



Auvergne
Rhône-Alpes
Énergie Environnement

CAPI

Communauté
d'Agglomération
Porte de l'Isère

Laurent CHANUSSOT,
Jean LEROY

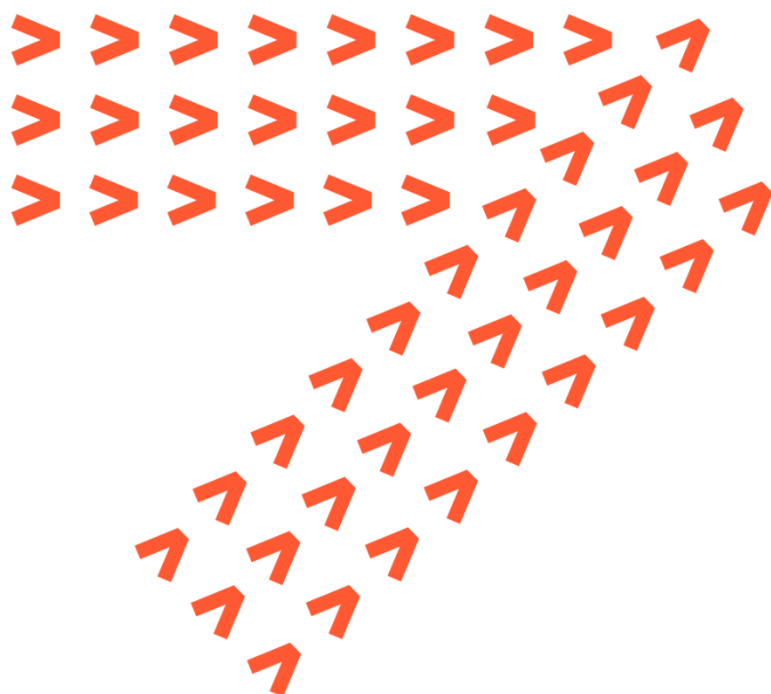
Sébastien DELMAS



Audit énergétique

GS Jean Jaurès - La Verpillière

27/09/2018



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

H3C
ENERGIES

➤ AUDIT ENERGETIQUE

GS Jean Jaurès

<i>Auteur(s) : J.REY</i>	<i>Vérificateur : F.Herin</i>	<i>Version : V4</i>	<i>Date : 27/09/2018</i>
<i>Auteur(s) : L.DELANDE</i>	<i>Vérificateur : H.Herin</i>	<i>Version : V4</i>	<i>Date : 27/09/2018</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	2777

Informations générales sur le site

Nom Groupe scolaire Jean Jaurès

Surface totale 3063 m²

Volume total 8000 m³

Nombre de bâtiment 2

Bâtiment / Local	Année de const.	Niveaux	Surface (m ²)	Volume (m ³)
BA L1 - Groupe scolaire	1977	R+1	2063	8000
BA L2 - Centre social	1977	R+1	1000	

Mode de chauffage Chaudière gaz

Type d'exploitation Maintenance externe contractée avec la société « E2S », sur un contrat de type P2.

Usages / Horaires

L'école primaire est ouverte de 8h30 à 16h30 tous les jours, excepté les mercredi, où l'école est fermée.
Le groupe scolaire accueille 354 élèves.

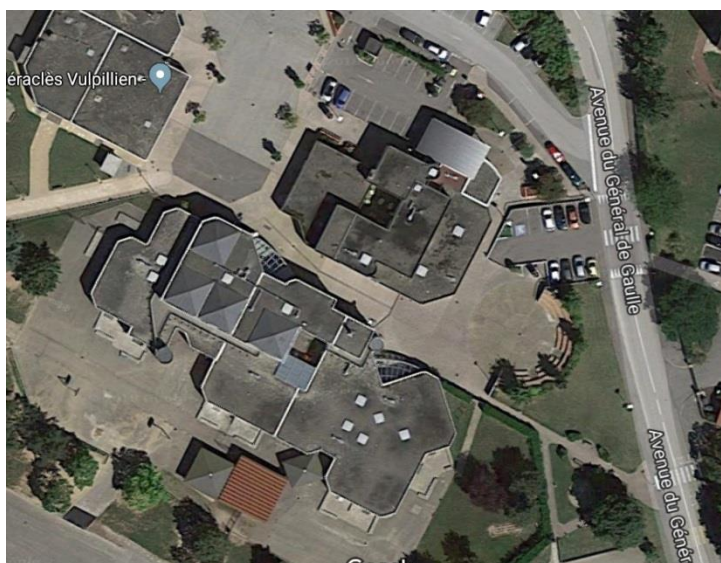
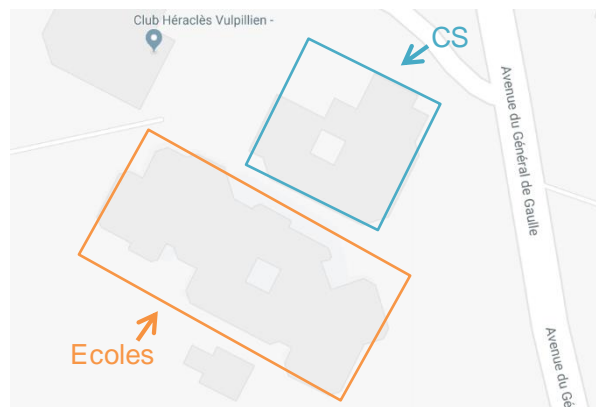
B – VISITE TECHNIQUE

Description du site

Ce site est divisé en 2 partie:

- Un bâtiment abritant l'école maternelle au RDC, et l'école primaire sur la partie restante du RDC et au R+1
- Un centre social sur deux étages, abritant la cantine au RDC. Le R+1 est loué au conseil général.

L'école maternelle se compose de 5 classes dans la partie EST du bâtiment des écoles. Quatre autres classes sont dédiées à l'école primaire au rez-de-chaussée, et 4 autres se trouvent à l'étage.



Nord



Description de l'enveloppe

Les parois opaques : Ecoles et CS

	Nature	Isolant	Commentaire	Etat
Murs	Béton	polystyrène	-	Correct
Toiture	Toiture terrasse	Laine projetée en faux-plafond	-	Ancien
Toiture	Toiture 4 pans	Inconnu	Entre chevrons	NC
Plancher	Dalle béton	inconnu	Sur terre plein	Bon

Remarque :

Les parois des deux bâtiments sont des panneaux de béton avec polystyrène intégré. Nous avons pris l'hypothèse d'une épaisseur de 4 cm d'isolant, entourée de 8 cm de béton. Cependant, l'isolation du groupe scolaire est insuffisante, et cette constitution génère d'importants ponts thermiques à la jonction des panneaux de préfabriqué.

La place disponible en faux-plafonds est variable sur le site. Dans les circulations, la hauteur sous plafond est de 2,25m, ce qui permet de disposer de faux-plafonds de 45 cm de hauteur. En revanche, la hauteur sous plafond au niveau des salles de classe est de 2,65m, ce qui diminue fortement cet espace.

L'isolation de la toiture terrasse est réalisée sous l'étanchéité bitumineuse. Cependant, la toiture terrasse n'a jamais été refaite depuis la construction. Les faux-plafonds sont floqués sur la totalité du site. Sur certaines zones se trouvent également 10 cm de laine de verre. En revanche, les faux-plafond du R+1 ne sont pas isolés.

Les salles de classe au R+1 ont une grande hauteur sous plafond, sous un toit à 4 pans. Il est constitué de chevrons entre lequel se trouve un isolant, d'un panneau CTBH (aggloméré de particules en bois hydrofugé) et d'une couverture bac acier.



Façade Nord



Centre social

Description de l'enveloppe

Les parois claires : Ecoles et CS

Zone	Type	Commentaire	Etat
Ecoles	Double vitrage sur menuiserie aluminium	Volets roulants extérieurs motorisés	Bon
CS	Double vitrage sur menuiserie PVC	Volets roulants extérieurs motorisés	Bon

A titre indicatif, 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 16 % de la surface utile, ce qui est cohérent. Il n'apparaît donc pas utile de diminuer la surface vitrée.

Remarque :

Dans l'ensemble, les menuiseries du bâtiment abritant les écoles sont récentes et en bon état. Elles sont constituées de double vitrage 4-8-4 sur menuiseries aluminium. Les fenêtres sont munies de volets roulants électriques. Toutefois, lors de notre visite, certains joints de menuiseries étaient totalement hors d'usage.

Le groupe scolaire comporte de très grandes surfaces vitrées. Les classes sont équipées de grands bandeaux vitrés sur toute la hauteur de mur, avec deux châssis fixes et une porte-fenêtre au milieu et des entrées d'air en haut. L'école comprend aussi deux sas entièrement vitrés, au niveau des entrées côtés primaire et maternelle, au rez-de-chaussée, où des surchauffes importantes apparaissent.

Des puits de lumière en polycarbonate se trouvent également un peu partout dans le bâtiment. Il faut veiller à mieux isoler ces puits de lumière et à leur rajouter des lamelles modulables pour à la fois laisser passer la lumière l'hiver et se protéger du rayonnement direct du soleil l'été.

Quatre salles donnent sur un patio, au milieu du GS, dont une entièrement vitrée. En revanche, la plafond vitré de celle-ci est bien muni de lamelles qui atténuent les apports solaires, et permettent le maintien d'une température raisonnable dans cet espace.

Les menuiseries du centre social sont de meilleure qualité que celles du bâtiment des écoles. Elles sont en double vitrage 4-12-4 sur menuiseries PVC, avec également des volets roulants motorisés.

Le centre social possède également un patio intérieur avec de grandes surfaces vitrées équipées de volets roulants motorisés.



Bandeau vitré dans les classes



Puits de lumière



SAS vitré du GS



Joints usés dans le GS

Production de chaleur

La production de chaleur est assurée par une chaufferie gaz, située en toiture du groupe scolaire, munie de deux chaudières identiques décrites ci-dessous.

	Chaudière	Chaudière
Marque	VISSMANN	VISSMANN
Type	Paromat-RU PU 022	Paromat-RU PU 022
Puissance (en kW)	250	250
Energie	Gaz	Gaz
Année de mise en service	1986	1986

	Brûleur
Marque	WEISHAUPT
Type	C3/1-E
Puissance (en kW)	NC
Année de mise en service	1986

Ces deux chaudières fonctionnent en cascade, avec la possibilité d'en isoler une quand les besoins de chauffage ne nécessitent pas son fonctionnement.

Deux vannes motorisées deux voies ont été disposées sur les entrées des deux chaudières.



Chaudière

Remarque :

Au regard de nos calculs de déperditions en R_{Tex}, la chaufferie semble surdimensionnée.

Distribution de chaleur

La chaufferie dessert 3 circuits régulés par des V3V :

- Un circuit pour le centre social et un logement
- Un circuit alimentant les radiateurs de l'école maternelle
- Un circuit alimentant les radiateurs de l'école primaire

Circuits	Régulation	Pompe	Type pompe	Plage de puissance pompe (W)
Centre social	V3V mélangeuse	SALMSON (Double)	Priux master D65-90	40-800
Ecole maternelle	V3V mélangeuse	SALMSON (Double)	DCX 65-25	310-345
Ecole primaire	V3V mélangeuse	SALMSON (Double)	DCX 80-50	840-1050

Equipements annexes :

Tous les éléments obligatoires d'un point de vue réglementaire, pour une chaufferie de plus de 70 kW, sont présents. A savoir : un appoint d'eau équipé d'un disconnecteur et d'un compteur volumétrique, le repérage des tuyaux de gaz, un boîtier de coupure électrique, des soupapes de sécurité, une porte coupe-feu donnant sur la chaufferie, un extincteur, une ventilation haute et basse, un vase d'expansion, et un siphon.

Remarque :

Tous les réseaux de distribution sont calorifugés avec 3 cm de laine minérale et une coque en PVC.



Les trois circuits de distribution

Régulation

La régulation de la production de chauffage est gérée par une GTC reliée à un boîtier WIT. Les horaires de confort pour le groupe scolaire sont 5h à 18h30 du lundi au vendredi, excepté le mercredi et les week-ends, où le groupe scolaire ne reçoit pas d'enfant. Les horaires du centre social sont 6h-22h30 tous les jours de la semaine sauf week-ends.

Les lois d'eau qui régissent la régulation sont détaillées ci-dessous :

Centre social

T. ext (°C)	T. de départ (°C)	
	Confort	Réduit
-10	80	65
5	45	60
15	24	9

Ecole maternelle

T. ext (°C)	T. de départ (°C)	
	Confort	Réduit
0	80	63
6	53	36
16	21	5

Ecole primaire

T. ext (°C)	T. de départ (°C)	
	Confort	Réduit
-15	80	75
-10	78	73
5	55	50
20	20	15

Remarque :

Les programmes horaires sont adaptés à l'occupation des bâtiments

En ce qui concerne l'éclairage, les horaires d'utilisation pour l'école primaire sont de 5h15 à 21h du lundi au vendredi, excepté le mercredi où les horaires sont restreints à 7h15-17h15. La consigne est similaire pour l'école maternelle, à la seule différence que l'éclairage s'éteint à 19h au lieu de 21h.

Il nous a été annoncé par la CAPI que les courbes d'enregistrement des températures montrent qu'il n'y a pas de régulation de chauffage dans le GS et le centre social. La commune est en train de consulter pour passer un contrat de maintenance de la GTC WITT. En effet, une remise à plat des interactions GTC / régulateurs in-situ et régulation GTC en direct avec les chaufferies est nécessaire.

Emission de chaleur

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

Lieux	Emetteur	Type	Matériau	Energie
Groupe scolaire et CS	radiateur	Panneau	acier	gaz

Remarque :

Les émetteurs sont assez récents, mais sont à majorité équipés de robinets manuels. De plus, plusieurs robinets se situent en hauteur, ce qui rend leur accès difficile et la régulation non optimale à cause de la stratification. Il faudrait donc penser à les rabaisser à hauteur d'homme.

Les radiateurs du centre social sont plus récents et sont équipés de robinets thermostatiques.

Ventilation

Le renouvellement d'air de tous les locaux est réalisé par une VMC : des bouches d'extraction sont présentes dans toutes les pièces pour en extraire l'air vicié. Les apports d'air sont réalisés à travers les entrées d'air prévues à cet effet, au-dessus des menuiseries.

Six caissons VMC sont présents en toiture terrasse.

Remarque :

Dans le centre social, la salle Tahiti ne possède ni entrée d'air sur les menuiseries ni VMC.



Bouche d'extraction d'air dans les pièces (sauf la salle Tahiti)



Extracteurs en toiture terrasse

Eau froide & ECS

Lors de la visite, nous n'avons pas vu de ballons ECS. Le groupe scolaire n'a que des besoins limités pour les sanitaires et ne doit donc utiliser que de petits ballons (50 ou 75 L). En revanche la cantine, située dans le centre social se sert probablement d'une quantité importante d'ECS.

Eclairage

L'éclairage du groupe scolaire est réalisé en majorité par des pavés de tubes fluorescents 4xT8, de 18W chacun, à ballasts ferromagnétiques. Ces pavés sont commandés par interrupteur en une seule rampe.

A l'étage, trois salles de classes sont équipées de 6 spots halogènes de 400 W et de 8 petits spots. La quatrième classe possède des projecteurs en LED.

Dans les circulations et les sanitaires, des lampes fluocompactes sont utilisées. Elles sont allumées par interrupteur dans les circulations, ce qui est regrettable car de nombreuses lumières restent éclairées, même en journée. Une gestion intelligente de l'éclairage a été mise en place aux niveaux des sanitaires qui sont équipés de détection de présence, et notamment ceux du R+1 qui ne se déclenchent qu'à partir d'un certain seuil de luminosité.

Il est en revanche dommage que les sanitaires du centre social fonctionnent sur interrupteur.

L'éclairage de certaines pièces est réalisée de manière indirect par des tubes T8, visibles sur la photo de droite, qui ont une efficacité médiocre.



Eclairage circulations du GS



Tubes fluorescents du GS



Eclairage R+1 du GS

Autres usages spécifiques de l'électricité

Divers appareils participent aux consommations électriques du groupe scolaire. Quelques ordinateurs sont présents. La cuisine de la cantine est équipée d'un chauffe-plat, d'un frigo etc.

Maintenance

La maintenance de la chaufferie est assurée par la société E2S, sur un contrat de type P2.

Il n'y a plus de contrat de prestation de GTC depuis un an a minima.

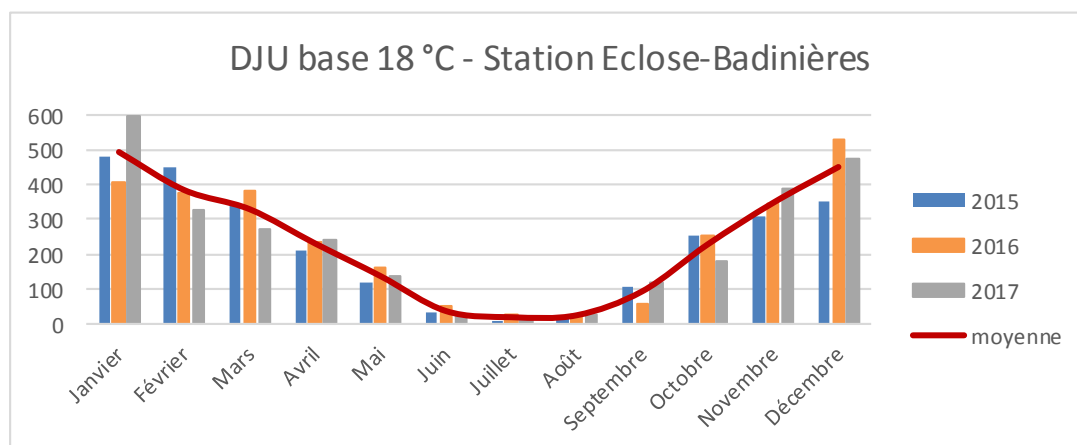
C – ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

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

Les factures d'électricité fournies ont permis de reconstituer les consommations des années 2015 à 2017 pour l'ensemble du site (GS et CS). 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 /m²)
2015	91	14148	156	30
2016	86	12365	143	28
2017	66	9286	141	22

Les consommations d'électricité sont en baisse significatives sur les trois dernières années, peut-être grâce à une sensibilisation du personnel à l'extinction des luminaires. Cette baisse permet une diminution du montant des factures annuelles, bien que le prix de l'électricité augmente.

Alimentation en gaz

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 /m²)	Ratio DJU (Wh EF /m².DJU)
2015	419	22804	55	137	51
2016	352	16334	47	115	40
2017	561	28856	51	183	65

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.

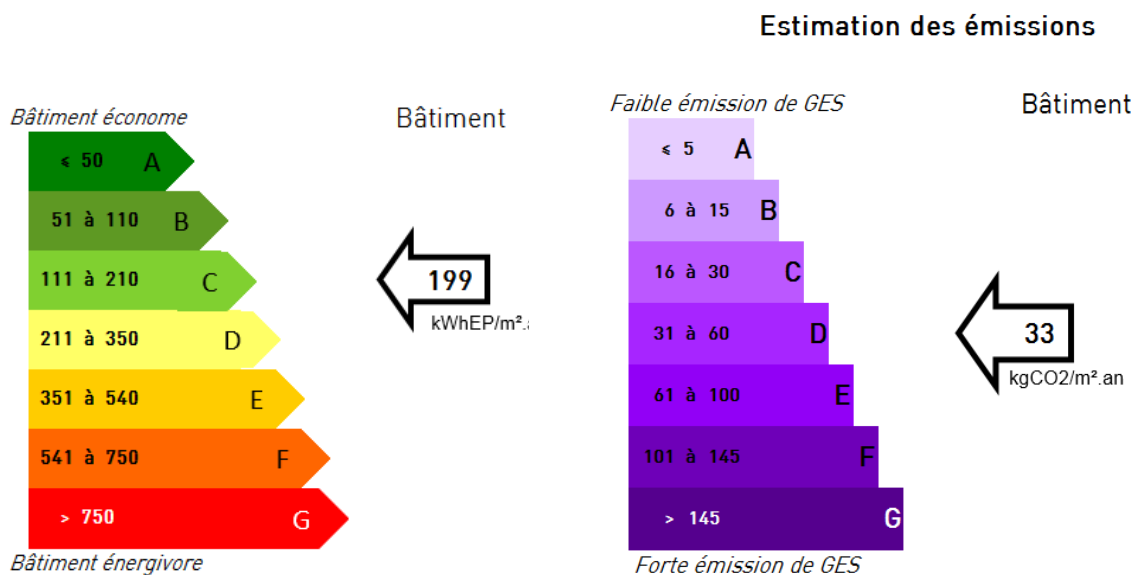
Des variations importantes sont visibles entre les consommations de ces trois dernières années. Entre 2015 et 2016, le ratio de Wh/m².DJU a diminué de 21 %. En revanche, on remarque que ce ratio a fortement augmenté (+63%) entre 2016 et 2017. Cela tend à montrer une exploitation erratique d'une année sur l'autre.

Remarque :

Le site étant constitué d'un groupe scolaire et d'un centre social, il serait intéressant de pouvoir distinguer les consommations de ces deux bâtiments. Un compteur de calorie pour le centre social était installé en chaufferie. Toutefois ce dernier n'était pas connecté et ne fonctionnait donc pas. Un autre compteur de calorie est installé au sein du centre social pour séparer les consommations de l'étage, appartenant au conseil régional, de la cantine. Il serait donc intéressant de mettre ces compteurs en état de marche .

Etiquette énergétique

Ci-dessous une synthèse des consommations énergétiques et des émissions de GES du site (GS et CS) (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_{éq}CO₂/m².an

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. La reconsolidation portera uniquement sur le groupe scolaire Jean Jaurès.

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).

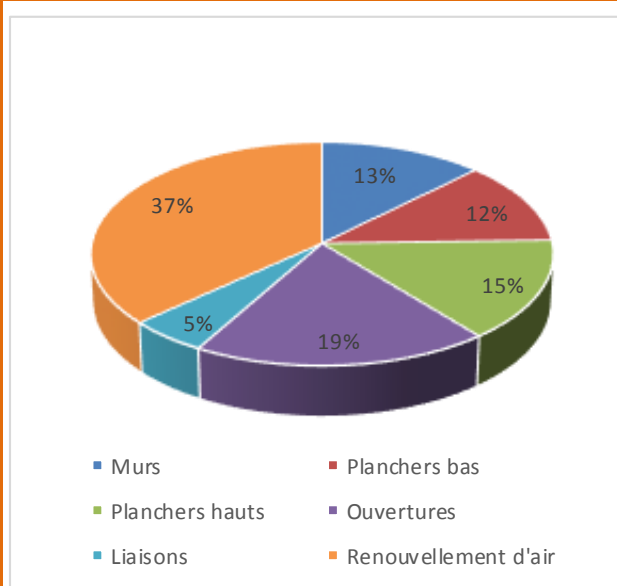
Elles sont directement liées à la composition de l'enveloppe, au type de ventilation et aux conditions climatiques extérieures.

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	576	13
Plancher bas	551	12
Plancher haut	690	15
Parois claires	875	19
Ponts thermiques	233	5
Renouvellement d'air	1686	37
TOTAL	4610	100



Il apparaît que la majorité des déperditions du GS s'effectuent par le renouvellement d'air, puisque six extracteurs sont en charge d'extraire l'air vicié de toutes les pièces du groupe scolaire. Les menuiseries, en double vitrage mince, constituent le deuxième poste de déperditions et doivent donc être améliorées.

Un rapide calcul permet de calculer la puissance minimale nécessaire pour combattre ces déperditions. En prenant une marge de 30 % cela nous donne une puissance de 190 kW suggérant une réelle surpuissance de la chaufferie actuelle de 250 kW.

D.1.2 – Estimation des consommations de chauffage

Consommation théorique de chauffage (kWh)	291772
Consommation réelle de chaleur (kWh)	298 971*
Ecart (%)	2,4

** Les consommations fournies comprennent le groupe scolaire et le centre social. La consommation indiquée ici correspond à celles du groupe scolaire uniquement, qui a été calculée grâce à un ratio de surface.*

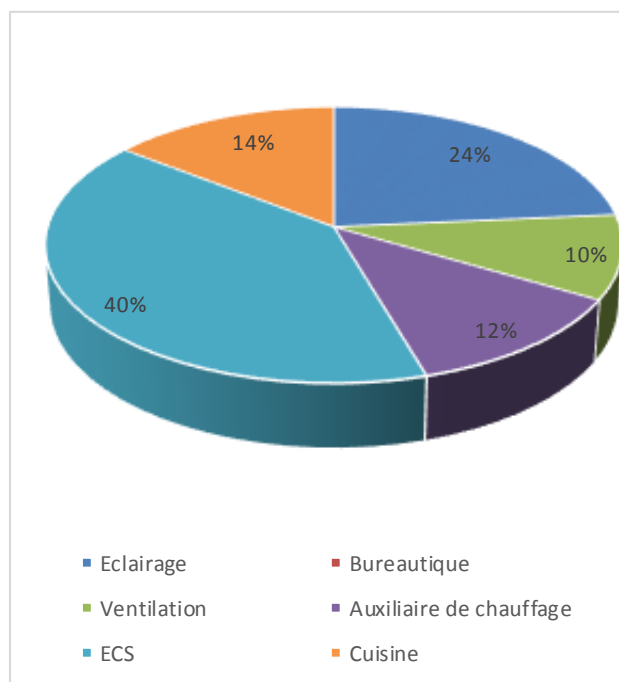
Les reconsolidations de consommations de gaz permettent d'approcher les consommations réelles du site avec un écart de 2,4 %, ce qui permet de valider notre modèle.

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	20	24
Bureautique	0	0
Ventilation	8	10
Auxiliaire de chauffage	10	12
ECS	33	40
Cuisine	12	14
TOTAL	83	100



Les consommations électriques du GS ont également pu être reconsolidées, avec un écart de 2,2 %. Cet écart est faible et permet de valider notre modèle.

L'ECS nécessaire à la cantine est le poste prépondérant parmi les consommations d'électricité. Le groupe scolaire accueille en effet près de 350 enfants.

Les postes éclairage et auxiliaire de chauffage (pompes, brûleurs etc.) sont les plus consommateurs après l'ECS, avec respectivement 24 % et 12 % des consommations totales.

E – PRECONISATIONS

Description des préconisations

Thème	Intitulé	Description technique
Les actions préconisées ne concernent que le groupe scolaire Jean Jaurès		
Actions sur le bâtiment	Isolation des murs	Isoler les murs donnant sur l'extérieur par une isolant ayant une résistance thermique supérieure à 4 m².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/m².K maximum et un facteur solaire de 0,35, comme préconisé dans la fiche CEE concernée.
	Isolation du plancher haut et complément d'isolation des faux plafonds	Isoler le plancher haut en installant 15 cm de polyuréthane et compléter aux endroits où elle manque la laine minérale en faux plafond
Actions sur les installations techniques	Chaudière gaz à condensation	Mise en place de chaudières à condensation à la place des anciennes chaudières.
	Chaudière gaz à condensation et séparation des réseaux	Mise en place de chaudières à condensation et séparation des réseaux pour rendre les bâtiments indépendants énergétiquement.
	Mise en place de robinets thermostatiques	Remplacement des vannes d'arrêt par des robinets thermostatiques.
	Rénovation de l'éclairage	Remplacement des éclairage en tubes fluorescents de type T8 par des pavés LED.
	Mise en place d'une ventilation double flux	Changement de la VMC simple flux actuelle pour une VMC double flux. Cela permettra d'apporter suffisamment d'air hygiénique et de récupérer les calories contenues dans l'air extrait pour réchauffer l'air neuf.

Bâti	1 – Isolation des murs		
	Les murs sont isolés par l'intérieur 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. Il faudra s'assurer que la composition des murs permette une bonne respirabilité des parois pour éviter les phénomènes de moisissure. Nous considérons la mise en place de 650 m ² d'isolant. <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-102 ($R \geq 3,7 \text{ m}^2.K/W$)</i>		
Investissement	Economies		TRB
65 000 € HT	46 MWh	1 900 € HT	35 ans

Bâti	2 – Changement des menuiseries		
	Les menuiseries actuelles sont en double vitrage aluminium avec une lame d'air dont l'épaisseur varie entre 8 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 ² .K maximum et un facteur solaire Sw de 0,35. Nous considérons le remplacement de 50 fenêtres pour une surface de 286 m ² . <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-104.</i>		
Investissement	Economies		TRB
145 000 € HT	27 MWh	1 100 € HT	➤ 50 ans

Bâti	3 – Isolation du plancher haut et complément d'isolation du faux-plafond avec de la laine minérale		
	La toiture du bâtiment n'a jamais été rénovée depuis la construction du bâtiment. Nous proposons donc des travaux pour refaire l'étanchéité et isoler la toiture par 15 cm de polyuréthane sur une surface de 1390 m ² . Nous préconisons également de compléter la laine de verre placée en faux-plafond, manquante par endroit. Nous prévoyons la mise en place de 280 m ² d'isolant de type laine minérale. <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EN-107 ($R \geq 4,5 \text{ m}^2.K/W$)</i>		
Investissement	Economies		TRB
212 000 € HT	38 MWh	1600 € HT	135 ans

Systèmes	4 – Remplacement de la chaudière – Chaufferie gaz à condensation		
	<p>Les performances des chaudières actuelles pourraient être améliorées en mettant en place des chaudières à condensation. Les régimes de température des circuits de chauffage permettent de condenser fréquemment et donc de bénéficier d'excellentes performances. La puissance totale prise en compte est de 250 kW, ce qui correspond à la puissance majorée nécessaire pour lutter contre les déperditions actuelles 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. La préconisation comporte une optimisation de la régulation avec cascade de chaudière, mise en place de sondes d'ambiance et évolution de la GTC.</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>		
	Investissement	Economies	TRB
	40 000 € HT	72 MWh 2 900 € HT	14 ans

Systèmes	5 – Remplacement de la chaudière – Chaufferie gaz à condensation – Modification des réseaux		
	<p>Sur le même principe que l'action précédente, nous préconisons la rénovation de la production de chaleur d'une autre manière, afin de rendre les bâtiments indépendants. Cela consiste à déconnecter les départs en chaufferie des bâtiments voisins de l'école primaire. Une chaufferie sera créée dans le centre social et une chaudière murale sera installée dans la cantine. Les chaudières seront à condensation et les réseaux de distribution seront récupérés à l'intérieur des bâtiments pour être reliés aux chaudières. Les réseaux enterrés actuels seront déconnectés et abandonnés. Les équipements de distribution étant en bon état, ils peuvent être réutilisés pour équiper la chaufferie du centre social. Les coûts liés au génie civil à prévoir pour la création de la chaufferie du centre social ne sont pas pris en compte. La chaudière murale de la cantine assurera les besoins de chauffage et d'ECS, le ballon électrique sera donc déposé.</p>		
	Investissement	Economies	TRB
	50 000 € HT	82 MWh 5 200 € HT	10 ans

Systèmes	6 – Mise en place de robinets thermostatiques		
	<p>De nombreux émetteurs sont équipés de simples vannes d'arrêt. Nous préconisons le remplacement de ces vannes d'arrêt par des robinets thermostatiques. Nous avons considéré la mise en place de 50 robinets thermostatiques.</p> <p><i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-104.</i></p>		
	Investissement	Economies	TRB
	5 000 € HT	8 MWh 300 € HT	15 ans

Systèmes	7 – Rénovation de l'éclairage		
	La majorité du groupe scolaire est éclairé via des tubes fluorescents de type T8 à ballasts ferromagnétiques. Il existe des systèmes d'éclairage plus performants, moins consommateurs et bénéficiant d'une durée de vie supérieure. Le GS a déjà commencé à équiper certaines classes de lampes LED. Une campagne de relamping des pavés de tubes T8 en pavés LED permettrait de réduire jusqu'à 70% les consommations électriques liées à l'éclairage. Notre chiffrage a été calibré sur un volume de 128 pavés LED. <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-EQ-127 (durée de vie $\geq 50\,000$h et une efficacité lumineuse ≥ 90 lm/W).</i>		
Investissement	Economies		TRB
15 000 € HT	7 MWh	1000 € HT	15 ans

Systèmes	8 – Mise en place d'une ventilation double flux		
	Le renouvellement d'air du bâtiment se fait par une VMC simple flux. 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... 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. Cette préconisation prévoit l'investissement d'une CTA double flux d'un débit avoisinant 9300 m ³ /h, d'un réseau aéraulique à installer en faux plafond ainsi que des grilles de soufflage et d'extraction. <i>Cette action permet d'appliquer les critères techniques de la fiche CEE BAT-TH-126 (efficacité de l'échangeur $\geq 75\%$, puissance électrique du caisson de ventilation $\leq 0,35$ W/(m³/h).</i>		
Investissement	Economies		TRB
100 000 € HT	69 MWh	2500 € HT	40 ans

F – SCENARIOS

SCENARIO 1

Scénario 1

La surface prise en compte est uniquement celle du groupe scolaire, sur lequel porte les différents travaux.

Situation actuelle

Consommations en EF _{PCS} :	525 MWh	254 kWh/m².an	Emissions de GES :	100 t.éq CO2	49 kgCO2/m².an
Consommations en EP _{PCI} :	609 MWh	295 kWh/m².an			

Données

Surface	2 065 m²	Coût énergie(s) de chauffage	40,8 €/HT/MWh	Coût de l'électricité	117,9 €/HT/MWh
---------	----------	------------------------------	---------------	-----------------------	----------------

Liste des actions concernées

N°	Intitulé	Coût travaux
2.1	Chaufferie à condensation	40 000 €
2.3	Mise en place de robinets thermostatiques	5 000 €
	Total Investissement	45 000 €
	Ratio d'investissement (€/m² utile)	22 €/m²

Résultats

Economies d'énergie finale	71 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	17 t.éq CO2
Impact économique sur le coût du P1	-3 200 € TTC
Impact économique annuel total	-3 200 € TTC

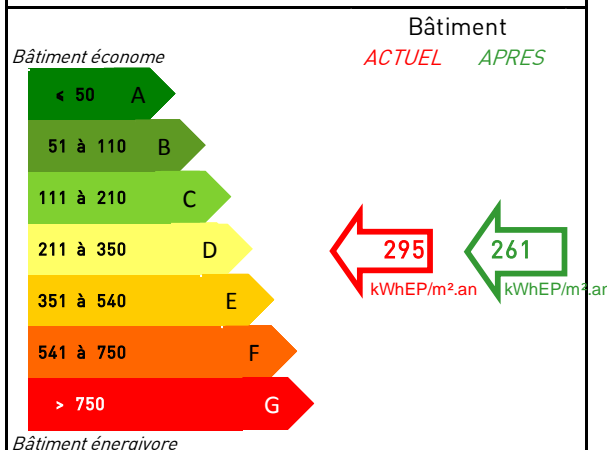
Le scénario permet une réduction de 12 % des consommations en énergie primaire

et de 17% des émissions de GES

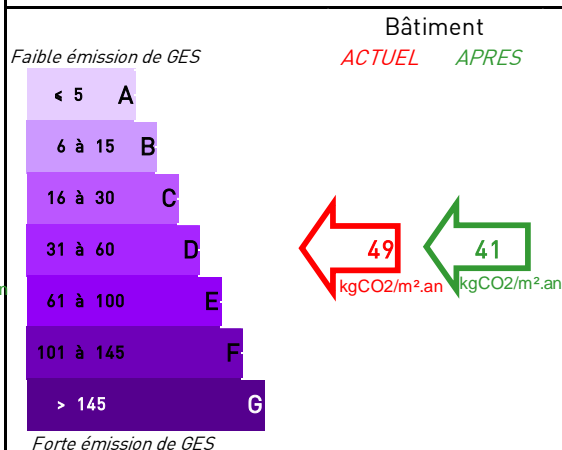
Situation après investissement

Consommations en EF _{PCS} :	446 MWh	216 kWh/m².an	Emissions de GES :	84 t.éq CO2	41 kgCO2/m².an
Consommations en EP _{PCI} :	538 MWh	261 kWh/m².an			

Consommation conventionnelle



Estimation des émissions



SCENARIO 2
Scénario 2

La surface prise en compte est uniquement celle du groupe scolaire, sur lequel porte les différents travaux.

Situation actuelle

Consommations en EF _{PCS} :	525 MWh	254 kWh/m².an	Emissions de GES :	100 t.équ CO2	49 kgCO2/m².an
Consommations en EP _{PCI} :	609 MWh	295 kWh/m².an			

Données

Surface	2 065 m²	Coût énergie(s) de chauffage	40,8 €/HT/MWh	Coût de l'électricité	117,9 €/HT/MWh
---------	----------	------------------------------	---------------	-----------------------	----------------

Liste des actions concernées

N°	Intitulé	Coût travaux
2.2	Chaufferie à condensation avec séparation des réseaux	50 000 €
2.3	Mise en place de robinets thermostatiques	5 000 €
Total Investissement		55 000 €
Ratio d'investissement (€/m² utile)		27 €/m²

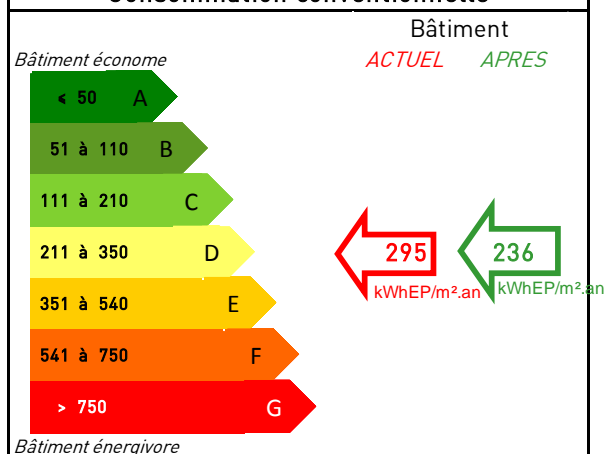
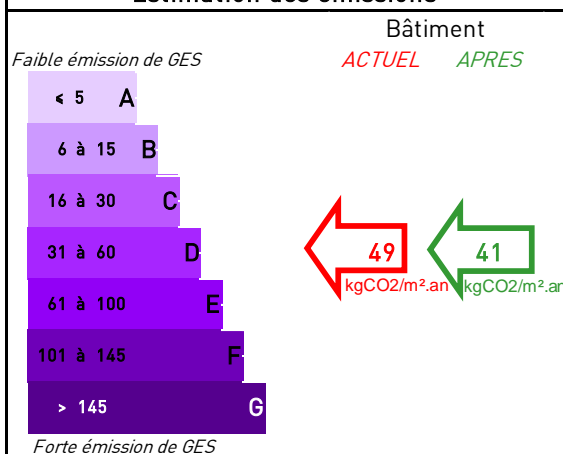
Résultats

Economies d'énergie finale	82 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	15 t.équ CO2
Impact économique sur le coût du P1	-5 500 € TTC
Impact économique annuel total	-5 500 € TTC

**Le scénario permet une réduction de 20 % des consommations en énergie
primaire
et de 15% des émissions de GES**

Situation après investissement

Consommations en EF _{PCS} :	437 MWh	211 kWh/m².an	Emissions de GES :	85 t.équ CO2	41 kgCO2/m².an
Consommations en EP _{PCI} :	487 MWh	236 kWh/m².an			

Consommation conventionnelle

Estimation des émissions


SCENARIO 3
Scénario 3

La surface prise en compte est uniquement celle du groupe scolaire, sur lequel porte les différents travaux.

Situation actuelle

Consommations en EF _{PCS} :	525 MWh	254 kWh/m ² .an	Emissions de GES :	100 t.équ CO2	49 kgCO2/m ² .an
Consommations en EP _{PCI} :	609 MWh	295 kWh/m ² .an			

Données

Surface	2 065 m ²	Coût énergie(s) de chauffage	40,8 €/HT/MWh	Coût de l'électricité	117,9 €/HT/MWh
---------	----------------------	------------------------------	---------------	-----------------------	----------------

Liste des actions concernées

N°	Intitulé	Coût travaux
1.1	Isolation des murs	65 000 €
1.2	Changement des menuiseries	145 000 €
1.3	Isolation du plancher haut	212 000 €
2.1	Chaudière à condensation	40 000 €
2.4	Mise en place d'une VMC double flux	100 000 €
2.5	Relamping LED	15 000 €
2.3	Mise en place de robinets thermostatiques	5 000 €
Total Investissement		582 000 €
Ratio d'investissement (€/m² utile)		282 €/m²

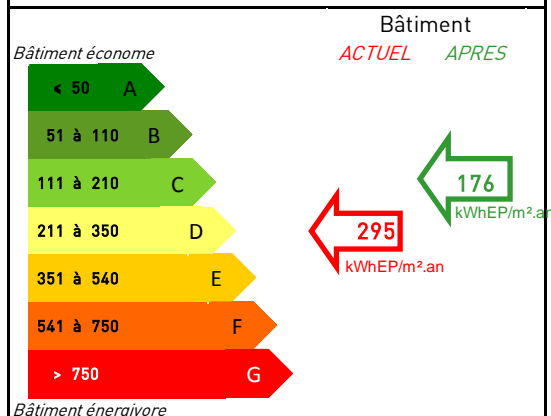
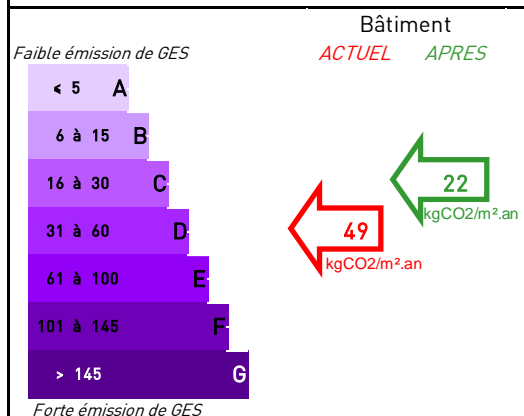
Résultats

Economies d'énergie finale	237 MWh
Emissions de gaz à effet de serre évitées	55 t.équ CO2
Impact économique sur le coût du P1	-11 100 € TTC
Impact économique annuel total	-11 100 € TTC

**Le scénario permet une réduction de 40 % des consommations en énergie primaire
et de 54% des émissions de GES**

Situation après investissement

Consommations en EF _{PCS} :	263 MWh	127 kWh/m ² .an	Emissions de GES :	46 t.équ CO2	22 kgCO2/m ² .an
Consommations en EP _{PCI} :	364 MWh	176 kWh/m ² .an			

Consommation conventionnelle

Estimation des émissions


Remarque :

Le groupe scolaire Jean Jaurès est un bâtiment plutôt bien isolé, avec des menuiseries relativement récentes et en bon état. La surface déperditive la plus importante est la toiture terrasse, or celle-ci est isolée. Au global, les actions bâti ne permettent pas d'atteindre de fortes diminution des consommations réelles. Pour augmenter les économies réalisables avec le scénario 3, il faut se concentrer sur des actions portant sur les systèmes. Cependant, le coût de ces actions sera élevé.

Il a donc été décidé de relamper tous les pavés T8 en LED et d'agir sur la ventilation. Le débit d'air hygiénique sera augmenté afin de respecter la réglementation et une ventilation double flux sera installée.

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
- Chaufferie gaz à condensation : désamiantage éventuel, notamment de la peinture des tuyauteries et des joints de bride des chaudières et brûleurs
- Chaufferie gaz à condensation et séparatin des réseaux : désamiantage éventuel, notamment de la peinture des tuyauteries et des joints de bride des chaudières et brûleurs. Il faudra également creuser une tranchée.
- Complément d'isolation du faux-plafond avec de laine minérale : prévoir la pose/repose du faux-plafond