaudières d'une puissance unitaire d'environ 1 250 kW.

La production d'eau chaude pour le chauffage sera assurée par :

- Deux chaudières « basse température » de type Vitoplex 300 TX3A de marque Viessmann ou équivalent, d'une puissance unitaire de **1 250 kW** .
- Deux brûleurs modulants au gaz naturel, de type WM-G30/1 de marque Weishaupt ou équivalent.
- d'une gestion en **cascade** des deux chaudières à partir d'une sonde de température extérieure.



Chaudière Vitoplex 300



Brûleur modulant WM-G30

De plus dans la rénovation complète des différents organes de la chaufferie seront rénovés comme :

- les conduits d'évacuation de fumées,
- les pompes,
- la distribution d'eau chaude chauffage.

L'armoire électrique sera conservée.

Remarque

Attention la remise aux normes de la chaufferie ne sera pas prise en compte dans le chiffrage de l'investissement.

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en faisant

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 107 |
| | Rapport | Version : V1 |

la rénovation de la chaufferie d'une puissance totale d'environ 2 500 kW serait d'environ **2 650 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **328 000 kWh**, soit **16 466 € H.T.**

Soit une économie d'environ 11 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de deux chaudières de 1 250 kW, équipées de brûleurs modulants ainsi que la rénovation des points spécifiés ci-dessus serait de l'ordre de **140 000 à 155 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

Rénovation des sous-stations et des tuyauteries sous-sol

.Les cinq sous stations présentent un état de vieillissement avancé (hors mis la sous station bâtiment amphithéâtres 3&4 et Génie civil) avec des panne récurrentes sur les régulateurs et les pompes de circulation de chauffage.

De plus l'isolation de la distribution d'eau chaude destinée au chauffage est très abimée ce qui a augmenté les traces de corrosion sur les tuyauteries.



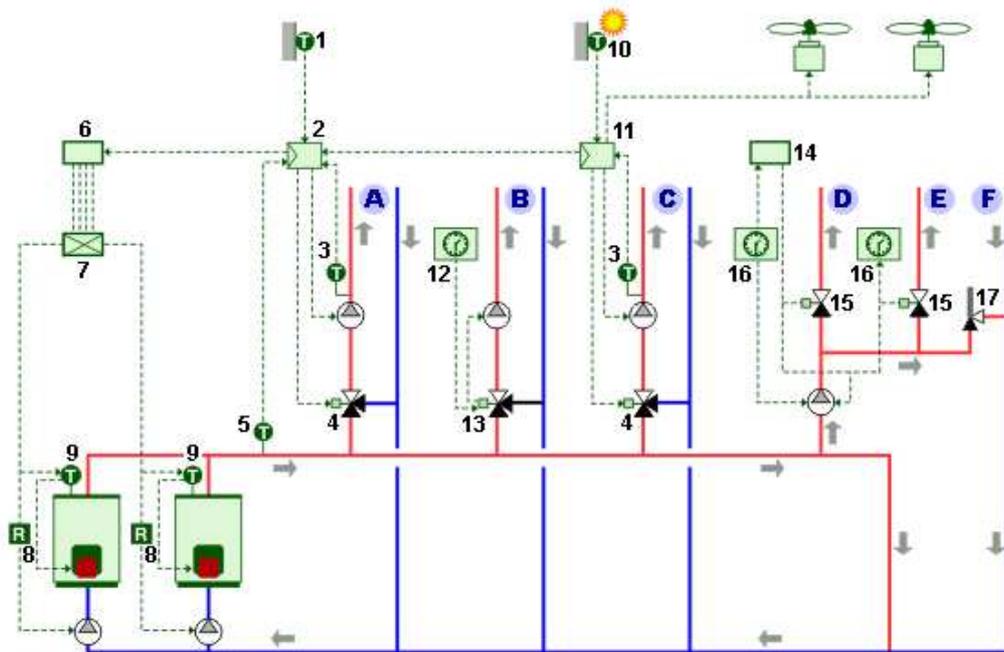
Sous station dans le bâtiment Génie électrique

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 108 |
| | Rapport | Version : V1 |

Axe de progrès

Nous vous conseillons de rénover l'ensemble des 5 sous-stations en remplaçant :

- les 13 régulateurs,
- les vannes trois voies,
- les panoplies de pompes,
- la distribution en chaufferie (collecteur, ...),
- la distribution d'eau chaude de chauffage en sous-sol, y compris l'isolation.



1 = sonde de température extérieure
7 = régulateur de cascade chaudières

2 = régulateur d'un départ chauffage
16 = programmateur sur un départ à température constante

Exemple de fonctionnement

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en remplaçant les sous-stations y compris le réseau de distribution en sous-sol serait d'environ **2 702 248 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **276 200 kWh**, soit **13 865 € H.T.**
Soit une économie d'environ **14 %** par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation des travaux décrits ci-dessus serait de l'ordre de **170 000 à 190 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 109 |
| | Rapport | Version : V1 |

Gestion technique du bâtiment

Actuellement la gestion du chauffage est assurée par les différents régulateurs qui pilotent les différents départs de chauffage régulés.

Ce sont eux qui déterminent :

- la température d'eau chaude en fonction de la température extérieure,
- le respect des températures de consigne dans les locaux,
- la programmation entre les périodes d'occupation ou la température de consigne est confort et les périodes d'inoccupation ou la température de consigne est réduite.



Régulateurs de trois départs chauffage

L'inconvénient est que personne n'a une vision exacte des conditions de chauffage dans l'ensemble des bâtiments.

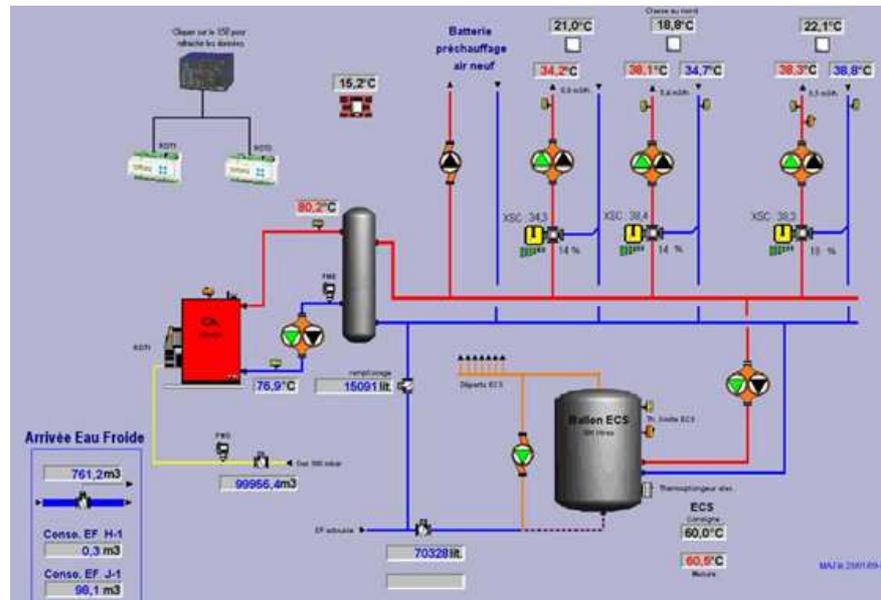
Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer une gestion technique du bâtiment (GTB) de marque Energie Système ou équivalent permettant de centraliser et de visualiser toutes les informations concernant le pilotage du chauffage dans les différents bâtiments.

Les points de mesures pris en compte par cette GTB seront :

- température extérieures,
- commande des cascades chaudières,
- pilotage des différents régulateurs,
- 1 température ambiante par zone de chauffage (soit environ 13 sur l'ensemble des bâtiments).

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 110 |
| | Rapport | Version : V1 |



Exemple d'un écran de contrôle

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en installant une GTB serait d'environ **2 708 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **270 000 kWh**, soit **13 554 € H.T.**

Soit une économie d'environ 9 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une GTB serait de l'ordre de **80 000 à 90 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

Synthèse du deuxième niveau

Ci-après les pistes pour le deuxième niveau en faisant des travaux de rénovation sur la chaufferie (en dimensionnant les chaudières en fonction des besoins thermiques réels) mais sans faire les travaux d'isolation sur les diffé-

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 111 |
| | Rapport | Version : V1 |

rents bâtiments.

| Fiche action | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|---|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Rénovation réseau d'eau chaude primaire | 50 000 | 2 510 | 68 000 à 75 000 | 0 | >27ans |
| Rénovation de la chaufferie | 328 000 | 16 466 | 140 000 à 155 000 | 0 | 8,5 à 9,5 ans |
| Rénovation des sous stations + remplacement des tuyauteries alimentation eau chaude du sous-sol | 276 200 | 13 865 | 170 000 à 190 000 | 0 | 12 à 14 ans |
| Gestion Technique du Bâtiment (GTB) | 270 000 | 13 554 | 80 000 à 90 000 | 0 | 6 à 6,5 ans |
| Total | 924 200 | 46 395 | 458 000 à 510 000 | 0 | 10 à 11 ans |

Troisième niveau des travaux sur la chaufferie :

Rénovation du réseau primaire

Actuellement le réseau primaire en grande partie enterré relie les différentes sous-stations. Ce réseau datant de 1968 présente des traces importantes de corrosion et une isolation vétuste.

De nombreuses fuites ont provoquées par le passé des arrêts de chauffage pour la réparation de celles-ci.

Axes de progrès

Les canalisations sont en général constituées d'un système double enveloppe :

- une gaine extérieure en acier (jusqu'à 800 mm de diamètre),
- une épaisseur d'isolant (laine de roche, polyuréthane,...),
- une gaine acier transportant le fluide caloporteur.

Ces canalisations peuvent être installées en caniveaux ou directement enterrées (solution la moins coûteuse).

Nous vous conseillons de remplacer les canalisations existantes par des canalisations en diamètre 150 mm puis 100 mm car nous avons pris en compte l'isolation des bâtiments.



Canalisation du réseau primaire

Economie

Le calcul de l'économie d'énergie n'est pas facile car nous n'avons pas pu voir l'état de la canalisation sur l'ensemble du parcours. Néanmoins nous pouvons estimer les économies à **50 000 kWh, soit 2 510 € H.T.**

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'investissement pour l'installation du réseau primaire (P=1 270 kW) reliant les sous station est de l'ordre de **58 000 à 65 000 € H.T.**

CEE

Il n'y a pas de CEE pour ces travaux.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 113 |
| | Rapport | Version : V1 |

Préconisations (suite)

Rénovation de la chaufferie

En prenant en compte les différentes isolations qui seront installées dans les bâtiments, nous estimons que la puissance nécessaire pour les chauffer, est de 640 kW.

Pour préserver une sécurité de fonctionnement même en cas de panne d'une des chaudières il sera installé deux chaudières d'une puissance unitaire d'environ 635 kW.

La production d'eau chaude pour le chauffage sera assurée par :

- Deux chaudières «condensation» de type Vitocrossal 300 CT3 de marque Viessmann ou équivalent, d'une puissance unitaire de **635 kW**
- Ces chaudières sont équipées de brûleurs modulants de type radiant Matrix de marque Viessmann ou équivalent. Ces brûleurs ont une plage de modulation de 30% à 100%,
- d'une gestion en **cascade** des deux chaudières à partir d'une sonde de température extérieure.



Chaudière Vitocrossal 300

De plus dans la rénovation complète des différents organes de la chaufferie seront rénovés comme :

- les conduits d'évacuation de fumées,
- les pompes,
- la distribution d'eau chaude chauffage.

L'armoire électrique sera conservée.

Remarque

Attention la remise aux normes de la chaufferie ne sera pas prise en compte dans le chiffrage de l'investissement.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 114 |
| | Rapport | Version : V1 |

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en faisant la rénovation de la chaufferie d'une puissance totale d'environ 1 270 kW serait d'environ **2 532 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **446 000 kWh**, soit **22 389 € H.T.**

Soit une économie d'environ 15 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation de deux chaudières à condensation de 635 kW, équipées de brûleurs modulants ainsi que la rénovation des points spécifiés ci-dessus serait de l'ordre de **130 000 à 140 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

Rénovation des sous-stations et des tuyauteries sous-sol

Les cinq sous stations présentent un état de vieillissement avancé (hors mis la sous station bâtiment amphithéâtres 3&4 et Génie civil) avec des panne récurrentes sur les régulateurs et les pompes de circulation de chauffage.

De plus l'isolation de la distribution d'eau chaude destinée au chauffage est très abimée ce qui a augmenté les traces de corrosion sur les tuyauteries.



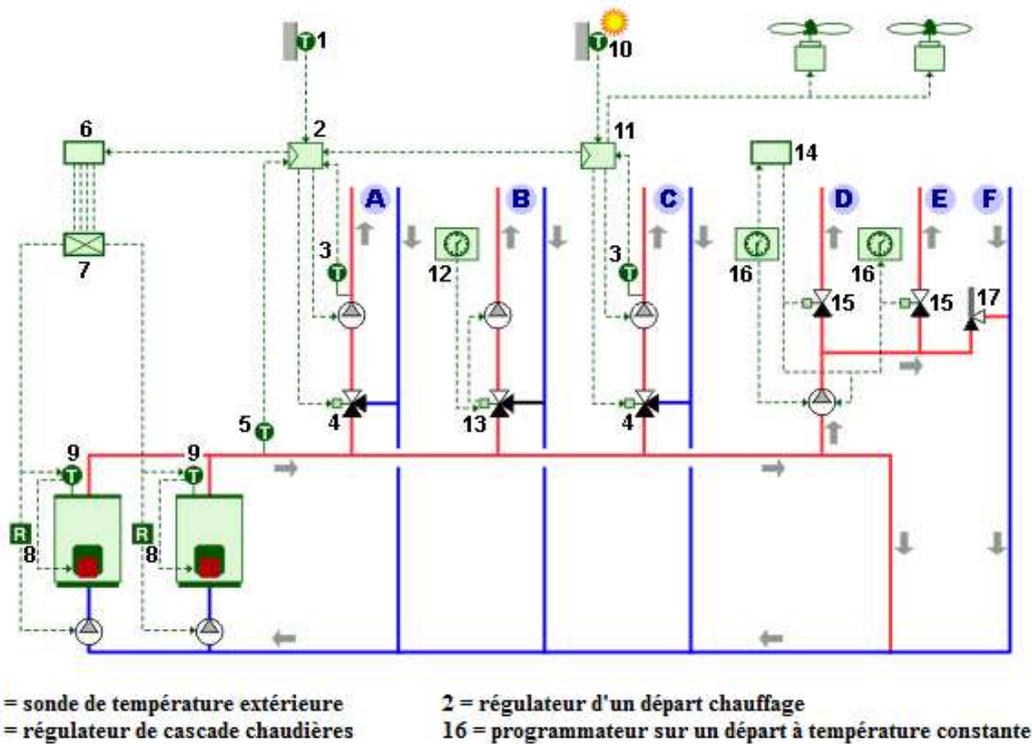
Sous station dans le bâtiment Génie électrique

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 115 |
| | Rapport | Version : V1 |

Axe de progrès

Nous vous conseillons de rénover l'ensemble des 5 sous-stations en remplaçant :

- les 13 régulateurs,
- les vannes trois voies,
- les panoplies de pompes,
- la distribution en chaufferie (collecteur, ...),
- la distribution d'eau chaude de chauffage en sous-sol, y compris l'isolation.



Exemple de fonctionnement

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en remplaçant les sous-stations y compris le réseau de distribution en sous-sol serait d'environ **2 702 248 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **276 200 kWh**, soit **13 865 € H.T.**

Soit une économie d'environ 14 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation des travaux décrits ci-dessus serait de l'ordre de **170 000 à 190 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 116 |
| | Rapport | Version : V1 |

Gestion technique du bâtiment

Actuellement la gestion du chauffage est assurée par les différents régulateurs qui pilotent les 13 départs de chauffage régulés.

Ce sont eux qui déterminent :

- la température d'eau chaude en fonction de la température extérieure,
- le respect des températures de consigne dans les locaux,
- la programmation entre les périodes d'occupation ou la température de consigne est confort et les périodes d'inoccupation ou la température de consigne est réduite.



Régulateurs de trois départs chauffage

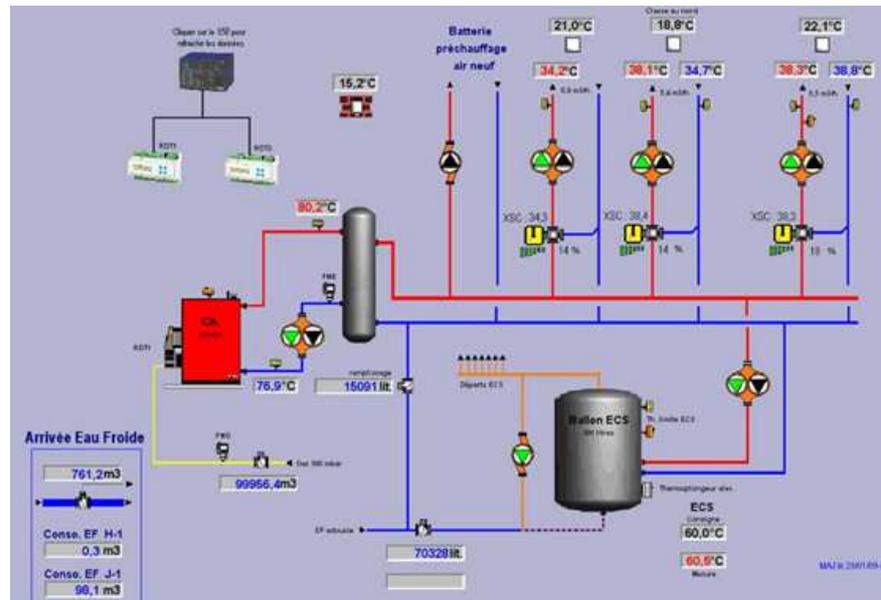
L'inconvénient est que personne n'a une vision exact des conditions de chauffage dans l'ensemble des bâtiments.

Axe de progrès

Nous vous conseillons d'installer une gestion technique du bâtiment (GTB) de marque Energie Système ou équivalent permettant de centraliser et de visualiser toutes les informations concernant le pilotage du chauffage dans les différents bâtiments.

Les points de mesures pris en compte par cette GTB seront :

- température extérieures,
- commande des cascades chaudières,
- pilotage des différents régulateurs,
- 1 température ambiante par zone de chauffage (soit environ 13 sur l'ensemble des bâtiments),
- Un sous comptage de chaleur à l'entrée de chaque sous-station.



Exemple d'un écran de contrôle

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en installant une GTB serait d'environ **2 708 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **270 000 kWh**, soit **13 554 € H.T.**

Soit une économie d'environ 9 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, l'installation d'une GTB serait de l'ordre de **90 000 à 100 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

Remplacement des émetteurs

Actuellement les émetteurs de chauffage dans toutes la partie bureau, salle de cours sont des radiateurs à ailettes en console avec un caisson de protection.

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 118 |
| | Rapport | Version : V1 |

Il n'y a pas de moyen de réglage, ni de robinet thermostatique.



Radiateur à ailettes

Axe de progrès

Nous vous conseillons de déposer tous les radiateurs à ailettes et de les remplacer par des radiateurs « basse température » pour pouvoir profiter pleinement des chaudières à condensation.

Le régime de température sera d'environ 50°C en température aller de chauffage avec un retour à environ 35°C.

En prenant en compte les nouvelles déperditions il faudra dimensionner :

- Le réseau de distribution de chauffage dans l'ensemble des bâtiments,
- Les radiateurs dans chaque local.

La distribution par étage sera du type bitubes et tous les radiateurs seront équipés d'un robinet thermostatique.

De plus une vanne d'équilibrage de pied de colonne sera installée dans tous les bâtiments.

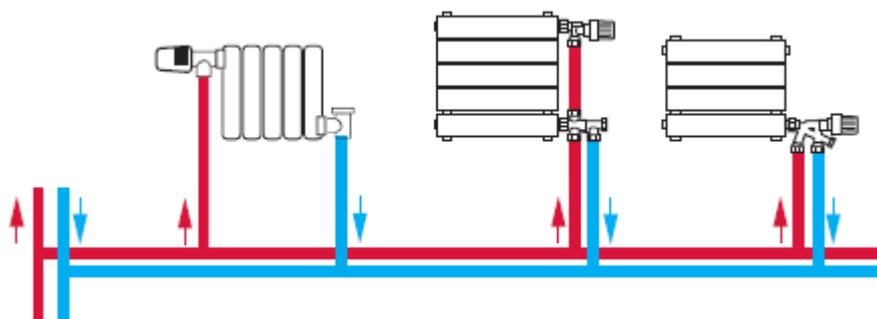


Schéma simplifié d'une installation bitubes

Consommation

La consommation du chauffage de l'ensemble de ces bâtiments en remplaçant tous les émetteurs de chauffage de type « radiateur à ailettes » serait

| | | |
|--|-------------------------|--------------|
| | IUT Belfort Montbéliard | Page 119 |
| | Rapport | Version : V1 |

d'environ **2 874 448 kWh**.

Economie

L'économie serait d'environ **104 000 kWh**, soit **5 221 € H.T.**

Soit une économie d'environ 3 % par rapport à la situation initiale.

Investissement

L'investissement devra être chiffré par votre installateur.

A titre indicatif, la dépose et l'installation de radiateurs « basse température » serait de l'ordre de **700 000 à 780 000 € H.T.**

CEE

Pas de CEE sur cette fiche action.

Synthèse du troisième niveau

Ci-après les pistes pour le troisième niveau en faisant les travaux d'isolation sur les différents bâtiments et les travaux de rénovation sur la chaufferie (en dimensionnant les chaudières en fonction des besoins thermiques réels).

| Fiche action | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|---|----------------|-------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| Rénovation réseau d'eau chaude primaire | 50 000 | 2 510 | 58 000 à 65 000 | 0 | 23 à 26 ans |
| Rénovation de la chaufferie chaudière à condensation | 446 000 | 22 389 | 130 000 à 140 000 | 0 | 5,8 à 6,2 ans |
| Rénovation des sous stations + remplacement des tuyauteries alimentation eau chaude du sous-sol | 276 200 | 13 865 | 170 000 à 190 000 | 0 | 12 à 14 ans |
| Gestion Technique du Bâtiment (GTB) | 270 000 | 13 554 | 90 000 à 100 000 | 0 | 6,5 à 7,5 ans |
| Remplacement des radiateurs | 104 000 | 5 221 | 700 000 à 780 000 | 0 | >50 ans |
| Total | 1 146 200 | 57 539 | 1 148 000 à 1 275 000 | 0 | 20 à 22 ans |

Questions :

3 scénarii différents:

Scénario 1

Ci-joints nous avons regroupé les travaux les plus urgents qui ne nécessitent pas un gros investissement et permettent d'atteindre l'étiquette énergétique C (haut de la plage C).

| | Economie (kWh) | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | CEE (MWh cumacs) | Temps de retour (années) |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Total | | | | | |
| Total des actions | | | | | |

Récapitulatif

| | Economie (€ H.T.) | Investissement (€ H.T.) | TRI (Années) | Ratio (kWh EP/m²) | Etiquette |
|------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---|------------------|
| Scénario 1 | | | | | |
| Scénario 2 | | | | | |
| Scénario 3 | | | | | |
| Scénario 4 | | | | | |
| Scénario 5 | | | | | |