



Auvergne
Rhône-Alpes
Énergie Environnement

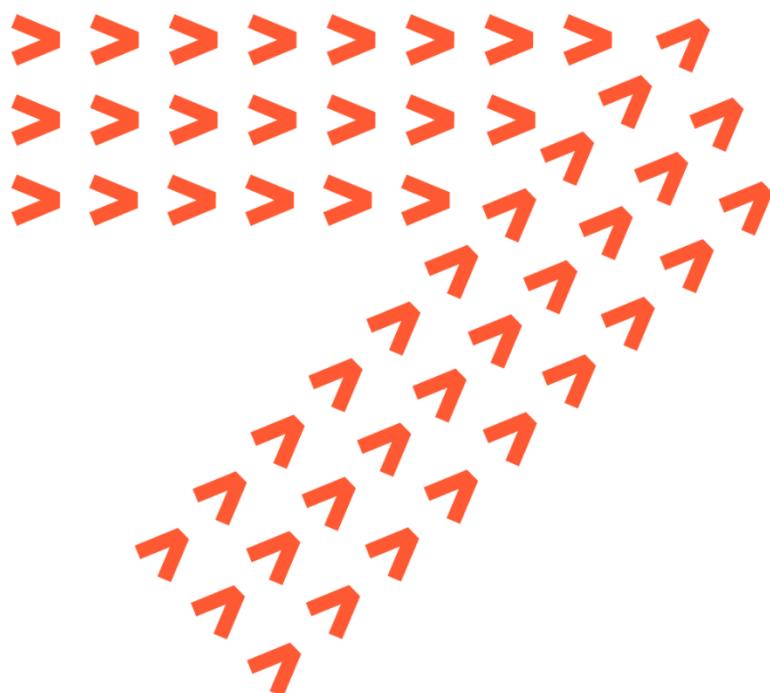
CAPI
Communauté
d'Agglomération
Porte de l'Isère

Laurent CHANUSSOT,
Jean LEROY
Sébastien DELMAS

Audit énergétique

Ecole élémentaire René Fillet - Domarin

27/09/2018



Le sens de la performance énergétique

OPOIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT
N° 09 04 2061

www.h3c-energies.fr

H3C
ENERGIES

SIÈGE
35 chemin du Vieux Chêne
38240 MEYLAN
04 76 41 88 66

AGENCE ÎLE DE FRANCE
6 rue Abel
75012 PARIS
01 46 20 22 85

AUTRES AGENCES
LYON
FORT-DE-FRANCE

AUDIT ENERGETIQUE**Ecole élémentaire René Fillet**

| | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------|-------------------|
| Auteur(s) : J.REY | Vérificateur : F.Herin | Version : V4 | Date : 27/09/2018 |
| Auteur(s) : L.DELANDE | Vérificateur : F.Herin | Version : V4 | Date : 27/09/2018 |

A – Introduction

Climat

Température de base -11 °C Zone G Altitude 200 à 400m

Station météo de référence Eclos-Badinières

Degrés Jours Unifiés (DJU) en base 18

| 2015 | 2016 | 2017 | Moyenne |
|------|------|------|-------------|
| 2681 | 2852 | 2799 | 2777 |

Informations générales sur le site

Nom Ecole élémentaire René Fillet

Surface totale 700 m²

Volume total 2100 m³

Nombre de bâtiment 1

| Bâtiment / Local | Année de const. | Niveaux | Surface (m ²) | Volume (m ³) |
|---------------------------|-----------------|---------|---------------------------|--------------------------|
| BA L1 - Ecole élémentaire | 1976 | RDC | 700 | 2100 |

Mode de chauffage Chaudière gaz

Type d'exploitation Maintenance externe contractée avec "Garcia Energies"

Usages / Horaires

L'école primaire est ouverte de 8h30 à 15h30 les lundi et jeudi, de 8h30 à 15h45 les mardi et vendredi et de 8h30 à 12h le mercredi.

L'école accueille environ 120 enfants.

B – VISITE TECHNIQUE

Description du site

L'école primaire de Domarin est une petite école de 5 classes. Le bâtiment, uniquement en rez-de-chaussée, date de 1976.



Nord

Description de l'enveloppe

Les parois opaques

| | Nature | Isolant | Commentaire | Etat |
|-----------------|---|----------------|--------------------|---------|
| Murs | Panneau de béton avec isolant à l'intérieur | Polystyrène | cf remarques | Correct |
| Toiture | Toiture 2 pans | Laine minérale | 275 mm (R=6) | Mauvais |
| Plancher | Dalle béton | non isolée | Sur vide sanitaire | NC |

Remarque :

L'ossature de l'école primaire est en préfabriqué béton avec polystyrène intégré.

Les murs pignons sont constitués d'une âme de 4 cm en polystyrène entourée de deux tranches de béton de 7 et 8 cm. Les murs en allège possèdent, quant à eux, une âme de 10 cm de polystyrène, entourée de béton de 10 et 9,5 cm. Cette constitution engendre de nombreux ponts thermiques aux jonctions entre les différents panneaux de préfabriqué.

Dans les faux-plafonds de l'école se trouve une isolation ancienne en assez mauvais état, par-dessus laquelle a été rajoutée une isolation par soufflage. En effet, les combles et la zone de rampants sous toiture ont été isolés en 2015 avec de la laine minérale soufflée (R=6), sur une épaisseur de 275 mm. Lors de la visite, de nombreuses infiltrations étaient visibles dans les salles de classe, qui sont peut-être anciennes.

Il n'y a pas de flocage sur le plafond de la zone contigüe au vide-sanitaire au sous-sol, ce qui génère des déperditions de chaleur par le plancher bas du RDC chauffé.



Façade Ouest



Façade Sud



Pignon Nord

Les parois claires

| Zone | Type | Commentaire | Etat |
|-------------|--|--------------------------------------|----------|
| Menuiseries | Simple vitrage sur menuiserie aluminium sans rupture thermique | Volets roulants extérieurs motorisés | Médiocre |
| Portes | Double vitrage sur menuiserie aluminium sans rupture thermique | Volets roulants extérieurs motorisés | Bon |

La RT 2012 impose une surface minimale de parois vitrées de 1/6, soit 17% de la surface habitable. Les surfaces vitrées du groupe scolaire représentent 26 % de la surface utile, il est donc possible de diminuer la surface vitrée afin de murer et d'isoler une plus grande surface du bâtiment.

Remarque :

Les menuiseries de l'école sont d'origine. Elles sont en simple vitrage et aluminium et ne présentent plus d'étanchéité. Elles représentent donc un réel enjeu, aussi bien d'un point de vue thermique que sécuritaire.

Les menuiseries sont équipées de volets roulants motorisés, exceptées celles de la première classe, façade ouest, qui ne présentent aucune protection. Elles ne possèdent pas d'entrée d'air.

L'école a toutefois changé l'intégralité de ses portes vitrées, cette année, pour des portes en aluminium et double vitrage 6-16 (ar)-6.

Le hall d'entrée bénéficie de deux skydômes et de deux pyrodômes de 1m² chacun, laissant entrer une quantité de lumière naturelle importante.



Menuiseries d'origine



Portes neuves



Puits de lumière

Production de chaleur

La production de chaleur est assurée par une chaudière gaz, située en sous-sol, d'origine. Elle est équipée d'un brûleur Cuenod C20 qui a lui été changé depuis la mise en service de la chaufferie.

| Chaudière | |
|---------------------------------|-------------------|
| Marque | HOVAL |
| Type | Paromat-RU PU 022 |
| Puissance (en kW) | 163 |
| Energie | Gaz |
| Année de mise en service | 1976 |

Remarque :

Le carnet de chaufferie est présent et à jour, sauf pour les tests de combustion. Le dernier ticket de combustion date de 2016 (il indique un rendement de 94,2 %).

La chaufferie n'est pas aux normes car elle ne possède pas de porte ni de plafond coupe-feu.

Au regard de nos calculs de déperditions en RTex, la chaufferie semble surdimensionnée.



Chaudière

Distribution de chaleur

La chaufferie dessert un seul circuit régulé par une vanne 3 voies SQK 33 :

| Circuits | Régulation | Pompe | Type pompe | Plage de puissance pompe (W) |
|----------|----------------|---------|------------|------------------------------|
| Ecole | V3V mélangeuse | GUINARD | 50 G 10 | NC |

Remarque :

Tous les réseaux de distribution sont calorifugés avec de l'armaflex en bon état.

Le réseau de distribution monotube ne permet pas de régulation différenciée par zone (comme cela est le cas avec des robinets thermostatiques par exemple).

Régulation

La régulation de la production de chauffage est gérée par régulateur Siemens qui pilote la V3V. La température de confort est fixée à 20 °C, celle de réduit à 14 °C et celle d'inoccupation à 5 °C.

La loi d'eau qui régit la régulation est détaillée ci-dessous

| T. ext (°C) | T. de départ (°C) |
|-------------|-------------------|
| -5 | 70 |
| 15 | 30 |

Remarque :

Les horaires de confort du site sont de 4h à 17h30 les lundi, mardi et vendredi, 4h-13h le mercredi et 4h-17h le jeudi. La reprise du chauffage très tôt le matin s'explique par l'importante diminution de la température en fonctionnement réduit.



Régulateur

Emission de chaleur

L'émission de chaleur est assurée de la manière suivante :

| Lieux | Emetteur | Type | Matériaux | Energie |
|-------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Ecole | radiateur | A ailettes | acier | chaudière |

Remarque :

L'émission de chaleur sur le site se fait par radiateurs à ailettes monotubes en série. Cette configuration n'est pas optimale car elle oblige à utiliser des débits importants et ne permet pas d'isoler un radiateur en cas de problème. Une rénovation du réseau de distribution en bi-tube est nécessaire.



Radiateurs monotubes



Radiateurs monotubes

Ventilation

Les sanitaires sont équipés de bouches d'extraction VMC. En revanche le reste de l'école, et notamment les salles de classes, ne dispose pas de bouches d'extraction, ni d'entrée d'air sur les menuiseries. Une grosse réflexion doit donc être menée sur le renouvellement de l'air dans l'école.

Eau froide & ECS

Les besoins en eau du site sont très limités. Seulement quelques lavabos dans les sanitaires ou dans les classes sont présents, avec seulement un tirage d'eau froide.

Eclairage

L'école a bénéficié d'un relamping récent. L'éclairage du site est réalisé par des pavés de 2x14W T5, à ballast électronique, commandés par interrupteur. Toutes les classes sont zonées, avec deux ou trois rampes d'éclairage.

Dans le hall, une vingtaine d'ampoule à insandescence, probablement, sont commandées par interrupteur.

Il est dommage que les sanitaires et espaces communs de l'école fonctionnent sur interrupteur et non sur détection de présence.



Eclairage classe



Hall

Autres usages spécifiques de l'électricité

Divers appareils participent aux consommations électriques du groupe scolaire. L'école possède entre autre une salle informatique munie de 15 ordinateurs cathodiques.

Maintenance

La maintenance de la chaufferie est assurée par la société Garcia énergies.

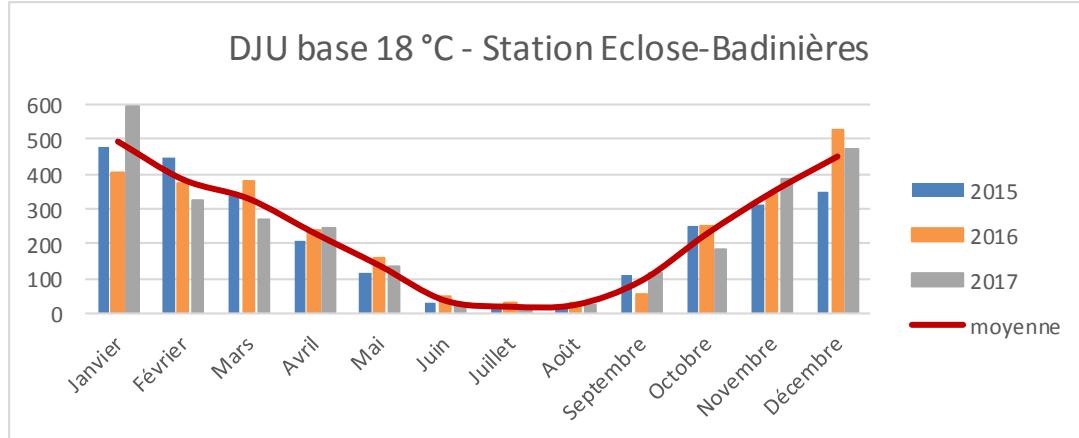
C – ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Données climatiques de référence

Les Degrés Jours Unifiés (DJU) représentent la rigueur climatique pour un site donné. Ils permettent d'estimer ou de corriger les besoins en chauffage d'un site. Ils sont calculés chaque jour en faisant la différence entre la température moyenne et la température de 18°C. Le cumul de ces DJU journaliers permet d'estimer la rigueur climatique d'un mois ou d'une année. Plus ils sont élevés, plus les besoins de chauffage seront importants.

Les données considérées proviennent de la station météo de Eclos-Badinières, station la plus proche du site. Les conditions climatiques de cette station sont donc très proches de celles appliquées au site étudié.

| DJU Base 18 °C | | | |
|----------------------------------|------|------|------|
| Station météo : Eclos-Badinières | | | |
| Mois | 2015 | 2016 | 2017 |
| Janvier | 481 | 406 | 594 |
| Février | 449 | 377 | 327 |
| Mars | 338 | 381 | 269 |
| Avril | 211 | 238 | 244 |
| Mai | 116 | 160 | 136 |
| Juin | 32 | 52 | 27 |
| Juillet | 11 | 28 | 19 |
| Août | 21 | 29 | 25 |
| Septembre | 108 | 57 | 116 |
| Octobre | 251 | 253 | 181 |
| Novembre | 311 | 343 | 389 |
| Décembre | 352 | 528 | 472 |
| Total | 2681 | 2852 | 2799 |



Alimentation en électricité

L'école a souscrit un contrat tarif bleu, option EJP, avec une puissance de 18 kVA au près du fournisseur EDF.

Les factures d'électricité fournies ont permis de reconstituer les consommations des années 2015 à 2017. Le tableau suivant présente les consommations du site et les coûts associés :

| Année | Consommations (MWh) | Coût (€ TTC) | Coût unitaire (€TTC/MWh) | Ratio de consommation (kWh EF /m ²) |
|-------|---------------------|--------------|--------------------------|---|
| 2015 | 14 | 2259,0 | 161,9 | 21 |
| 2016 | 12 | 1988,8 | 162,5 | 19 |
| 2017 | 11 | 1885,5 | 172,2 | 17 |

Les consommations d'électricité sont en baisse sur les trois dernières années. A l'inverse, les montants des factures annuelles sont en augmentation au vu de l'évolution du prix de l'électricité.

Il est à noter que le 31 octobre 2017, 36 luminaires ont été changés pour des LED, ce qui pourra impacter à la baisse les consommations sur 2018.

Alimentation en gaz

L'école est alimentée en gaz pour son chauffage. Le contrat d'alimentation était géré par Engie jusqu'à fin 2017, puis par SEDI-EDF, et enfin depuis le 1^{er} mars 2018 par Eni.

Les factures de gaz fournies ont permis de reconstituer les consommations des années 2015 à 2017. Le tableau suivant présente les consommations du site et les coûts associés :

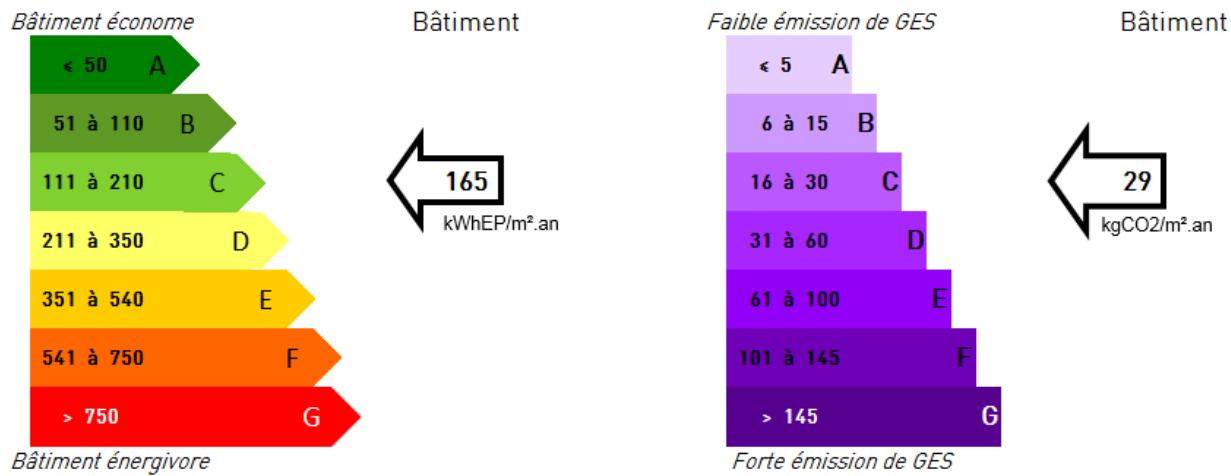
| Année | Consommations (MWh) | Coût (€ TTC) | Coût unitaire (€TTC/MWh) | Ratio de consommation (kWh EF /m ²) | Ratio DJU (Wh EF /m ² .DJU) |
|-------|---------------------|--------------|--------------------------|---|--|
| 2015 | 80 | 5040,2 | 63,4 | 122 | 46 |
| 2016 | 80 | 5226,8 | 65,2 | 123 | 43 |
| 2017 | 92 | 6117,9 | 66,6 | 141 | 50 |

Le ratio DJU représente l'indice de consommation du bâtiment après correction par la rigueur hivernale des saisons de chauffe considérées. La consommation de gaz par DJU permet d'effectuer une comparaison de l'efficacité du système de chauffage du site : si ce facteur est constant, l'efficacité du système ne varie pas d'année en année. Dans le cas contraire, ce facteur peut témoigner d'une économie d'énergie suite à une amélioration des systèmes ou bien indiquer un dysfonctionnement durant la période de chauffe.

Entre 2015 et 2016, les consommations sont assez similaires. En revanche, on remarque que le ratio de Wh/m².DJU a fortement augmenté (16,7%) entre 2016 et 2017.

Etiquette énergétique

Ci-dessous une synthèse des consommations énergétiques et des émissions de GES du site (basée sur la moyenne des consommations de 2015 à 2017). Cette étiquette énergie est donnée à titre indicatif :



L'observatoire de l'immobilier durable (OID) a publié dans son baromètre de 2014 la consommation moyenne des établissements scolaires, égale à 197 kWh_{EP}/m².an et l'indicateur de changement climatique, qui vaut 48,9 kg_{éqCO2}/m².an

Ce site se trouve légèrement en-dessous de la moyenne nationale.

D – Répartition des consommations par poste

L'objectif de la reconsolidation des consommations est l'identification des postes principaux de consommation. Cette identification permet dans un second temps, d'apprécier de manière qualitative et quantitative les gisements potentiels d'économie d'énergie.

D.1 – Reconsolidation des consommations de chauffage

Les déperditions statiques sont les pertes de chaleur par les parois d'un bâtiment, alors que les déperditions dynamiques sont dues au renouvellement d'air (obligatoire et fuites).

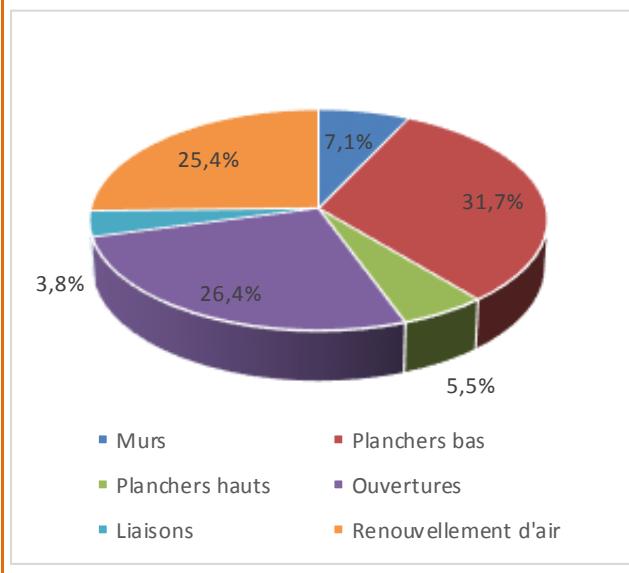
Elles sont directement liées à la composition de l'enveloppe, au type de ventilation et aux conditions climatiques extérieures.

Remarque :

Le calcul des déperditions thermiques est réalisé grâce au logiciel U48Win utilisant la méthode de calcul Th C-Ex, dédiée aux bâtiments existants.

D.1.1 – Répartition des déperditions

| Poste | Déperditions (W/K) | Pourcentage (%) |
|----------------------|--------------------|-----------------|
| Murs | 131 | 7,1 |
| Plancher bas | 583 | 31,7 |
| Plancher haut | 102 | 5,5 |
| Parois claires | 486 | 26,4 |
| Ponts thermiques | 69 | 3,8 |
| Renouvellement d'air | 466 | 25,4 |
| TOTAL | 1837 | 100 |



Les déperditions associées aux ponts thermiques sur ce graphique ne représentent pas la totalité des ponts thermiques du bâtiment. En effet les parois du bâtiments sont composées de panneaux sandwich de préfabriqués en béton autour de polystyrène. Ces panneaux, d'une surface de 5 m², génèrent des ponts thermiques à leur jonction. Les ponts thermiques verticaux liés à ces jonctions ont donc été intégrés au poste « Murs ».

Il apparaît que la majorité des déperditions s'effectuent par le plancher bas. Ceci n'est pas étonnant, vu que ce dernier n'est pas isolé et que le bâtiment est très allongé et uniquement en rez-de-chaussée. La deuxième source de déperditions sont les menuiseries, qui sont en simple vitrage et d'une étanchéité quasi inexistante.

Le calcul permettant de calculer la puissance minimale nécessaire pour combattre ces déperditions, en prenant une marge de 30 %, nous donne une puissance de 75 kW. Cela suggère une réelle surpuissance de la chaufferie actuelle de 163 kW.

D.1.2 – Estimation des consommations de chauffage

| | |
|---|--------|
| Consommation théorique de chauffage (kWh) | 83 349 |
| Consommation réelle de chaleur (kWh) | 83 821 |
| Ecart (%) | 0,6 |

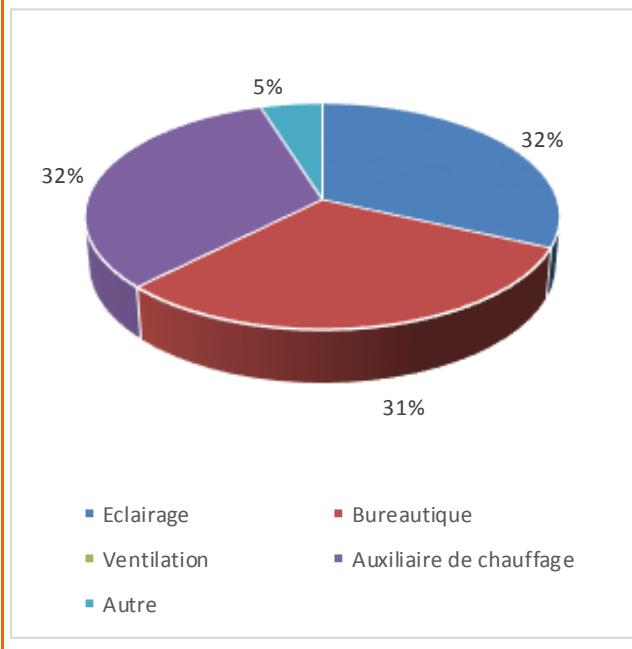
Les reconsolidations de consommations de gaz permettent d'approcher les consommations réelles du site avec un écart de 0,6 %, ce qui permet de valider notre modèle.

Les consommations énergétiques sont estimées à partir des déperditions du bâtiment, des températures de consigne et des rendements liés à la génération, distribution et émission de chaleur. Notre méthode tient compte des apports solaires et internes.

D.2 – Reconsolidation des consommations d'électricité

D.2.2 – Répartitions des consommations par poste

| Poste | Consommation (MWh/an) | Pourcentage (%) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| Eclairage | 4,0 | 31,7 |
| Bureautique | 3,8 | 30,7 |
| Ventilation | 0 | 0,0 |
| Auxiliaire de chauffage | 4,1 | 32,7 |
| ECS | 0 | 0,0 |
| Autre | 0,6 | 4,9 |
| TOTAL | 12,5 | 100 |



Les consommations électriques ont également pu être reconsolidées, avec un écart de 0,6 %. Cet écart est faible et permet de valider notre modèle.

La consommation électrique du site est répartie relativement équitablement entre l'éclairage, les auxiliaires de chauffage (pompes, brûleurs etc.) et la bureautique. L'école est un site très peu consommateur d'électricité et tout l'éclairage a été changé pour des tubes fluorescents T5 performants. La bureautique comprend 16 ordinateurs à écrans cathodiques et un vidéoprojecteur dans chaque classe.

E – PRECONISATIONS

Description des préconisations

| Thème | Intitulé | Description technique sommaire |
|--|--|--|
| Actions sur le bâtiment | Isolation des murs | Isoler les murs donnant sur l'extérieur par une isolant ayant une résistance thermique supérieure à 4 m ² .K/W. Cette isolation pourrait être réalisée par l'extérieur (ITE). |
| | Changement des menuiseries | Remplacement des menuiseries actuelles par des menuiseries en double vitrage 4/16/4 présentant un coefficient U de 1,3 W/m ² .K maximum |
| | Isolation du plancher bas | Isoler le plancher bas en installant 15 cm de laine minérale en sous face de dalle |
| Actions réglementaires | Mise en conformité de la chaufferie | Mise en place d'un flocage en sous face de dalle de la chaufferie et installation d'une porte coupe-feu |
| Actions sur les installations techniques | Remplacement de la chaudière | Mise en place d'une chaudière à condensation à la place de l'ancienne chaudière |
| | Remplacement du circulateur | Remplacement du circulateur et mise en place d'une pompe à vitesse variable |
| | Réfection du réseau de distribution de chauffage | Réfection du circuit de distribution de chauffage et remplacement des émetteurs |
| | Installation d'une ventilation double flux | Mise en place d'une CTA double flux et d'un réseau de gaines aérauliques pour permettre un renouvellement d'air optimal dans le bâtiment |

| | | | | |
|---|--|------------------|----------|----------|
| Bâti | 1 – Isolation des murs | | | |
| | Les murs sont isolés en sandwich par une faible épaisseur d'isolant. Afin d'augmenter les performances thermiques de ces parois et ainsi diminuer les déperditions du bâtiment, nous conseillons de réaliser une isolation thermique par l'extérieur en complément. Cette isolation se composera de 15 cm de polystyrène expansé. Nous considérons la mise en place de 260 m ² d'isolant. | | | |
| <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-102 (R ≥ 3,7 m².K/W)</i> | | | | |
| | Investissement | Economies | | TRB |
| | 30 000 € HT | 5 MWh | 250 € HT | ➤ 50 ans |

| | | | | |
|---|---|------------------|----------|--------|
| Bâti | 2 – Changement des menuiseries | | | |
| | Les menuiseries actuelles sont en simple vitrage ce qui engendre d'importantes déperditions de chaleur. Nous préconisons la mise en place d'ouvrants en double vitrage 4/16/4 en PVC à remplissage argon. Ces ouvrants devront présenter un coefficient de déperdition Ude de 1,3 W/m ² .K maximum et un facteur solaire Sw de 0,35. Nous considérons le remplacement de 23 fenêtres pour une surface de 77 m ² . A titre indicatif, la mise en place de volets roulants électriques reviendrait à 350 € par unité, fourni et posé. Le coût de l'installation de skydomes plus performant avoisinerait 1000 € par unité. | | | |
| <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-104 .</i> | | | | |
| | Investissement | Economies | | TRB |
| | 35 000 € HT | 14,5 MWh | 750 € HT | 46 ans |

| | | | | |
|---|--|------------------|------------|--------|
| Bâti | 3 – Isolation du plancher bas | | | |
| | Le plancher bas du bâtiment donne sur vide sanitaire ou sur sous-sol et n'est pas isolée en sous dalle, nous proposons donc l'isolation du plancher par 20 cm de laine minérale. | | | |
| <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-103 (R ≥ 3 m².K/W)</i> | | | | |
| | Investissement | Economies | | TRB |
| | 25 000 € HT | 28,5 MWh | 1 500 € HT | 17 ans |

| | | | | |
|-----------------------|---|------------------|---|-----|
| Réglementation | 4 – Mise en conformité de la chaufferie | | | |
| | Afin de rendre la chaufferie réglementaire, il faut prévoir la mise en place d'un flocage coupe-feu en sous face de plancher haut. Pour cela, la mise en place d'un flocage de type fibreux projeté est préconisée. De plus, la porte d'accès sera remplacée par une porte coupe-feu. | | | |
| | Investissement | Economies | | TRB |
| | 3 800 € HT | - | - | - |

| Systèmes | 5 – Remplacement de la chaudière | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|-----|--------|----------------|-----------|--|-----|--|--------------------|--------|----------|--|--------|
| | <p>Les performances de la chaudière actuelle pourraient être améliorées en mettant en place une chaudière à condensation. Le régime de température de l'unique circuit de chauffage permet de condenser fréquemment et donc de bénéficier d'excellentes performances. La puissance prise en compte est de 75 kW, ce qui correspond à la puissance majorée nécessaire pour lutter contre les déperditions calculées du site. Dans le cas de figure où des travaux améliorant l'efficacité du bâti seraient entamés, il faudrait prévoir d'installer une puissance plus faible qui serait plus en adéquation avec les nouveaux besoins de chaleur du bâtiment. Dans le cadre des scénarios 2 et 3, une chaudière de puissance inférieure sera suffisante.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-102. La puissance étant supérieure à 70 kW, l'efficacité utile à 100 % de la puissance thermique nominale devra être $\geq 87\%$, et l'efficacité utile à 30% de puissance thermique nominale $\geq 95,5\%$.</i></p> | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Investissement</th><th colspan="2">Economies</th><th>TRB</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13 500 € HT</td><td>12 MWh</td><td>620 € HT</td><td></td><td>22 ans</td></tr> </tbody> </table> | | | | | Investissement | Economies | | TRB | | 13 500 € HT | 12 MWh | 620 € HT | | 22 ans |
| Investissement | Economies | | TRB | | | | | | | | | | | |
| 13 500 € HT | 12 MWh | 620 € HT | | 22 ans | | | | | | | | | | |

| Systèmes | 6 – Remplacement du circulateur | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----|-------|----------------|-----------|--|-----|--|-------------------|---------|----------|--|-------|
| | <p>La pompe du circuit est vétuste et à vitesse constante. Les opérations en chaufferie seraient l'occasion de remplacer le circulateur par une pompe à vitesse variable.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Investissement</th><th colspan="2">Economies</th><th>TRB</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 100 € HT</td><td>1,2 MWh</td><td>160 € HT</td><td></td><td>7 ans</td></tr> </tbody> </table> | | | | | Investissement | Economies | | TRB | | 1 100 € HT | 1,2 MWh | 160 € HT | | 7 ans |
| Investissement | Economies | | TRB | | | | | | | | | | | |
| 1 100 € HT | 1,2 MWh | 160 € HT | | 7 ans | | | | | | | | | | |

| Systèmes | 7 – Réfection du réseau de distribution de chauffage | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----|----------|----------------|-----------|--|-----|--|--------------------|---------|----------|--|----------|
| | <p>Les émetteurs du bâtiment sont montés en monotube via un unique circuit de distribution. Ce montage ne favorise pas une bonne circulation de la chaleur et pénalise les radiateurs en fin de circuit. Nous préconisons la dépose des émetteurs et du réseau de distribution actuels afin de mettre en place un réseau bi-tube performant et l'installation de nouveaux radiateurs équipés de robinets thermostatiques. Nous avons considéré un volume de 40 radiateurs.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Investissement</th><th colspan="2">Economies</th><th>TRB</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>48 000 € HT</td><td>5,2 MWh</td><td>270 € HT</td><td></td><td>➤ 50 ans</td></tr> </tbody> </table> | | | | | Investissement | Economies | | TRB | | 48 000 € HT | 5,2 MWh | 270 € HT | | ➤ 50 ans |
| Investissement | Economies | | TRB | | | | | | | | | | | |
| 48 000 € HT | 5,2 MWh | 270 € HT | | ➤ 50 ans | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-----------------|---|-----------|----------|
| Systèmes | 8 – Mise en place d'une ventilation double flux | | |
| | <p>Le renouvellement d'air du bâtiment se fait principalement de manière naturelle par défauts d'étanchéité à l'air et ouverture des fenêtres. Une VMC simple flux extrait l'air vicié des sanitaires. En cas de travaux sur l'enveloppe, le renouvellement d'air actuel deviendra insuffisant et de nombreux problèmes interviendront : non respect du renouvellement d'air réglementaire minimum, apparition de moisissures, problèmes d'odeurs, inconfort...</p> <p>L'installation d'une centrale de traitement d'air double flux permettrait de contrôler le renouvellement d'air et d'améliorer le confort des occupants. De plus la chaleur de l'air extrait serait valorisée et récupérée au moyen d'un échangeur installé dans la CTA. Une batterie chaude permettra le chauffage de l'air neuf qui aura été pré-chauffé par l'intermédiaire de l'échangeur. Un circuit de chauffage devra être créé en chaufferie pour alimenter cette batterie : une pompe supplémentaire devra donc être mise en place.</p> <p>Cette préconisation prévoit l'investissement d'une CTA double flux d'un débit avoisinant 3 500 m³/h, d'un réseau aéraulique d'environ 220 mètres linéaires à installer en faux plafond ainsi que les grilles de soufflage et d'extraction, d'un réseau de chauffage alimentant la batterie chaude (circulateur, réseau calorifugé...)</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-126 (efficacité de l'échangeur ≥ 75 %, puissance électrique du caisson de ventilation ≤ 0,35 W/(m³/h).</i></p> | Economies | TRB |
| | Investissement | 19,5 MWh | 900 € HT |
| | 60 000 € HT | ➤ 50 ans | |

F – SCENARIOS

SCENARIO 1

Scénario 1

| Situation actuelle | | | | | |
|--------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--|
| Consommations en EF _{PCS} : | 96 MWh | 138 kWh/m ² .an | | | |
| Consommations en EP _{PCI} : | 107 MWh | 154 kWh/m ² .an | Emissions de GES : | 19 t.éq CO ₂ | 27 kgCO ₂ /m ² .an |

| Données | | | |
|---------|--------------------|------------------------------|--------------|
| Surface | 700 m ² | Coût énergie(s) de chauffage | 52,0 €HT/MWh |

Liste des actions concernées

| N° | Intitulé | Coût travaux |
|---|--|---------------------------|
| 2.2 | Remplacement du circulateur | 1 100 € |
| 1.4 | Mise en conformité de la chufferie | 3 800 € |
| 2.1 | Remplacement de la chaudière | 13 500 € |
| 2.3 | Réfection du réseau de distribution de chauffage | 48 000 € |
| Total Investissement | | 66 400 € |
| Ratio d'investissement (€/m² utile) | | 95 €/m² |

Résultats

| | |
|---|------------------------|
| Economies d'énergie finale | 16 MWh |
| Emissions de gaz à effet de serre évitées | 4 t.éq CO ₂ |
| Impact économique sur le coût du P1 | -1 000 € TTC |
| Impact économique annuel total | -1 000 € TTC |

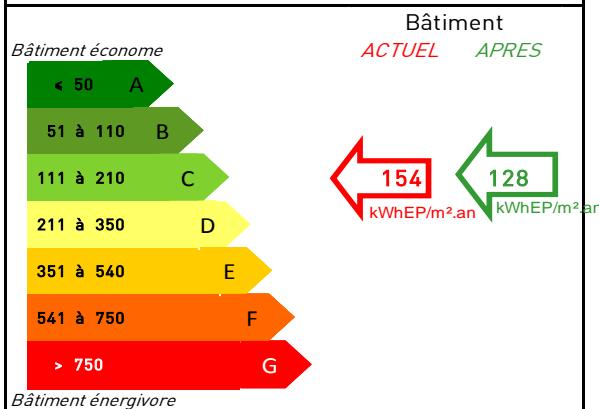
Le scénario permet une réduction de 17 % des consommations en énergie primaire

et de 19% des émissions de GES

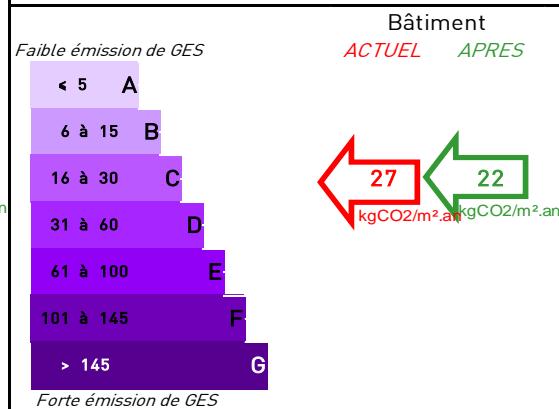
Situation après investissement

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--|
| Consommations en EF _{PCS} : | 79 MWh | 112 kWh/m ² .an | Emissions de GES : | 15 t.éq CO ₂ | 22 kgCO ₂ /m ² .an |
| Consommations en EP _{PCI} : | 90 MWh | 128 kWh/m ² .an | | | |

Consommation conventionnelle



Estimation des émissions



SCENARIO 2

Scénario 2

Situation actuelle

| | | | | | |
|--------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------|-------------------------|--|
| Consommations en EF _{PCS} : | 96 MWh | 138 kWh/m ² .an | Emissions de GES : | 19 t.éq CO ₂ | 27 kgCO ₂ /m ² .an |
| Consommations en EP _{PCI} : | 107 MWh | 154 kWh/m ² .an | | | |

Données

| | | | | | |
|---------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|---------------|
| Surface | 700 m ² | Coût énergie(s) de chauffage | 52,0 €HT/MWh | Coût de l'électricité | 132,6 €HT/MWh |
|---------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|---------------|

Liste des actions concernées

| N° | Intitulé | Coût travaux |
|---|--|----------------------------|
| 1.2 | Changement des menuiseries | 35 000 € |
| 1.3 | Isolation du plancher bas | 25 000 € |
| 1.4 | Mise en conformité de la chaufferie | 3 800 € |
| 2.2 | Remplacement du circulateur | 1 100 € |
| 2.4 | Mise en place d'une ventilation double flux | 55 000 € |
| 2.1 | Remplacement de la chaudière | 13 500 € |
| 2.3 | Réfection du réseau de distribution de chauffage | 48 000 € |
| Total Investissement | | 181 400 € |
| Ratio d'investissement (€/m² utile) | | 259 €/m² |

Résultats

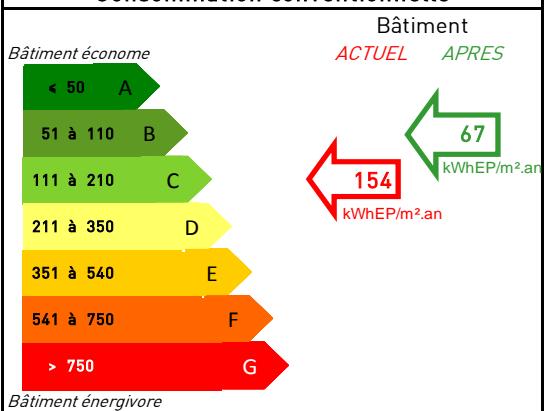
| | |
|---|-------------------------|
| Economies d'énergie finale | 61 MWh |
| Emissions de gaz à effet de serre évitées | 14 t.éq CO ₂ |
| Impact économique sur le coût du P1 | -3 500 € TTC |
| Impact économique annuel total | -3 500 € TTC |

Le scénario permet une réduction de 56 % des consommations en énergie primaire
et de 76% des émissions de GES

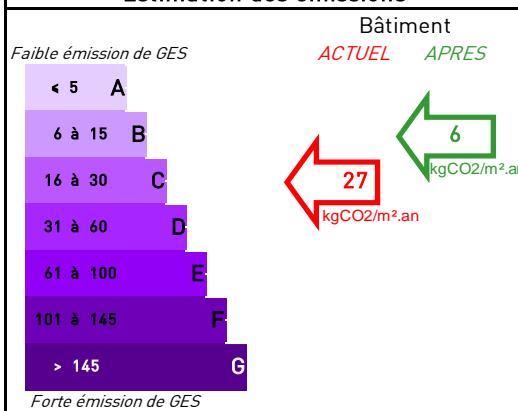
Situation après investissement

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|---------------------------|--------------------|------------------------|---|
| Consommations en EF _{PCS} : | 29 MWh | 41 kWh/m ² .an | Emissions de GES : | 4 t.éq CO ₂ | 6 kgCO ₂ /m ² .an |
| Consommations en EP _{PCI} : | 47 MWh | 67 kWh/m ² .an | | | |

Consommation conventionnelle



Estimation des émissions



SCENARIO 3

Scénario 3

| Situation actuelle | | |
|--------------------------------------|---------|----------------------------|
| Consommations en EF _{PCS} : | 96 MWh | 138 kWh/m ² .an |
| Consommations en EP _{PCI} : | 107 MWh | 154 kWh/m ² .an |

| Données | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Surface 700 m ² | Coût énergie(s) de chauffage 52,0 €HT/MWh | Coût de l'électricité 132,6 €HT/MWh |

Liste des actions concernées

| N° | Intitulé | Coût travaux |
|---|--|----------------------------|
| 1.1 | Isolation des murs | 30 000 € |
| 1.2 | Changement des menuiseries | 35 000 € |
| 1.3 | Isolation du plancher bas | 25 000 € |
| 1.4 | Mise en conformité de la chufferie | 3 800 € |
| 2.2 | Remplacement du circulateur | 1 100 € |
| 2.4 | Mise en place d'une ventilation double flux | 55 000 € |
| 2.1 | Remplacement de la chaudière | 13 500 € |
| 2.3 | Réfection du réseau de distribution de chauffage | 48 000 € |
| Total Investissement | | 211 400 € |
| Ratio d'investissement (€/m² utile) | | 302 €/m² |

Aides financières

| | |
|---|------------------------|
| Certificats d'Economies d'Énergies* | 0 € |
| * données issues des estimations présentées en fiche action | Aides potentielles 0 € |

| | |
|--|----------------------------|
| Budget prévisionnel d'investissement (Hors Aides) | 211 400 € |
| Ratio d'investissement (€/m² utile) | 302 €/m² |

Résultats

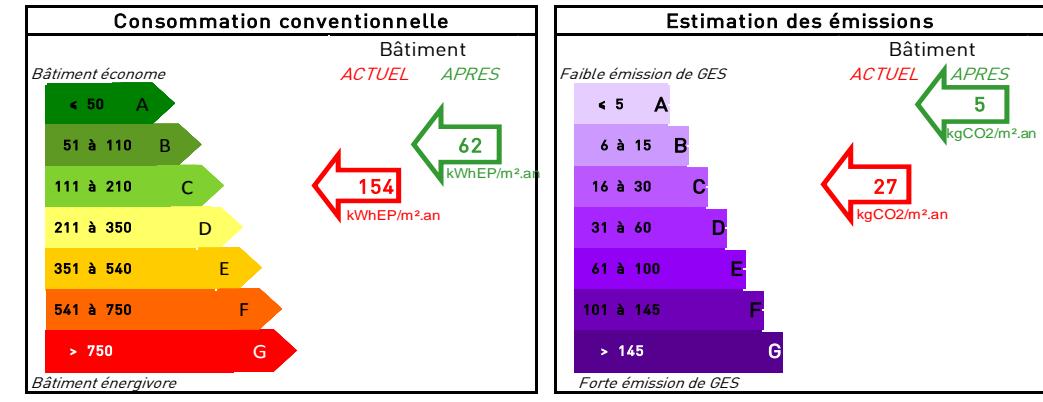
| | |
|---|--------------|
| Economies d'énergie finale | 64 MWh |
| Emissions de gaz à effet de serre évitées | 15 t.éq CO2 |
| Impact économique sur le coût du P1 | -3 700 € TTC |
| Impact économique annuel total | -3 700 € TTC |

Le scénario permet une réduction de 59 % des consommations en énergie primaire

et de 81% des émissions de GES

Situation après investissement

| | | |
|--------------------------------------|--------|---------------------------|
| Consommations en EF _{PCS} : | 25 MWh | 36 kWh/m ² .an |
| Consommations en EP _{PCI} : | 44 MWh | 62 kWh/m ² .an |



G-Travaux induits

Les différentes actions préconisées induisent des travaux, listés ci-dessous :

- ITE : prévoir des travaux de ravalement de façades
- Changement des menuiseries : reprise du placo dans le cas d'une dépose totale, et/ou reprise ponctuelle de la peinture
- Réfection du réseau de distribution de chauffage : désamiantage éventuel, notamment de la peinture des tuyauteries et des joints de bride des chaudières et brûleurs
- Installation d'une VMC : pose/repose du faux-plafond, traversée de cloisons avec réfection du plâtre et de la peinture le cas échéant