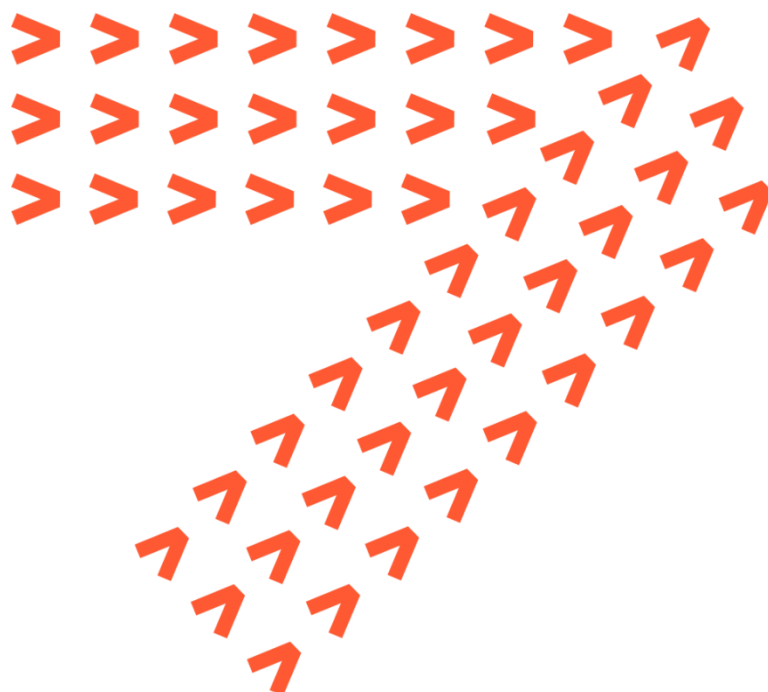




# Audit énergétique

GS 16 Les coteaux de chasse – L'Isle  
d'Abeau

22/01/2019



*Le sens de la performance énergétique*

## 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

[www.h3c-energies.fr](http://www.h3c-energies.fr)

**➤ AUDIT ENERGETIQUE**

**Ecoles de Montceau, cantine et salle Annequin**

<i>Auteur(s) : J.REY</i>	<i>Vérificateur : C.CLERC</i>	<i>Version : V5</i>	<i>Date : 22/01/2019</i>
<i>Auteur(s) : L.DELANDE</i>	<i>Vérificateur : C.CLERC</i>	<i>Version : V5</i>	<i>Date : 22/01/2019</i>

## A – Introduction

### Climat

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

Station météo de référence Eclose-Badinières

Degrés Jours Unifiés (DJU) en base 18

2015	2016	2017	Moyenne
2681	2852	2799	<b>2777</b>

### Informations générales sur le site

Nom GS 16 Les Coteaux de Chasse

Surface totale 3037 m<sup>2</sup>

Nombre de bâtiment 3

Bâtiment / Local	Année de construction	Niveaux	Surface (m <sup>2</sup> )
BA L1 – <i>Restaurant, administration + logement</i>	1986	RDC à R+2	2924
BA L2 – <i>Hall</i>	1986	RDC	
BA L3 – <i>Classes</i>	1986	RDC à R+2	
BA L4 – <i>Préfabriqué</i>	1986	RDC	113

Mode de chauffage Chaudière gaz

Type d'exploitation Maintenance externe contractée avec «Someci »

#### Usages / Horaires

Les écoles primaires et maternelles sont ouvertes de 9h à 16h15 tous les jours de la semaine sauf le mercredi, où l'établissement accueille le centre aéré jusqu'à 18h30. Toutefois, les agents d'entretien ouvrent les locaux à 6h tous les jours.

La garderie est ouverte tous les jours de 7h30 à 18h30, sauf le mercredi après-midi.

Elles accueillent près de 350 enfants.

## B – VISITE TECHNIQUE

### Description du site

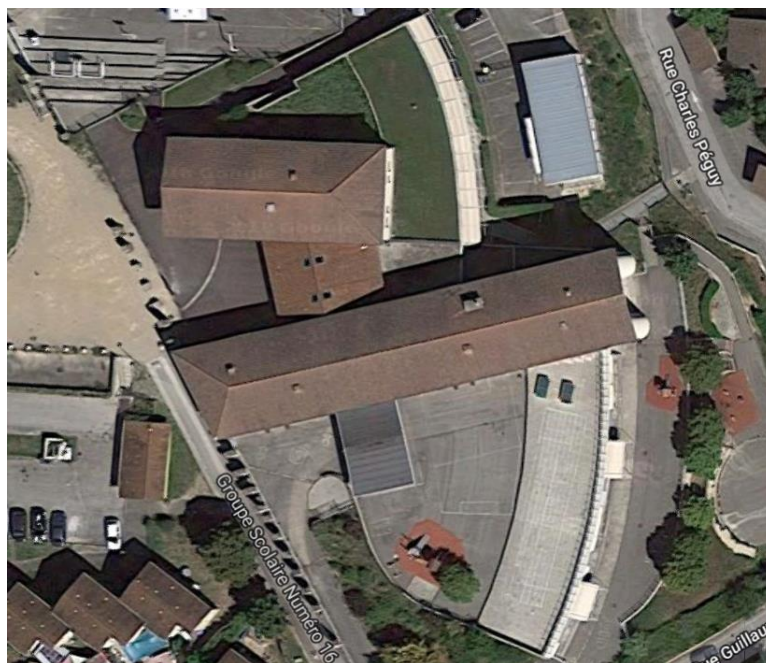
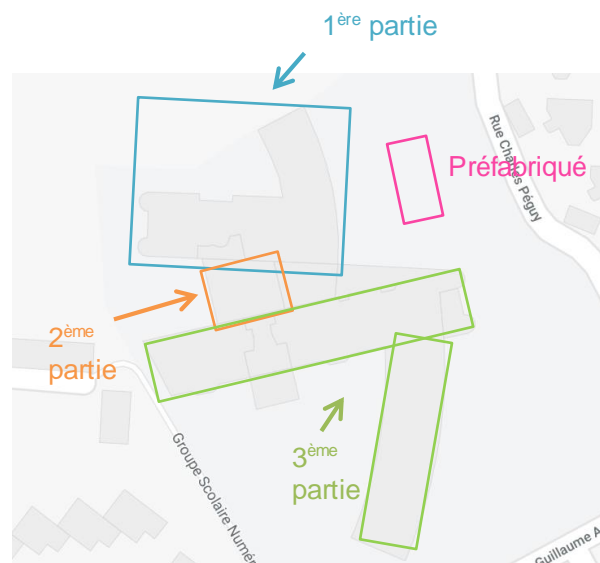
Le site se divise en quatre parties :

- 1<sup>ère</sup> partie : Elle comporte l'administration, la restauration, la salle polyvalente et le logement gardien. Cette partie est située au nord.
- 2<sup>ème</sup> partie : le hall s'ouvre sur des escaliers séparant les 2 autres parties de l'école. Ce hall n'est pas chauffé.
- 3<sup>ème</sup> partie : Elle comporte l'intégralité des salles de classe de maternelle et de primaire. Certaines salles de maternelle ont pour toiture la terrasse qui est accessible au 1<sup>ère</sup> étage. Cette partie est située au sud.
- Un préfabriqué a été mis en place en 2014. Il comprend deux classes et un sanitaire pour la garderie.

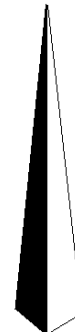
#### Remarque :

*Il y a deux vides sanitaires situés sous la 1<sup>ère</sup> et la 3<sup>ème</sup> partie. Une partie du vide sanitaire sous la partie 1 a été utilisé pour agrandir la cantine, il y a 3 ans.*

*Le préfabriqué, temporaire, est censé assurer le relais dans l'attente de la construction d'un nouveau groupe scolaire à l'Isle d'Abeau.*



Nord



## Description de l'enveloppe

### Les parois opaques

	Nature	Isolant	Commentaire	Etat
Murs	Béton + plâtre	laine de roche	10 cm	Correct
Toiture	Toiture incliné : charpente bois + tuile	isolé ( 15 cm ou plus)	-	bon
	Toiture terrasse	isolée	Gravier végétal	bon
Plancher	dalle béton	voir remarques	voir remarques	-
Plancher	dalle béton	laine projetée	porte à faux sur cour	bon

#### Remarque :

*Les murs sont constitués de 20 cm de béton, de 10 cm de laine verre et d'une mince couche de plâtre.*

*Les toitures semblent être de bonne qualité, mais des infiltrations sous la toiture terrasse nous ont été signalées.*

*L'isolation des toitures deux pans n'est pas homogène, certaines parties ne sont pas isolées (salle polyvalente et élémentaire).*

*Il semblerait que les vides sanitaires sous les parties chauffées ne soient pas isolés dans leur totalité.*



Façade est-Salle polyvalente



La toiture du restaurant



Façade sud donnant sur la cour



Préfabriqué

**Les parois claires**

Zone	Type	Commentaire	Etat
10 % des menuiseries	Double vitrage sur menuiserie PVC	stores en tissu (salle de classe) stores en pvc (restaurant)	bon
Menuiseries restantes	Double vitrage ancien	stores en tissu (salle de classe) stores en pvc (restaurant)	Mauvais

Remarque :

Seulement 10 % des menuiseries sont en double vitrage sur menuiserie PVC. Le reste est en double vitrage ancien, voire en simple vitrage au R+1.

Du côté sud du bâtiment ont été installé des brise soleil afin de réduire l'ensoleillement des parois claires.

Toutes les grandes menuiseries sont équipées de stores en tissu intérieurs, exceptées les fenêtres de la cantine et les fenêtres de bureau donnant sur la cour, qui sont, elles, munies de volets roulants manuels. Certains volets roulants au rez-de-chaussée sont en très mauvais état.

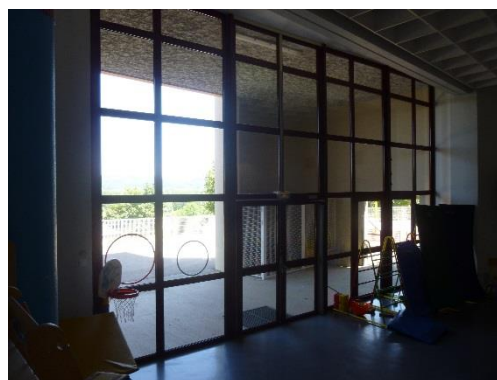
Les menuiseries ne sont pas équipées d'entrée d'air. En revanche, toute l'imposte peut s'ouvrir.

Les façades de l'école comportent une surface vitrée importante ce qui est source de fortes déperditions.

Toutes les menuiseries côté primaire 1<sup>er</sup> étage (RDC côté cour) vont être changées au prochain été, pour des menuiseries en PVC avec un  $U_w \leq 1,3$ .



Menuiseries dans les classes



Salle polyvalente



Volets abîmés au rez-de-chaussée



Brise soleil façade Sud

**Production de chaleur**

La production de chaleur est assurée par deux chaudières à brûleur atmosphérique, identiques, dont les caractéristiques sont les suivantes :

	<b>Chaudières</b>
<b>Marque</b>	CHAPPEE
<b>Type</b>	G4 SE 11 MTE
<b>Puissance (en kW)</b>	166
<b>Energie</b>	gaz
<b>Année de mise en service</b>	2004

Chaque chaudière est irriguée par une pompe de recyclage Grundfos.

Remarque :

*Le carnet de chaufferie était présent et à jour.*

*Les brûleurs atmosphériques ont de faibles rendements, il s'agit de chaudières peu performantes.*



Chaudière

## Distribution de chaleur

Les chaudières alimentent 7 réseaux de distribution suivants :

- Batteries terminales classes primaire
- Batteries terminales classes maternelle
- Batterie CTA CDI
- Radiateurs maternelle
- Radiateurs restaurant
- Ventilo-convecteurs restaurant
- Batterie CTA maternelle.

Le préfabriqué est lui entièrement chauffé à l'électricité.

### Equipements annexes :

Il y a 2 vases d'expansion de 200 L.

L'appoint d'eau est équipé d'un disconnecteur. Les disconnecteurs sont régulièrement contrôlés par l'entreprise DEKRA.

### Remarque :

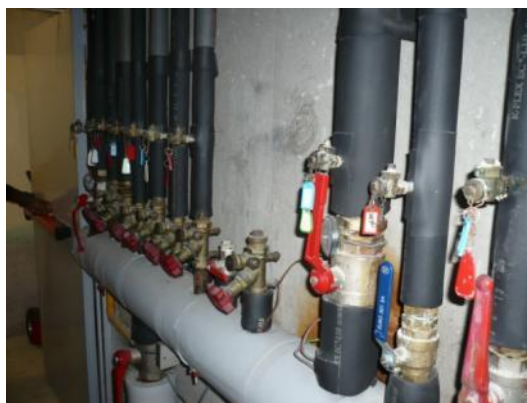
*Les départs et arrivées d'eau sont calorifugés en Armaflex, qui doit être repris à certains endroits.*

*Des V3V fuient et doivent être changées.*

*Les circuits possèdent des vannes d'équilibrages mais il est impossible d'isoler un circuit ce qui pose des soucis pour la maintenance des réseaux.*



Disconnecteurs



Distribution



## Régulation

Chaque batterie terminale possède sa propre régulation et sa consigne. Ces batteries terminales sont régulées par des V3V et des sondes d'ambiance.

Les températures de consignes (confort et réduit) ne nous ont pas été communiquées, mais il semble que la température de confort soit autour de 21 °C.

Les CTA ventilent en continu car leur arrêt n'est pas centralisé et leur accès difficile. Elles passent simplement en mode réduit la nuit. Elles fonctionnent en tout air neuf.

La gestion des volets d'air neuf n'est pas gérée par la GTC.

Remarque :

*Une sonde d'ambiance par classe est présente.*

*Il serait intéressant de pouvoir piloter via la GTC le fonctionnement des CTA.*



Sondes d'ambiance

## Emission de chaleur

Tous les émetteurs sont alimentés par la chaufferie.

L'émission de chaleur de ce site se fait principalement par air soufflé. 5 CTA, munies de batteries à eau chaude et fonctionnant en tout air neuf, alimentent l'intégralité du site. L'air est diffusé au travers de bouches de soufflage et de reprise présentes dans chaque classe et dans les circulations.

Des batteries terminales à eau chaude sont présentes sur chaque bouche de soufflage. Chaque salle a sa propre consigne de température. La régulation de ces batteries terminales est réalisée via des vannes trois voies raccordées à des sondes d'ambiance.

Deux CTA sont situées dans les combles, une alimente la salle polyvalente et la deuxième le bureau de direction et la bibliothèque. Deux autres CTA se situent en sous-plafond au 2<sup>ème</sup> étage, et une dernière au sous-sol de la maternelle, à côté de la chaufferie.

Des radiateurs à eau chaude viennent compléter cette émission aéraulique dans certains endroits. Ces radiateurs sont munis de robinets thermostatiques.

Le chauffage du réfectoire est assuré par de nombreux radiateurs (en acier, en fonte, radiateurs à ailettes, tous munis de robinets thermostatiques).

### Remarque :

*Nous avons constaté des problèmes localisés de chauffage tels que bouches de soufflage ou d'extraction dans locaux techniques ou en partie obstrués..*

*Le personnel de l'établissement nous a fait remonter des difficultés à chauffer les salles éloignées des CTA/chaufferie, à cause probablement d'un déséquilibre aéraulique et/ou hydraulique. Des radiateurs ont dû être installés en urgence, il y a deux ans pour palier ce problème.*

*Les CTA du GS sont équipées de caisson mélange. Cependant, elles fonctionnent en tout ou rien, c'est-à-dire soit en tout air neuf soit tout recyclé, ceci ne permet pas une optimisation du renouvellement d'air ni du traitement thermique des locaux. Il serait intéressant d'avoir un mélange avec un taux d'air neuf défini selon les besoins de renouvellement d'air hygiénique des différents espaces.*



CTA



Batteries chaudes de la CTA (prétraitement air neuf)



Bouche de soufflage



Radiateur à lame d'eau

## Ventilation

Les CTA renouvellent l'air en propulsant l'air neuf dans les salles et en extrayant l'air vicié par les bouches situées dans les couloirs. Elles fonctionnent en permanence et le taux d'air neuf n'est pas optimisé (100% air neuf).

Les débits des CTA ne sont pas connus.

Les sanitaires sont également équipés de VMC.

### Remarque :

*La cantine ne semble pas bénéficier d'un apport d'air neuf suffisant : il n'y a pas de bouches ni d'entrée d'air sur les menuiseries.*



Bouche de CTA dans salle de classe



VMC

## Climatisation

Il n'existe aucun système de climatisation au groupe scolaire des coteaux de chasse.

## Eau froide & ECS

Dans l'école, les points de puisage se trouvent dans les sanitaires et les pièces de détente. La production d'ECS y est assurée par des cumulus électriques de faible capacité (75 L, 50 L).

La robinetterie de puisage d'eau froide est majoritairement composée de robinets temporisés. Lorsqu'il y a puisage d'eau chaude, il s'agit de robinets mitigeurs. Les toilettes sont à simple touche.

Dans le restaurant, un cumulus d'ECS de 300 L électrique semble suffisant à la consommation périodique de cette salle.



Robinet temporisé



Cumulus cuisine

## Eclairage

L'éclairage du groupe scolaire est majoritairement assuré par des tubes fluorescents du type T8 à ballast ferromagnétique. L'extension de la cantine est équipée de pavé LED.

Dans les circulations, on trouve des lampes fluocompactes commandées par interrupteur ou détection de présence.

Quelques spots halogènes sont également présents, ainsi que certaines ampoules à incandescence dans certains sanitaires.

La majorité de l'éclairage est commandé par interrupteur et celui des salles de classes n'est pas zoné.

### Remarque :

*Il est regrettable que les sanitaires et toutes les circulations ne possèdent pas de détecteurs de présence.*

*Les surfaces vitrées exposées au sud permettent de profiter de la lumière naturelle une grande partie de l'année.*



Tubes fluorescents dans les classes



Lampes fluocompactes dans les circulations

### **Autres usages spécifiques de l'électricité**

Informatique : Une salle informatique avec ordinateurs.

Electroménager : Petit électroménager. Dans la cuisine du restaurant.

### **Maintenance**

Le contrat de maintenance de la chaufferie est souscrit avec « Someci ».

L'entreprise Dekra se charge des contrôles sur les disconnecteurs.

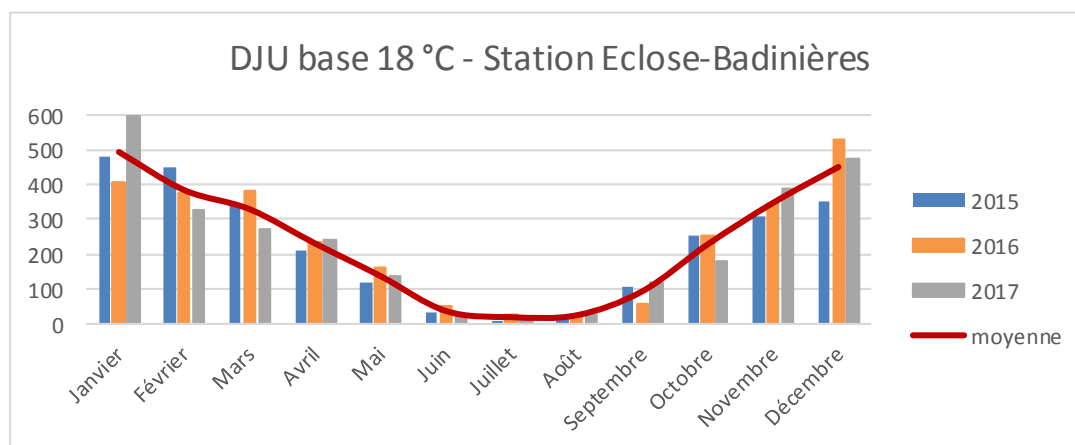
## C – ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

### 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 Eclose-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 : Eclose-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



### Alimentation en électricité

L'école a souscrit un contrat 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 <sup>2</sup> )
2015	182	24238	134	62
2016	175	23098	132	60
2017	152	20610	136	52

Les consommations d'électricité sont en baisse sur les trois dernières années.

Le ratio de consommation d'électricité par m<sup>2</sup> de ce bâtiment est très élevé, et s'explique par l'utilisation de 5 CTA double flux sur le site pour assurer son chauffage.

### Alimentation en gaz

Le GS est alimenté en gaz pour son chauffage, dont le contrat est souscrit chez Eni Gas & Power.

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 :

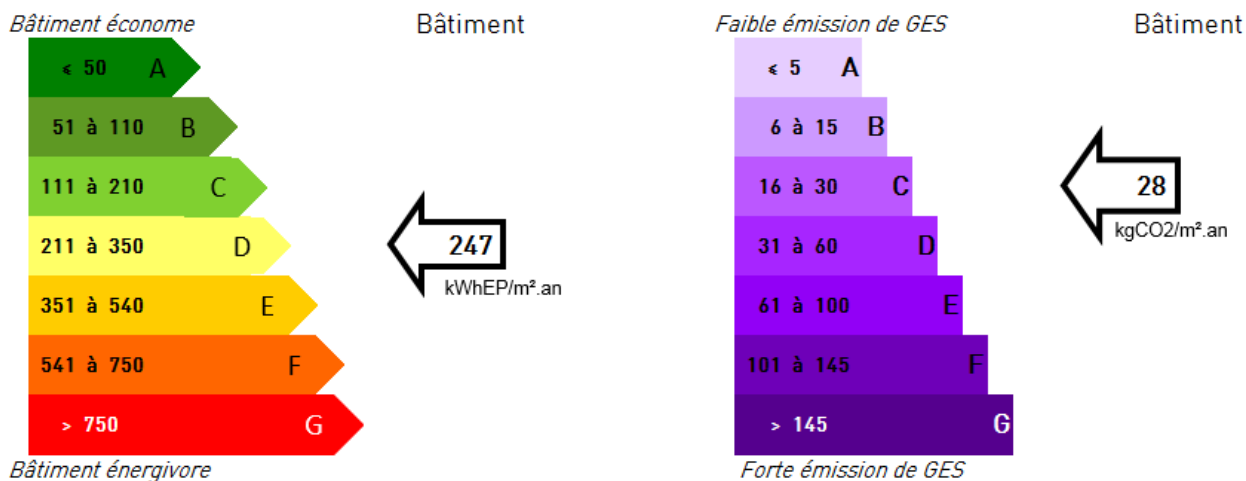
Année	Consommations (MWh)	Coût (€ TTC)	Coût unitaire (€TTC/MWh)	Ratio de consommation (kWh EF /m <sup>2</sup> )	Ratio DJU (Wh EF /m <sup>2</sup> .DJU)
2015	284	18030	64	97	36
2016	356	15532	44	122	43
2017	312	15643	50	107	38

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.

Les ratios sont quasiment identiques pour 2015 et 2017. Seul l'année 2016 semble avoir demandé plus de besoin en chauffage. Il est possible que les travaux d'agrandissement de la cantine soit liés à cette surconsommation.

## 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 kWhEP/m².an et l'indicateur de changement climatique, qui vaut 48,9 kgCO2/m².an

Ce site est au-dessus de la moyenne nationale, ce qui s'explique probablement par les installations peu performantes et vieilles en charge de la génération et de l'émission de chauffage.



## 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).

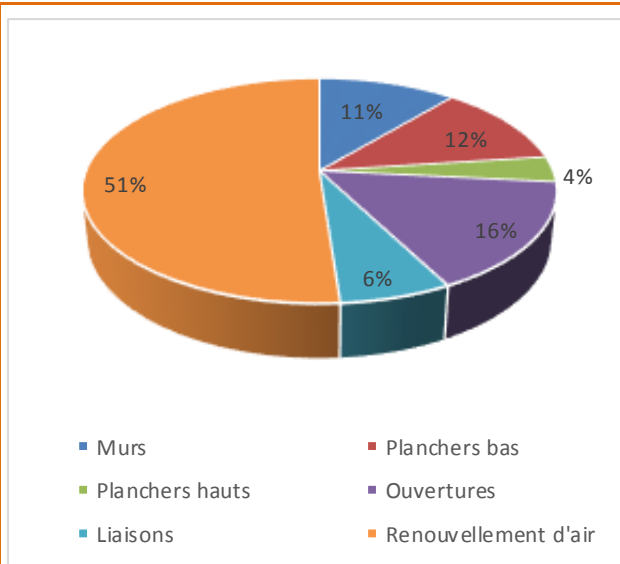
Elles sont directement liées à la composition de l'enveloppe, au type de ventilation et aux conditions climatiques extérieures.

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	605	11
Plancher bas	642	12
Plancher haut	200	4
Parois claires	857	16
Ponts thermiques	353	7
Renouvellement d'air	2784	51
<b>TOTAL</b>	<b>5440</b>	<b>100</b>



Il apparaît que la majorité des déperditions s'effectuent par le renouvellement d'air (51 %), puisque tout le volume d'air du bâtiment est constamment renouvelé par 5 CTA double flux.

Les menuiseries sont à l'origine de 16 % des déperditions du site. Le remplacement de celles côté primaire, annoncé dans l'été, est un premier pas dans la diminution de ces pertes thermiques.

Les murs, la toiture et le plancher bas sur vide-sanitaire étant isolés, les déperditions par ces trois parois sont limitées.

#### D.1.2 – Estimation des consommations de chauffage

Consommation théorique de chauffage (kWh)	327 604
Consommation réelle de chaleur (kWh)	317 310*
Ecart (%)	3,2

\*La consommation réelle indiquée est la moyenne des consommations sur les trois dernières années.

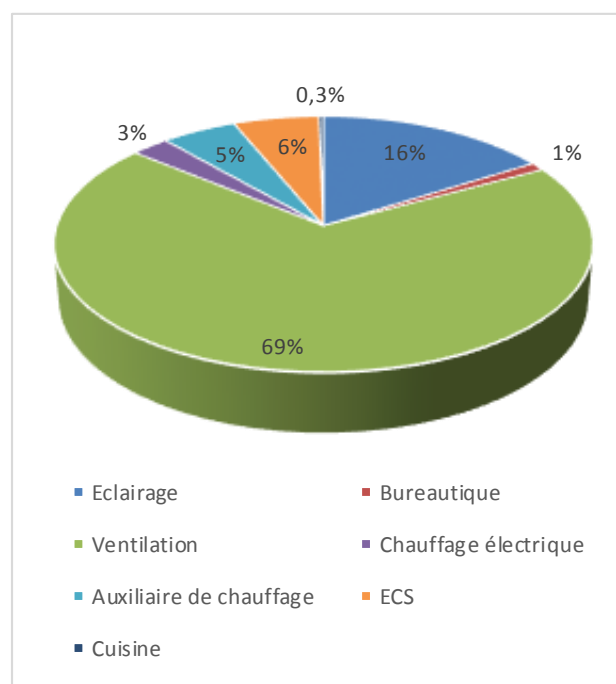
Les reconsolidations de consommations de gaz permettent d'approcher les consommations réelles du site avec un écart de 3,2 %, ce qui permet de valider notre modèle.

Les consommations énergétiques sont estimées à partir des déperditions des bâtiments, 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	26	16
Bureautique	2	1
Ventilation	113	69
Chauffage électrique	4	3
Auxiliaire de chauffage	9	5
ECS	10	6
Cuisine	1	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>100</b>



Les consommations électriques ont également pu être reconsolidées, avec un écart de 3,3 %. Cet écart est faible et permet de valider notre modèle.

Le poste prépondérant dans la consommation électrique est la ventilation. Ceci est tout à fait cohérent avec les installations du site : 5 CTA, des moteurs et ventilateurs de soufflage et de reprise, des extracteurs VMC pour les sanitaires etc.

L'éclairage compte pour 16 % des consommations d'électricité, ce qui pourrait être diminué par la mise en place de tubes fluorescents T5 plus performants, ou une gestion plus intelligente de l'éclairage par détection de présence.

L'ECS n'impacte que faiblement ces consommations dans la mesure où les besoins du site sont limités (la cantine fait appel à un prestataire extérieur spécialisé dans la restauration scolaire).

## E – PRECONISATIONS

### Description des préconisations

Thème	Intitulé	Description technique sommaire
Actions sur le bâtiment	Changement des menuiseries	Remplacement de toutes les menuiseries actuelles par des menuiseries en double vitrage 4/16/4 présentant un coefficient U de 1,3 W/m².K maximum. Les chiffrages ne tiennent pas compte des remplacements déjà prévus.
	Reprise de l'isolation des combles	La mise en place d'un isolant plus performant et sur une épaisseur plus importante permettra de réaliser des économies d'énergies. La résistance thermique de la paroi sera supérieure à 8m².K/W avec la mise en place de 30 cm de laine minérale minimum.
Actions sur les installations techniques	Optimisation de la régulation	Optimisation des horaires de confort et de réduit
	Remplacement des centrales de traitement d'air	Dépose des CTA actuelles et mise en place de centrale double flux avec récupération d'énergie sur l'air extrait
	Remplacement des centrales de traitement d'air et mise en place de ventilo-convecteurs	Mise en place de ventilo-convecteurs plafonniers et dépose des batteries terminales en supplément du remplacement des CTA
	Remplacement des chaudières – S1 et S2	Remplacement des deux chaudières par des chaudières à condensation. En ce qui concerne la puissance utile à installer pour les scénarios 1 et 2, celle-ci a été calculée à environ 130 kW en tenant compte d'une surpuissance de 10% environ
	Remplacement des chaudières – S3	Remplacement des deux chaudières par des chaudières à condensation. En ce qui concerne la puissance utile à installer pour le scénario 3, celle-ci a été calculée à environ 110 kW en tenant compte d'une surpuissance de 10% environ

<b>1 – Changement des menuiseries</b>				
<b>Bâti</b>	<p>Les menuiseries actuelles sont en double vitrage aluminium avec une lame d'air dont l'épaisseur varie entre 6 et 12 mm. 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 U de 1,3 W/m<sup>2</sup>.K maximum et un facteur solaire Sw de 0,35. Nous considérons le remplacement de 66 fenêtres pour une surface de 300 m<sup>2</sup>.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-104.</i></p>			
	<b>Investissement</b>	Economies		TRB
	<b>160 000 € HT</b>	27 MWh	1 100 € HT	➤ 50 ans

<b>2 – Reprise de l'isolation des combles</b>				
<b>Bâti</b>	<p>L'isolant présent en combles est en mauvais état et a pris l'eau à plusieurs reprises, ce qui a dégradé son efficacité. Nous préconisons le remplacement de cet isolant par 20 cm de laine minérale afin d'obtenir une résistance thermique de paroi supérieure à 6 m<sup>2</sup>.K/W. La surface d'isolant considérée à mettre en place est de 1 800 m<sup>2</sup>.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-101.</i></p>			
	<b>Investissement</b>	Economies		TRB
	<b>75 000 € HT</b>	6 MWh	250 € HT	➤ 50 ans

<b>3 – Optimisation de la régulation</b>				
<b>Système</b>	<p>Les horaires de confort du chauffage n'ont pas pu être consultés mais un audit précédent mentionne ces paramètres et nous avons pu constater que les horaires de confort n'étaient pas adaptés à l'occupation du site. Nous préconisons donc un nouveau paramétrage de ces horaires de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Du lundi au mardi et du jeudi au vendredi : 6h/18h</li> <li>- Mercredi : de 6h à 12h</li> </ul>			
	<b>Investissement</b>	Economies		TRB
	<b>200 € HT</b>	17 MWh	700 € HT	Immédiat

<b>4 – Remplacement des centrales de traitement d'air</b>				
<b>Systèmes</b>	<p>Le traitement d'air est actuellement assuré par 5 CTA vétustes. Celles-ci possèdent un caisson de mélange avec des registres d'entrée d'air mais fonctionnent en tout air neuf. Nous préconisons le remplacement de ces appareils par des centrales performantes à double flux avec récupération d'énergie à haut rendement (de type échangeur à roue ou à plaques en fonction de la faisabilité et de l'emplacement du matériel). Cette préconisation nécessite la modification des réseaux aérauliques d'extraction et la mise en place de centrale de petite taille à encastrer dans les faux plafonds par endroit. Ces CTA sont dimensionnées pour des débits d'air hygiéniques. Un nouveau paramétrage de la régulation et une adaptation de celle-ci seront à prévoir. L'investissement présenté prévoit la dépose des anciennes CTA, l'investissement et la pose des nouveaux matériels et la réfection de la régulation des centrales.</p>			
	<b>Investissement</b>	Economies		TRB
	<b>93 000 € HT</b>	110 MWh	4 550 € HT	20 ans

Systèmes	5 – Remplacement des centrales de traitement d'air et mise en place de ventilo-convecteurs		
	<p>Cette action reprend le principe de la 3<sup>ème</sup> action mais agit également sur les émetteurs, à savoir le remplacement des batteries terminales par des ventilo-convecteurs plafonniers. La dépose des batteries chaudes est à prévoir, ainsi que la réfection du réseau pour le refermer et assurer son étanchéité. Ces appareils seront commandés individuellement via des écrans de contrôle. Pour éviter d'éventuelles dérives, ces appareils pourront être bridés sur une plage de température à fixer (par exemple avec une température de confort variant de 18 à 20°C). L'investissement présenté intègre les coûts de la 3<sup>ème</sup> action avec la fourniture et la pose des ventilo-convecteurs. La dépose des anciennes batteries a également été intégré aux coûts d'investissement.</p>		
<b>Investissement</b>	Economies		TRB
<b>210 000 € HT</b>	175 MWh	7 250 € HT	29 ans

Systèmes	6 – Remplacement des chaudières – Scénarios 1 et 2		
	<p>Les chaudières sont de 2004 et présentent des performances moyennes. Bien qu'en bon état, leur remplacement par des chaudières à condensation permettrait d'aller plus loin dans les objectifs de réduction des consommations de chauffage du bâtiment. Le dimensionnement de la chaudière à mettre en place tient compte des actions à combiner dans la mise en place des scénarios. Ainsi, pour les scénarios 1 et 2, la puissance utile considérée est d'environ 130 kW en considérant une surpuissance de 30% environ.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-102.</i></p>		
<b>Investissement</b>	Economies		TRB
<b>18 000 € HT</b>	45 MWh	1 850 € HT	10 ans

Systèmes	7 – Remplacement des chaudières – Scénario 3		
	<p>Les chaudières sont de 2004 et présentent des performances moyennes. Bien qu'en bon état, leur remplacement par des chaudières à condensation permettrait d'aller plus loin dans les objectifs de réduction des consommations de chauffage du bâtiment. Le dimensionnement de la chaudière à mettre en place tient compte des actions à combiner dans la mise en place des scénarios. Ainsi, pour le scénario 3, la puissance utile considérée est d'environ 110 kW en considérant une surpuissance de 30% environ.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-102.</i></p>		
<b>Investissement</b>	Economies		TRB
<b>16 000 € HT</b>	45 MWh	1 850 € HT	9 ans

**F – SCENARIOS**

**SCENARIO 1**

**Scénario 1**

**Situation actuelle**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	486 MWh	166 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	81 t.éq CO2	28 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCJ</sub> :	723 MWh	247 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Données**

Surface	2 924 m <sup>2</sup>	Coût énergie(s) de chauffage	41,4 €/HT/MWh	Coût de l'électricité	106,7 €/HT/MWh
---------	----------------------	------------------------------	---------------	-----------------------	----------------

**Liste des actions concernées**

N°	Intitulé	Coût travaux
2.2	Remplacement des centrales de traitement d'air	92 500 €
2.1	Optimisation de la régulation	200 €
2.4	Remplacement des chaudières - S1 et S2	18 000 €
<b>Total Investissement</b>		<b>110 700 €</b>
<b>Ratio d'investissement (€/m<sup>2</sup> utile)</b>		<b>38 €/m<sup>2</sup></b>

**Résultats**

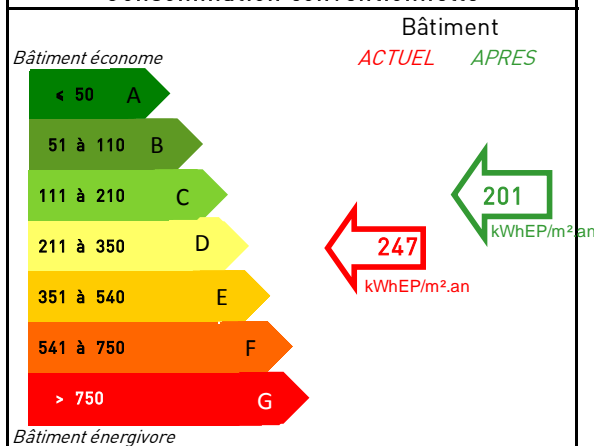
Economies d'énergie finale	134 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	31 t.éq CO2
Impact économique sur le coût du P1	-6 200 € TTC
Impact économique annuel total	-6 200 € TTC

**Le scénario permet une réduction de 19 % des consommations en énergie primaire et de 39% des émissions de GES**

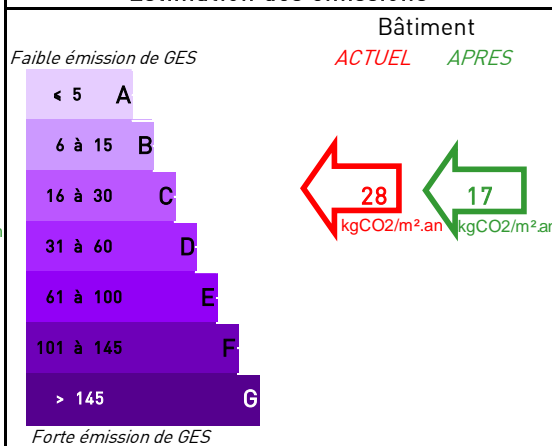
**Situation après investissement**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	337 MWh	115 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	50 t.éq CO2	17 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCJ</sub> :	589 MWh	201 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Consommation conventionnelle**



**Estimation des émissions**



**SCENARIO 2**

**Scénario 2**

**Situation actuelle**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	486 MWh	166 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	81 t.éq CO2	28 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCI</sub> :	723 MWh	247 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Données**

Surface	2 924 m <sup>2</sup>	Coût énergiels) de chauffage	41,4 €HT/MWh	Coût de l'électricité	106,7 €HT/MWh
---------	----------------------	------------------------------	--------------	-----------------------	---------------

**Liste des actions concernées**

N°	Intitulé	Coût travaux
2.3	Remplacement des centrales de traitement d'air et mise en place de ventilo-convecteurs	210 000 €
2.1	Optimisation de la régulation	200 €
2.4	Remplacement des chaudières - S1 et S2	18 000 €
<b>Total Investissement</b>		<b>228 200 €</b>
<b>Ratio d'investissement (€/m<sup>2</sup> utile)</b>		<b>78 €/m<sup>2</sup></b>

**Résultats**

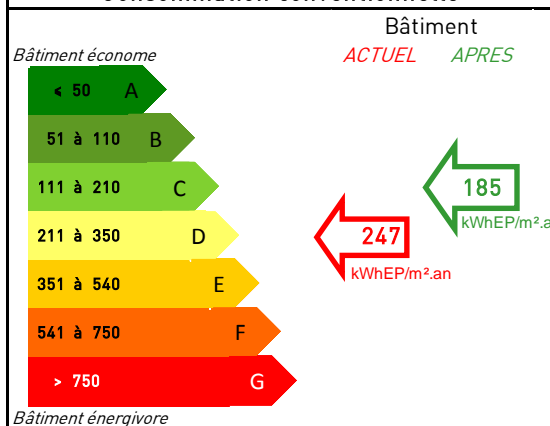
Economies d'énergie finale	182 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	43 t.éq CO2
Impact économique sur le coût du P1	-8 300 € TTC
Impact économique annuel total	-8 300 € TTC

**Le scénario permet une réduction de 25 % des consommations en énergie primaire  
et de 53% des émissions de GES**

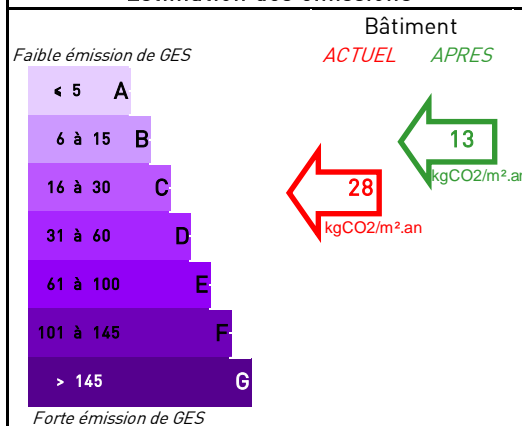
**Situation après investissement**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	284 MWh	97 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	38 t.éq CO2	13 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCI</sub> :	541 MWh	185 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Consommation conventionnelle**



**Estimation des émissions**



**SCENARIO 3**

**Scénario 3**

**Situation actuelle**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	486 MWh	166 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	81 t.éq CO2	28 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCI</sub> :	723 MWh	247 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Données**

Surface	2 924 m <sup>2</sup>	Coût énergiel(s) de chauffage	41,4 €HT/MWh	Coût de l'électricité	106,7 €HT/MWh
---------	----------------------	-------------------------------	--------------	-----------------------	---------------

**Liste des actions concernées**

N°	Intitulé	Coût travaux
1.1	Remplacement des menuiseries	160 000 €
1.2	Reprise de l'isolation des combles	75 000 €
2.3	Remplacement des centrales de traitement d'air et mise en place de ventilo-convecteurs	210 000 €
2.1	Optimisation de la régulation	200 €
2.5	Remplacement des chaudières - S3	16 000 €
<b>Total Investissement</b>		<b>461 200 €</b>
<b>Ratio d'investissement (€/m<sup>2</sup> utile)</b>		<b>158 €/m<sup>2</sup></b>

**Résultats**

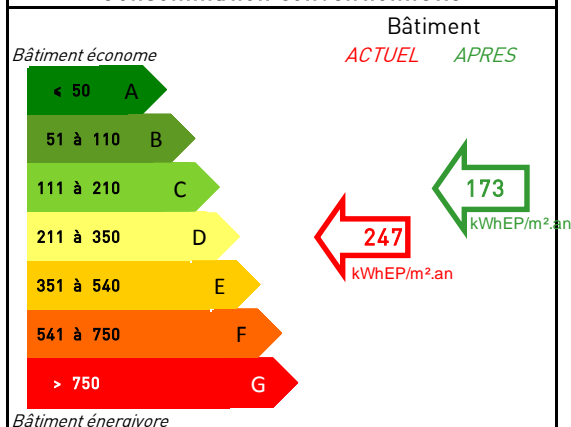
Economies d'énergie finale	218 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	51 t.éq CO2
Impact économique sur le coût du P1	-10 000 € TTC
Impact économique annuel total	-10 000 € TTC

**Le scénario permet une réduction de 30 % des consommations en énergie primaire et de 63% des émissions de GES**

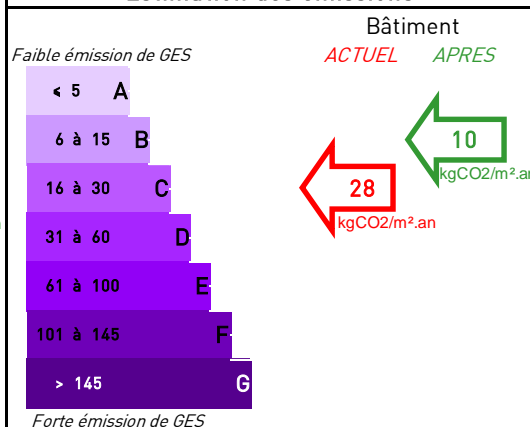
**Situation après investissement**

Consommations en EF <sub>PCS</sub> :	244 MWh	83 kWh/m <sup>2</sup> .an	Emissions de GES :	30 t.éq CO2	10 kgCO2/m <sup>2</sup> .an
Consommations en EP <sub>PCI</sub> :	505 MWh	173 kWh/m <sup>2</sup> .an			

**Consommation conventionnelle**



**Estimation des émissions**





### **G-Travaux induits**

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

- Changement des menuiseries : reprise du placo dans le cas d'une dépose totale, et/ou reprise ponctuelle de la peinture
- Remplacement des chaudières : désamiantage éventuel, notamment de la peinture des tuyauteries et des joints de bride des chaudières et brûleurs
- Réfection des CTA : deux CTA étant situé juste sous la toiture, leur accessibilité est fortement réduite. Il faut donc prévoir un détuilage partiel, avec une intervention potentielle sur charpente pour créer un accès (découpe de chevrons).