

# 2201 : 2201

MAITRISE D'OUVRAGE :

C.C. ADOUR MADRIAN  
21 PLACE DU CORPS FRANC POMMIES  
65 500 VIC EN BIGORRE

Responsable services techniques  
LASSALLE FLORENT - M.  
05 62 31 68 84  
33 (0)6 32 22 52 69

Rénovation thermique école et  
cantine

2 Costa de la Laousine  
65700 Vidouze

MAITRISE D'OEUVRE:

**Atelier Ott**

ARCHITECTURE — URBANISME

4 av Prosper Noguès -  
65 200 Bagnères de Bigorre  
tel: 09 50 82 40 32  
mail: atelier.ott@architectes.org

Mme Nathalie Ott

BET FLUIDE THERMIQUE



66 rue du chemin vert  
65 500 Vic en Bigorre

M. JULIEN PAUMIER

MODIFICATIONS

INDICE

N°

MODIFICATIONS

DATE 10/06/2022

## PHASE D.C.E

### DAIGNOSTIC ENERGETIQUE

Format :

A0

Échelle :

1/50ème

# 04-DCE

Création :

Février 2022

Modifications :

-


MAITRE D'OUVRAGE

**MAIRIE DE VIDOUZE**

Village  
65 700 VIDOUZE

**Réhabilitation de la salle des fêtes, la cantine  
et l'école**

**MAITRE D'OUVRAGE**

	<b>Mairie de VIDOUZE</b> Village 65 700 VIDOUZE Tél : Mail : -
---	--

**COORDINATION DE LA MISSION**

	<b>Pays du Val d'Asour</b> ZI Marmajou 65 700 MAUBOURGUET Tél : 05 62 96 44 88 Mail : v.soubabere@val-adour.com
--	---

**BUREAU D'ETUDES**

	<b>Bigorre Ingénierie Etudes et Environnement</b> 66 rue du chemin vert 65 500 VIC EN BIGORRE Tel : 06 71 71 42 01 Mail : contact.biee65@gmail.com
---	--

**PRECONISATIONS ET ACCOMPAGNEMENT**

	<b>Ecocentre Pierre&amp;Terre</b> Route de Saint Mont 32 400 RISCLE Tél : 05 62 69 89 28 Mail : pierreetterre.habitat@orange.fr
--	---

**PARTENAIRES**

 <b>UNION EUROPEENNE</b> Fonds Européen de développement Régional	 <b>Occitanie</b>	 <b>TERRITOIRE à ÉNERGIE POSITIVE POUR LA CROISSANCE VERTE</b> MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE	 <b>AGENDA 21 LOCAL</b>
---	---	---	---

**DIAGNOSTIC ENERGETIQUE**

**DIAG**

**RAPPORT**

*Salle des fêtes, cantine, Ecole*




0	9	0	1	3	0	7	1	8	B	I	E	E	V	I	D	D	I	A	N	O	T	E	0	1
Affaire			Date			Emetteur			MOA			Phase			Document			Indice						

## SOMMAIRE

1	INFORMATIONS PRELIMINAIRES.....	3
1.1	Données administratives.....	3
1.2	Méthodologie.....	3
1.3	Hypothèses et responsabilités.....	4
2	FICHE RECAPITULATIVE.....	5
2.1	Synthèse du bilan thermique sur l'enveloppe du bâtiment.....	5
2.2	Synthèse des préconisations de travaux.....	6
3	BILAN ENERGETIQUE, ENVIRONNEMENTAL ET FINANCIER.....	7
3.1	Présentation du bâtiment audité.....	7
3.2	Bilan des consommations et des dépenses énergétiques par type d'énergie.....	9
3.3	Evolution des consommations énergétiques.....	10
3.4	Analyse des abonnements.....	11
3.5	Bilan des consommations et des dépenses énergétiques par poste.....	11
3.6	Bilan des consommations énergétiques par type d'énergie et par bâtiment.....	11
4	ANALYSE ET OPTIMISATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES.....	13
4.1	Enveloppe du bâtiment et calculs Th-C-Ex.....	13
4.2	Ventilation.....	19
4.3	Chauffage.....	19
4.4	Production d'eau chaude sanitaire.....	19
4.5	Eclairage.....	19
4.6	Autres équipements.....	19
5	PRÉCONISATION DE TRAVAUX ET COMBINAISON DES SOLUTIONS.....	20
5.1	Hypothèses de calculs.....	20
5.2	Perspectives d'amélioration.....	20
5.3	Bilan des préconisations.....	27
5.4	Scenario de réhabilitation.....	28
5.5	Bilan énergétique en environnemental – Etat Final.....	29
5.6	Recommandations complémentaires.....	32
6	TABLEAU DE BORD – SUIVI ENERGETIQUE.....	34
7	ANNEXES.....	34

## 1 INFORMATIONS PRELIMINAIRES

### 1.1 Données administratives

<b>Bâtiment audité</b>		
Salle des fêtes, cantine et Ecole		
<b>Lieux</b>		
VIDOUZE dans le département des Hautes Pyrénées		
<b>Maître d'ouvrage</b>		
- Maître d'ouvrage	Mairie de Vidouze	
- Adresse	Village	
- Code postal	65 700 - Ville VIDOUZE	
- Représenté par	Mme Frédérique BELLARDI-SAVOYE	
<b>Coordination Mission</b>		
- Nom	Pays du Val d'Adour – Mme SOUBABERE	
- Adresse	ZI du Marmajou	
- Code postal	65 700 - Ville MAUBOURGUET	
- Représenté par	Mme SOUBABERE	
<b>Préconisations et accompagnement</b>		
- Nom	Ecocentre Pierre et Terre	
- Adresse	route de Saint Mont	
- Code postal	32 400 - Ville RISCLE	
- Représenté par	M. MEROTTO	
<b>Bureau d'études</b>		
- Bureau d'études	BIGORRE INGENIERIE ETUDES ET ENVIRONNEMENT	
- Adresse	66 rue du chemin Vert	
- Code postal	65 500 - Ville VIC EN BIGORRE	
- Représenté par	Julien PAUMIER	
<b>Liste des documents collectés</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facture électricité et propane 2015 à 2017</li> <li>- Pas de plans</li> </ul>		

### 1.2 Méthodologie

Cette étude s'inscrit dans une démarche d'aide à la décision pour l'optimisation des performances thermiques et du confort des occupants.

Après un état des lieux précis établi suite à une visite sur site et à l'analyse des documents collectés au préalable (factures, plans du bâtiment), nous effectuons un bilan énergétique et financier complet de l'établissement.

La répartition estimative des consommations propane servira de base aux préconisations qui seront détaillées. Ce diagnostic porte uniquement sur l'optimisation et la réduction des consommations de chauffage. La répartition des consommations électriques (éclairage, cuisine, divers) et d'eau potable n'est pas prise en compte.

Une réflexion concernant le confort d'hiver et d'été sera menée afin d'analyser le comportement du bâtiment pour l'ensemble des conditions climatiques envisageables. Nous dégagerons ainsi les solutions les plus adaptées pour réduire la durée des périodes d'inconfort occasionnées tout au long de l'année et pour augmenter les performances des équipements énergétiques.

#### Remarque préliminaire : coûts d'investissement

La présente étude est un diagnostic énergétique dont l'objectif est de déterminer les axes techniques d'améliorations. Les montants des investissements sont des ordres de grandeur donnés à titre indicatif.

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.



Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28-11 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

**1. La rénovation dite « globale » définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové, à justifier par un calcul réglementaire.**

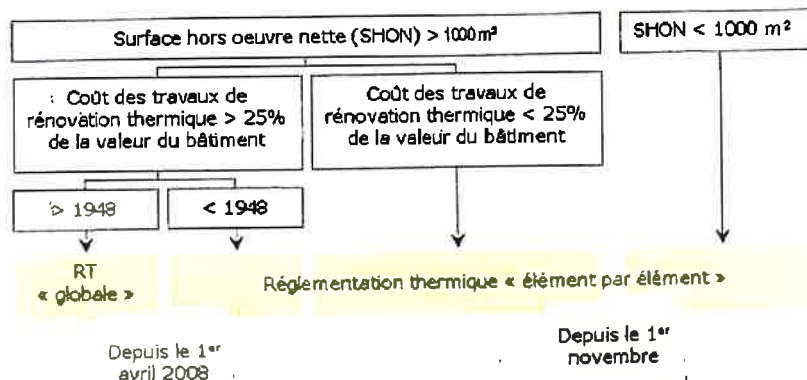
Elle s'applique uniquement sur certains projets qui réunissent les trois critères suivants :

- la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) rénovée est supérieure à 1000m<sup>2</sup> ;
- la date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1er janvier 1948 ;
- le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment, ce qui correspond à 382,5 € HT /m<sup>2</sup> pour les logements et 326,25 € HT/m<sup>2</sup> pour les locaux non résidentiels (au 1er janvier 2017) ;

Elle repose sur l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation et son arrêté d'application du 13 juin 2008.

**2. Pour tous les autres cas de rénovation**, en cas d'installation ou de remplacement d'un élément du bâtiment (pose d'une isolation ou d'une fenêtre, changement de chaudière), la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé.

Elle repose sur l'article R. 131-28 du code de la construction et de l'habitation et son arrêté d'application du 3 mai 2007 modifié, à partir du 1er janvier 2018, par l'arrêté du 22 mars 2017.



### 1.3 Hypothèses et responsabilités

#### Hypothèses :

Le maître d'ouvrage et l'architecte communiquent au Bureau d'études toutes les informations et pièces dont ils sont destinataires ou en possession et dont la connaissance est utile au Bureau d'études pour l'exécution de son marché. Le maître d'ouvrage et l'architecte s'engagent à fournir tous le(s) document(s) au format papier et sous une version dématérialisée. Dans le cas où l'accès à l'information serait impossible à connaître, le Bureau d'études proposera des hypothèses afin de pouvoir finaliser son marché. Le contractant s'engage à prendre connaissance des hypothèses avancées et à présenter toutes modifications qu'il jugera utiles sous 8 jours calendaires. En l'absence de remarques dans ce délai, les hypothèses seront considérées validées.

**L'ensemble des hypothèses sont reprises dans le présent document.**

La responsabilité du Bureau d'étude ne saurait être engagée dans le cas où les hypothèses de calculs divergent des matériaux ou équipements réellement installés (sauf si les caractéristiques thermiques et les conditions de mise en œuvre de ces matériels et matériaux ont été transmis dans les délais au bureau d'études).

#### Propriété intellectuelle – Exclusivité :

La propriété intellectuelle trouve son fondement dans les articles L 111-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. Sont ainsi protégés du seul fait de leur création : les plans, croquis, maquettes, rapport et synthèses conçus par le titulaire, qu'ils aient fait ou non l'objet d'un contrat. Le contractant s'engage et ce jusqu'à la fin de la mission à ne pas divulguer les documents fournis par le titulaire sauf autorisation écrite du titulaire, et ne pas solliciter d'autres bureaux d'études. Dans le cas contraire, le titulaire dénoncera le présent contrat et le contractant devra s'acquitter du montant total du marché.

Toute reproduction, même partielle par quelque procédé que ce soit, est interdite sans autorisation préalable. Une copie par Xérogaphie, photographie, support magnétique, électronique ou autre constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 et du 3 juillet 1995, sur la protection des droits d'auteur.

#### Responsabilités :

Le Bureau d'études ne pourra être tenu pour responsable des conséquences résultant d'une interprétation ou une application erronée des conseils ou documents fournis par le titulaire. En aucun cas, la responsabilité du titulaire ne pourra être recherchée en cas de retard de transmission des documents nécessaires à la réalisation d'un dossier par le bénéficiaire ou en cas de refus opposé par les Autorités Administratives.

En conséquence, la responsabilité du Bureau d'études, ne saurait être engagée, au-delà de sa présente mission de conseil. De la même manière, la responsabilité du Bureau d'études ne pourra être retenue en ce qui concerne les études ou expertises complémentaires réalisées par un prestataire extérieur choisi par le bénéficiaire.

## 2 FICHE RECAPITULATIVE

### 2.1 Synthèse du bilan thermique sur l'enveloppe du bâtiment

#### ECOLE DE VIDOUZE

##### ETAT INITIAL

Poste	Conso (kWh/an)
Chauffage	40 829
Refroidissement	0
ECS	0
Eclairage	3 324
Auxiliaire	456
<b>TOTAL</b>	<b>44 709</b>
<b>C<sub>ep</sub> (kWh<sub>ep</sub>/m².an)</b>	<b>456,00</b>

##### ETAT INITIAL



Mode de chauffage : Electrique

##### ETAT PROJETE

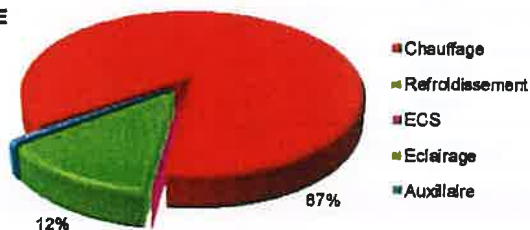
##### Travaux envisagés

Remplacem des fenêtres en simple vitrages et porte d'entrée + porte d'orloir  
Mise en œuvre de 400 mm de ouate de cellulose sur le plafond de l'école  
Isolation par l'intérieur des murs du dortoir par 12 cm de laine de bois, finition fermacell

9 230 € Investissement global y compris aléas de chantier (+10%)  
4 100 €  
2 250 €  
**17 138 €**

Poste	Conso (kWh/an)
Chauffage	23 813
Refroidissement	0
ECS	0
Eclairage	3 372
Auxiliaire	206
<b>TOTAL</b>	<b>27 391</b>
<b>C<sub>ep</sub> (kWh<sub>ep</sub>/m².an)</b>	<b>189,03</b>

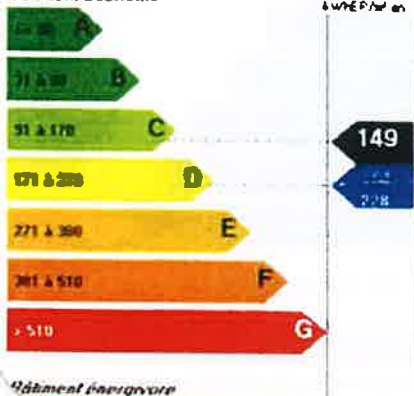
##### ETAT PROJETE



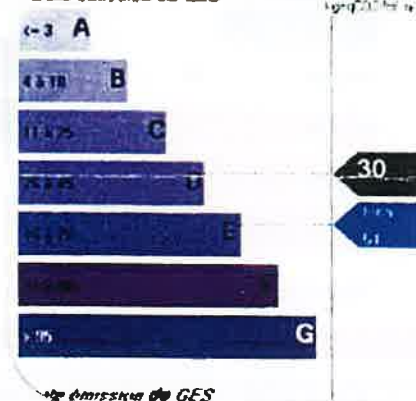
Mode de chauffage : Propane

##### ETIQUETTE NRJ

##### Classement économe



##### Classement de GES



##### GAIN ENERGETIQUE TRI-COUT EXPLOITATION

Gain énergétique après travaux	90655 kWh <sub>EP</sub> /an	Temps de retour sur Investissement	37 ans
Gain environnemental après travaux	58 kgCO <sub>2</sub> /an	Cout d'exploitation après travaux	3,2 €/m²



SALLE DES FETES DE VIDOUZE

ETAT INITIAL

Poste	Conso [kWh/an]
Chauffage	54 747
Refroidissement	0
ECS	0
Eclairage	2 807
Auxiliaire	1 001
<b>TOTAL</b>	<b>58 555</b>
<b>Cep [kWhEP/m².an]</b>	<b>208,22</b>

ETAT INITIAL



Mode de chauffage : Propane

ETAT PROJETE

Travaux envisagés	Remplacement des menuiseries en simple vitrage	3 900 €	Investissement global y compris aléas de chantier (+10%) : 10 038 €
	Isolation par l'intérieur du mur séparatif entre la salle des fêtes et la cantine par 12 cm de	5 225 €	

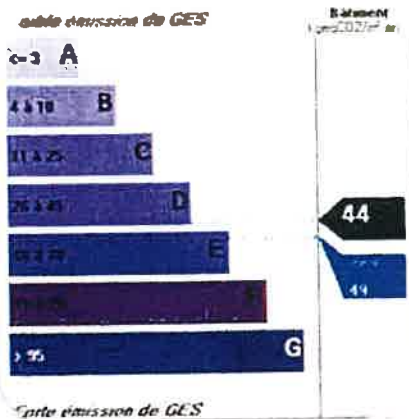
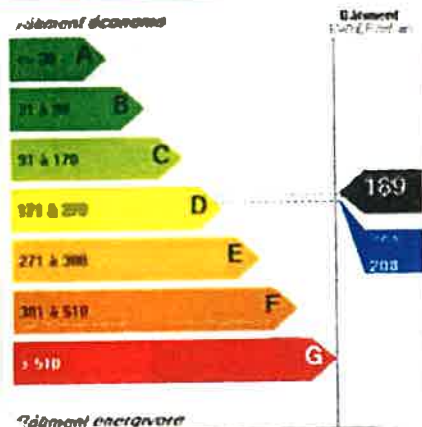
Poste	Conso [kWh/an]
Chauffage	48 855
Refroidissement	0
ECS	0
Eclairage	2 824
Auxiliaire	959
<b>TOTAL</b>	<b>52 638</b>
<b>Cep [kWhEP/m².an]</b>	<b>189,00</b>

ETAT PROJETE



Mode de chauffage : Propane

ETIQUETTE NRJ



GAIN ENERGETIQUE TRI COÛT EXPLOITATION

Gain énergétique après travaux 109415 kWhEP/an	Temps de retour sur Investissement	37 ans
Gain environnemental après travaux 58 kgCO2/an	Coût d'exploitation après travaux	3,2 €/m²

## 2.2 Synthèse des préconisations de travaux

### SYNTHESE DES PRECONISATIONS de la SALLE DES FÊTES

Nous vous proposons ci-dessous un récapitulatif des travaux conseillés (y compris les préconisations qui ne modifient pas l'enveloppe du bâtiment).

#### Préconisations prioritaires :

1. Isoler par l'extérieur le mur nord de la cantine.
2. Isoler l'ossature du mur nord de la salle des fêtes avec de la ouate de cellulose.
3. Isoler les murs est, sud et ouest de la salle des fêtes par l'intérieur.
4. Changer les aérothermes.

#### Travaux non prioritaires :

5. Transformer les fenêtres de la façade sud en porte-fenêtres et vitrer entièrement les portes actuelles.
6. Installer la porte palière au nord de la salle des fêtes.

### SYNTHESE DES PRECONISATIONS de l'ECOLE

Nous vous proposons ci-dessous un récapitulatif des travaux conseillés (y compris les préconisations qui ne modifient pas l'enveloppe du bâtiment).

#### Préconisations prioritaires :

1. Isolation en combles perdus avec de la ouate de cellulose (école et dortoir).
2. Isolation par l'extérieur des murs du dortoir donnant sur la chaufferie.
3. Installer une treille végétale sur la façade sud.

#### Travaux non prioritaires :

4. Installer une porte palière (ou thermique) entre le dortoir et la chaufferie.
5. Isoler par l'extérieur le mur nord de l'école.
6. Changer les menuiseries.



### 3 BILAN ENERGETIQUE, ENVIRONNEMENTAL ET FINANCIER

#### 3.1 Présentation du bâtiment audité

##### ↳ Localisation



##### ↳ Caractéristiques du bâtiment

Les bâtis de l'école et de la salle des fêtes sont des constructions récentes. Ces constructions « contemporaines » sont conçues sur les principes des « boîtes étanches », dont les enveloppes sont imperméables à l'air et à l'eau. Les matériaux employés ne sont pas perspirants.



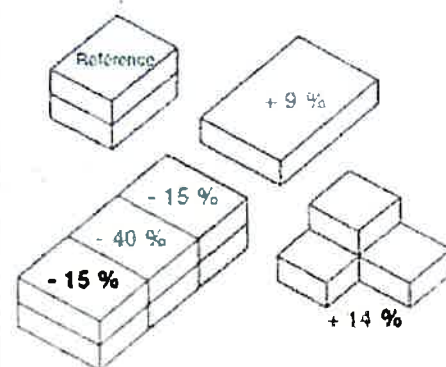
## COMPACTITE

Plus le bâtiment est compact (c'est-à-dire proche d'un cube), plus ses performances thermiques sont améliorées, plus il est économe en énergie. Autrement dit la compacité permet, pour un même volume, de réduire les surfaces déperditives. Par exemple une maison de 120 m<sup>2</sup> a plus de facilité à atteindre un bon niveau de performance sur deux étages plutôt que de plain-pied.

A l'heure actuelle, au vu de la forme du bâtiment de l'école (base rectangulaire à un niveau) et du dortoir qui est en dehors du volume, le bâtiment n'est pas très compact.

Le bâtiment de la salle des fêtes est assez compact (base rectangulaire). Néanmoins, les deux entités (salle des fêtes et cantine) sont séparées et doivent être chauffées indépendamment.

Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements de 96 m<sup>2</sup>



Les déperditions ont influence uniquement les consommations de chauffage qui ne représentent qu'un poste des consommations.

Source : Ecobatis

## OUVERTURES AU SUD

Dans un projet bioclimatique la répartition des vitrages doit être d'environ 60% au sud, 15% à l'est et à l'ouest et 10% au nord.

L'école possède de nombreuses fenêtres au sud et au nord. Les façades ouest et est sont quasiment aveugles.

Le bâtiment (salle des fêtes et cantine) possède de nombreuses fenêtres au sud et au nord. Les façades ouest et est en possèdent quelques unes.

Pour obtenir un bâtiment plus performant, limiter les déperditions et d'optimiser les apports solaires gratuits, nous vous conseillons :

- Ecole : de vous protéger du soleil l'été en installant une treille végétale sur la façade sud. Choisissez une essence végétale à feuilles caduques afin de bénéficier des apports solaires en hiver et être protégé en été.
- Salle des fêtes et cantine : d'ouvrir au maximum la façade sud : transformer les fenêtres en porte-fenêtres à minima. Au sud, nous vous préconisons également d'installer une treille végétale.

## Conditions climatiques

Zone climatique	
Zone climatique hiver :	H2C
Coordonnées GPS :	Lat : 43,44° N - Long : 0,05° O
Altitude :	245 m
Zone bruit :	Br2
Températures de base	
Température de base extérieure :	-6 °C
Température de base intérieure :	20 °C
DJU :	2700

## Quelques chiffres

- Surface chauffée :
  - o Ecole : 202 m<sup>2</sup> pour un volume équivalent de 700m<sup>3</sup>
  - o Salle des fêtes : 178 m<sup>2</sup> pour un volume équivalent de 620m<sup>3</sup>
  - o Ecole : 92 m<sup>2</sup> pour un volume équivalent de 260m<sup>3</sup>
- Consommation d'énergie annuelle moyenne : 35 455 kWh
- Cout d'exploitation moyen : 3 070 € HT/an soit 6,50€/m<sup>2</sup>,
- Consommation d'eau annuelle moyenne : non fournie
- Occupation : 4,5 jours par semaine sur les périodes scolaires

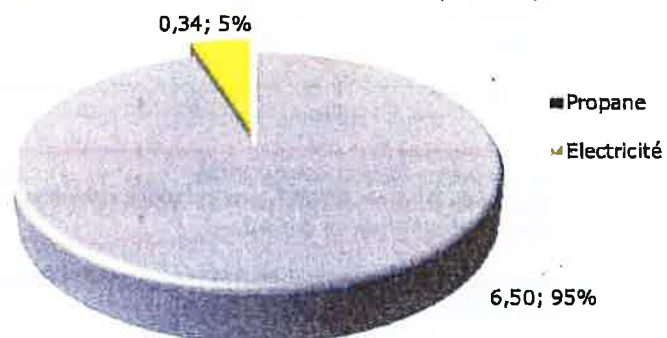
### 3.2 Bilan des consommations et des dépenses énergétiques par type d'énergie

Le gaz propane et l'électricité sont les deux énergies consommées sur ces bâtiments

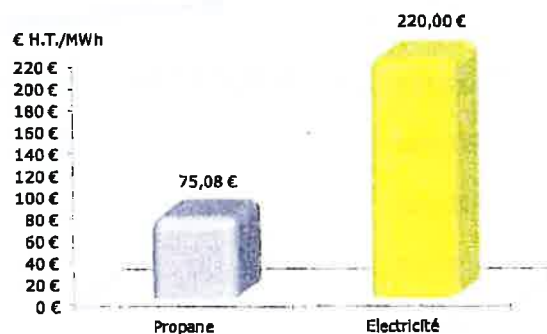
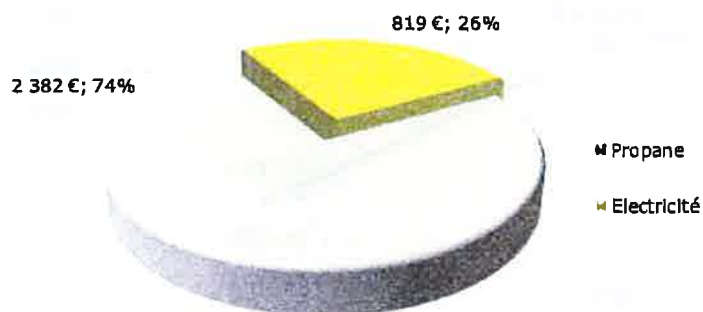


Le propane est utilisé pour le chauffage des locaux, la production d'eau chaude sanitaire et la cuisson. Il représente près de 90% de la consommation totale énergétique.

De plus, la combustion du propane induit de d'importantes émissions de gaz à effet de serre.



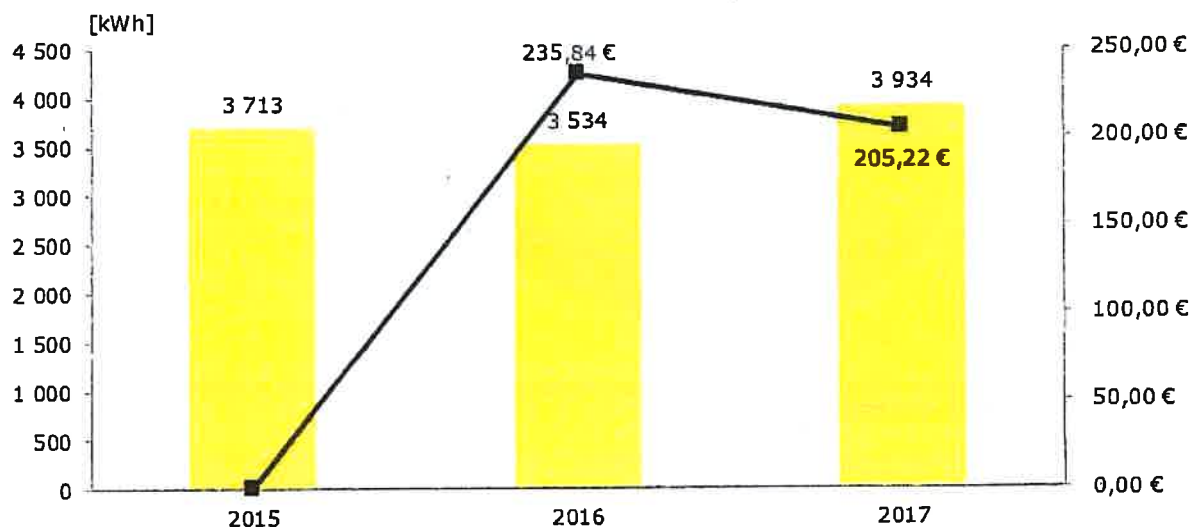
Coté dépense, le coût unitaire du propane est inférieur à celui de l'électricité. La dépense énergétique se compose à 74% de propane et à 26% d'électricité.





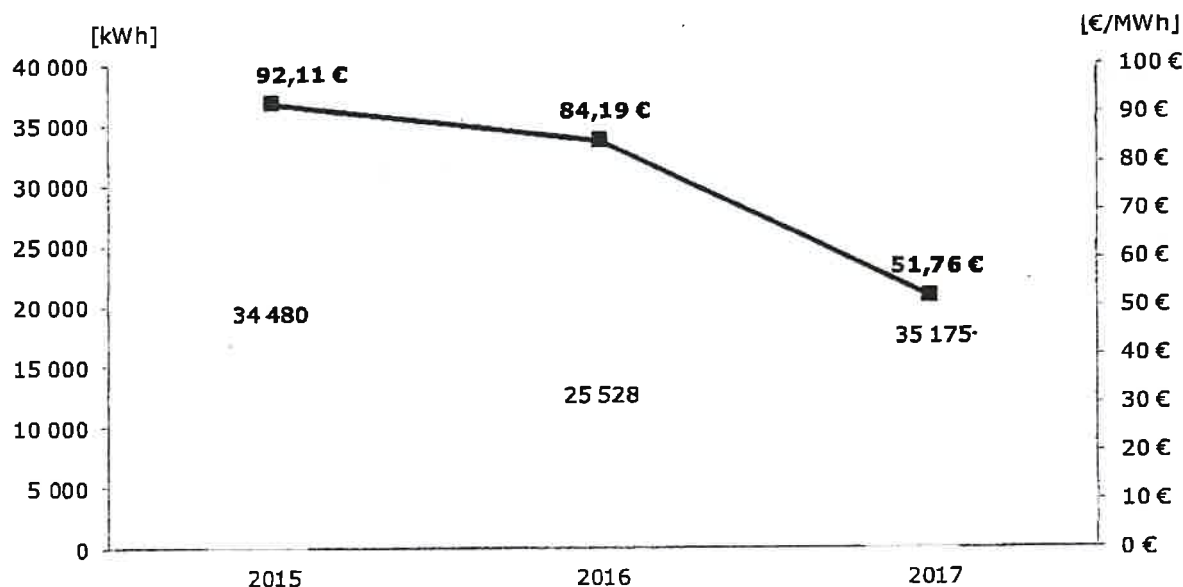
### 3.3 Evolution des consommations énergétiques

#### 3.3.1 Evolution des consommations électriques



La consommation d'électricité est stable sur 3 ans. Le prix unitaire semble diminuer entre 2016 et 2017 mais il manque deux factures sur l'année 2017 pour compléter les informations. La tendance nationale est à l'augmentation du prix de l'électricité de l'ordre de 5% par an.

Nous retiendrons pour la suite des calculs, une consommation moyenne annuelle de 3 725 kWh et un coût unitaire de 220 €/MWh.



Les consommations de propane varient fortement d'une année à l'autre. Ceci s'explique par les dates de livraison qui diffèrent. Le prix unitaire du propane est en baisse depuis 3 ans mais cette tendance devrait s'inverser à court termes avec la remontée du prix du baril de pétrole.

Nous retiendrons pour la suite des calculs, une consommation moyenne annuelle de 31 730 kWh et un coût unitaire de 75 €/MWh.

#### 3.3.2 Evolution des consommations d'eau

Nous n'avons pas eu accès aux consommations d'eau. Le présent diagnostic porte essentiellement sur les préconisations de travaux à envisager pour réduire le besoin de chauffage.

### 3.4 Analyse des abonnements

#### 3.4.1 Electricité

La salle des fêtes, l'école et la cantine dispose d'un comptage unique pour l'ensemble des locaux :

- Fournisseur : EDF
- Type de tarif : Bleu,
- Abonnement : 17,52 € /mois en aout 2017
- Puissance souscrite : 24 kVA

Cet abonnement semble adapté à l'utilisation des locaux.

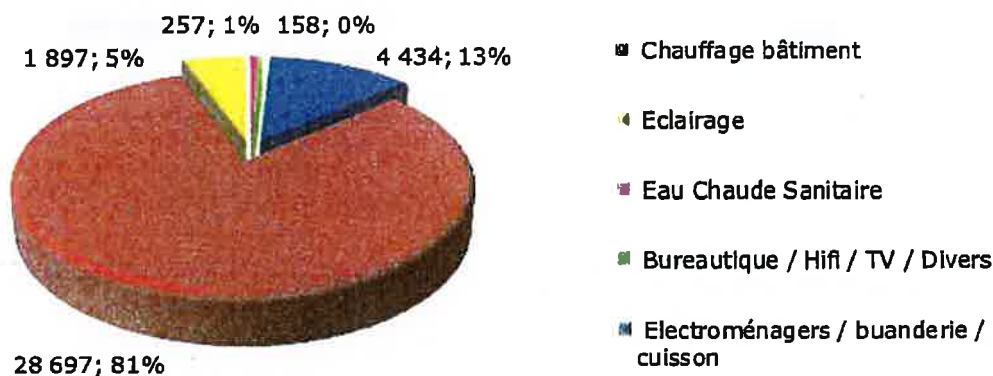
#### 3.4.2 Autres énergies

Le propane est livré en période hivernal par un prestataire extérieur.

### 3.5 Bilan des consommations et des dépenses énergétiques par poste

Répartition des consommations d'énergie par postes (nombre de postes adapté à chaque diagnostic)

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| - Chauffage des bâtiments | - Cuisine                    |
| - Eclairage               | - Eau chaude sanitaire (ECS) |
| - Ventilation             | - Divers                     |



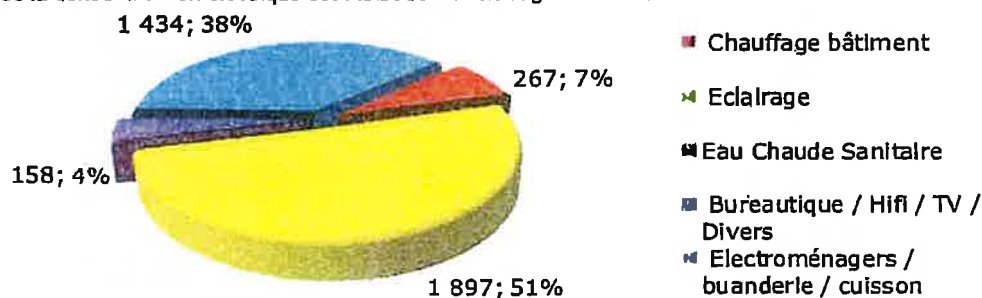
Le graphique ci-dessus illustre la répartition des consommations énergétique par poste : le chauffage occupe une place prépondérante avec 81% de la dépense énergétique.

Les autres postes sont par ordre décroissant :

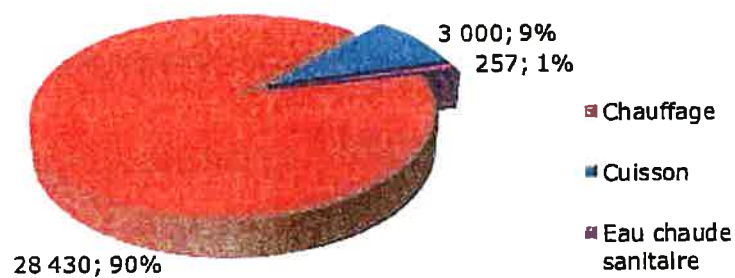
- |                           |           |      |
|---------------------------|-----------|------|
| - Electroménager, cuisine | 4 434 kWh | 13%  |
| - L'éclairage             | 1897 kWh  | 5%   |
| - Eau chaude sanitaire    | 257 kWh   | 1%   |
| - Bureautique             | 158 kWh   | 0,4% |

### 3.6 Bilan des consommations énergétiques par type d'énergie et par bâtiment

Plus de 50% de la consommation électrique est attribuée à l'éclairage des locaux



Le chauffage des locaux représente 90% de la consommation de propane en raison du faible niveau d'isolation des parois.



La répartition propane / électricité est identique pour les deux bâtiments :





## 4 ANALYSE ET OPTIMISATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES

### 4.1 Enveloppe du bâtiment et calculs Th-C-Ex

#### 4.1.1 Etat des lieux

ECOLE	Surface chauffée	202 m²
	Dépense thermique	31,77 kW
	Consommation de chauffage	60,21 kWh/m²
SALLE DES FETES ET CANTINE	Surface chauffée	270 m²
	Dépense thermique	20,85 kW
	Consommation de chauffage	60,40 kWh/m²

Composition des parois / Isolation			
Murs extérieurs	Mur extérieur école:		Up = 1,852 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Bloc plein non isolé	27,5 cm	0,370 m².K/W
	Mur extérieur salle des fêtes:		Up = 1,370 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Bloc plein non isolé	27,5 cm	0,370 m².K/W
Murs intérieurs	- Lame d'air faiblement ventilé	5,00 cm	0,090 m².K/W
	- Briquette	5,00 cm	0,100 m².K/W
	Mur intérieur sur cantine:		Up = 1,515 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Bloc plein non isolé	27,5 cm	0,370 m².K/W
	Coefficient d'atténuation thermique, b = 0,75		
Plancher bas	Mur intérieur sur garage:		Up = 2,703 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Bloc creux non isolé	10 cm	0,110 m².K/W
	Coefficient d'atténuation thermique, b = 0,95		
Plancher haut	Plancher bas sur terre plein :		Up = 1,923 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Dalle béton	16,0 cm	0,310 m².K/W
Plancher haut	UeTP, retenu pour la RT = 0,546 W/m².K		
	Plafond salle des fêtes:		Up = 0,161 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
	- Laine de verre	24,0 cm	6,000 m².K/W
	Plafond Ecole:		Up = 2,941 W/m².K
	Composition	Epaisseur	Résistance thermique
Plancher haut	- Dalle béton	12,0 cm	0,140 m².K/W
	Coefficient d'atténuation thermique, b = 0,95		

### Coefficient Up des parois

Plafond salle des fetes 0,161

Plafond Ecole 2,941

Plancher bas 0,546

Mur sur cantine 1,515

Mur sur garage 2,703

Mur ext Salle des fêtes 1,37

Mur ext Ecole 1,852

Les murs non isolés et le plafond de l'école sont à traiter en priorité.

0 1 2 3 4

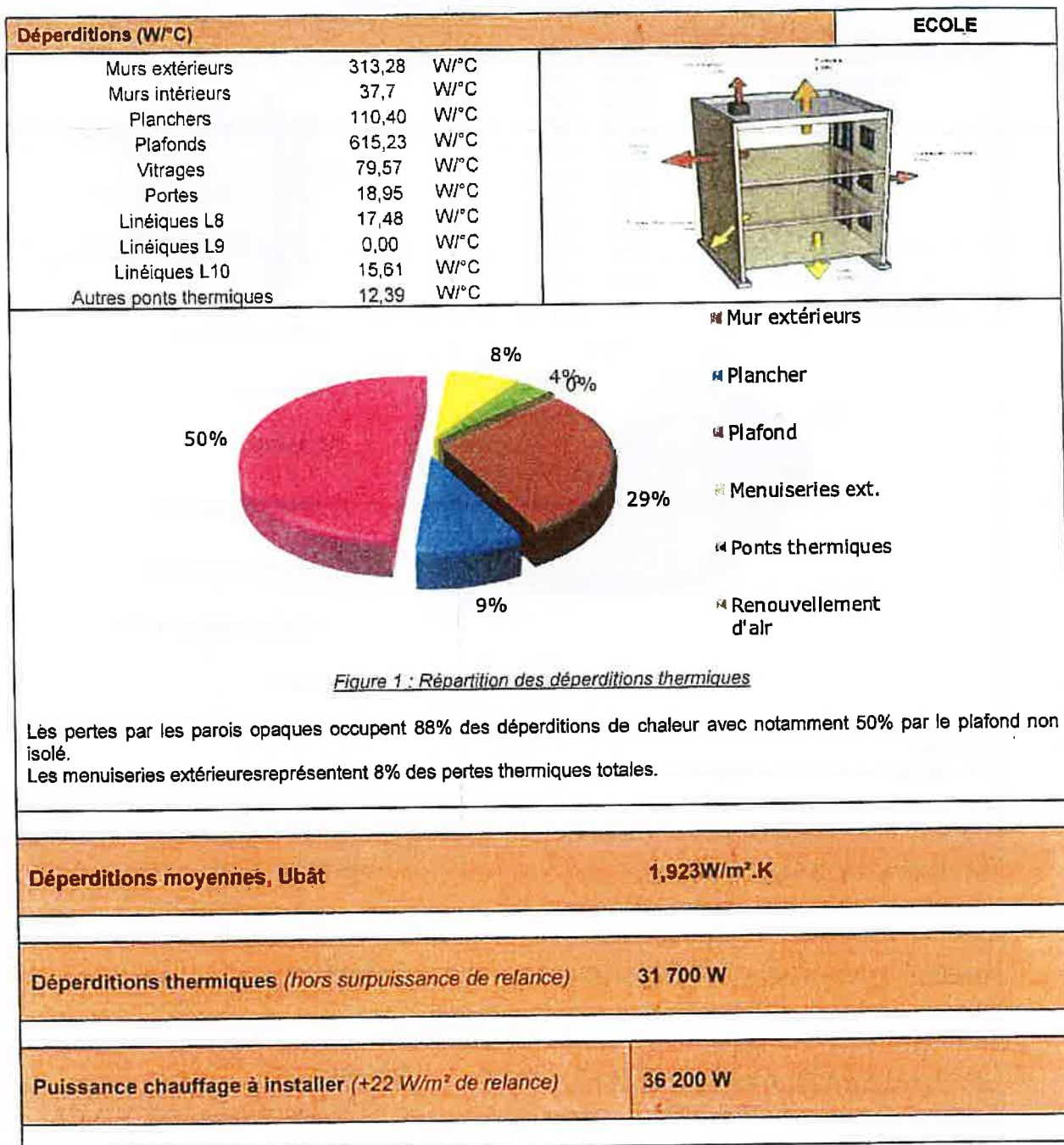
Menuiseries extérieures					
Fenêtres et porte-fenêtres		- Châssis : ALU et Bois - Vitrage : Simple et double vitrage			
N°	Désignation	Long (m)	Haut (m)	Type	Uw
1	Fenêtre Sud Ecole	2,93	2,15	Fenêtre bois simple vitrage	4,5
2	Fenêtre Nord Ecole	0,85	1,3	Fenêtre alu double vitrage	2,3
3	Porte d'entrée Ecole	1,4	2,85	Porte bois non isolée	3,3
4	Porte dortoir	0,9	2,05	Porte bois non isolée	3,3
5	Fenêtre Sud Salle des fêtes	1,00	1,40	Fenêtre bois simple vitrage	4,5
6	Porte fenêtre salle des fêtes	1,30	2,65	Porte fenêtre alu double vitrage	2,7
7	Porte de de service cantine	0,85	2,05	Porte fen. Métal. Rupt. (Uf=1,2)	2,0



- ⇒ Les performances actuelles des fenêtres et portes se situent à :
- Fenêtre et porte fenêtre  $U_w = 1,4 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - Porte pleine  $U_d = 2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$

#### 4.1.2 Répartition des déperditions thermiques de l'école

Le graphique illustre la répartition des déperditions thermiques au travers les parois :



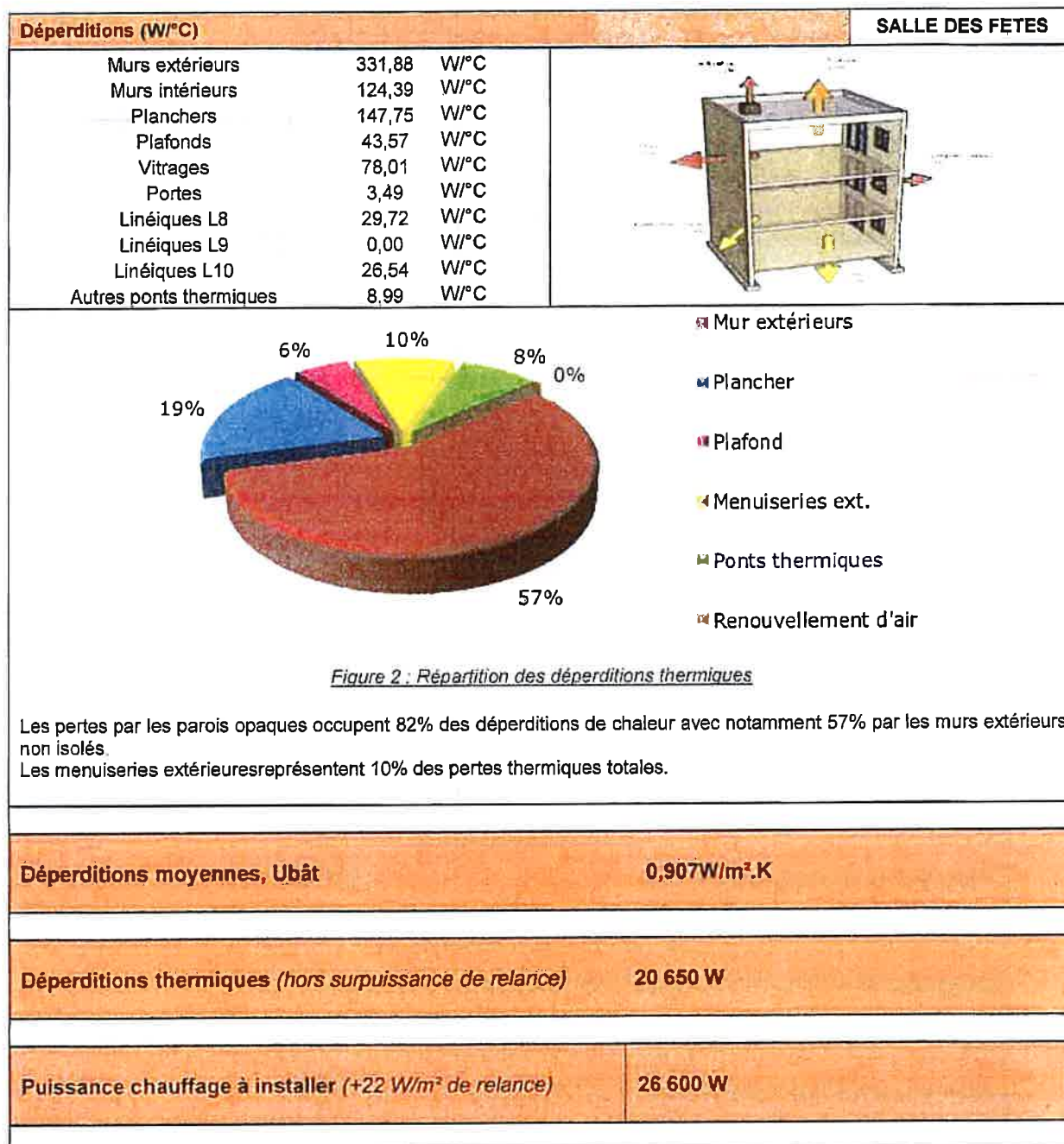
#### Déperditions Ensemble du bâtiment

Ubât	1,923 W/m².K	Ubât <sub>REF</sub>	0,486 W/m².K	-295%
------	--------------	---------------------	--------------	-------



#### 4.1.3 Répartition des déperditions thermiques de la salle des fêtes

Le graphique illustre la répartition des déperditions thermiques au travers les parois :



#### Déperditions Ensemble du bâtiment

Ubât	0,907 W/m².K	Ubât <sub>REF</sub>	0,503 W/m².K	-80,4%
------	--------------	---------------------	--------------	--------

#### 4.1.4 Etude comparative entre consommations réelles et consommations conventionnelles

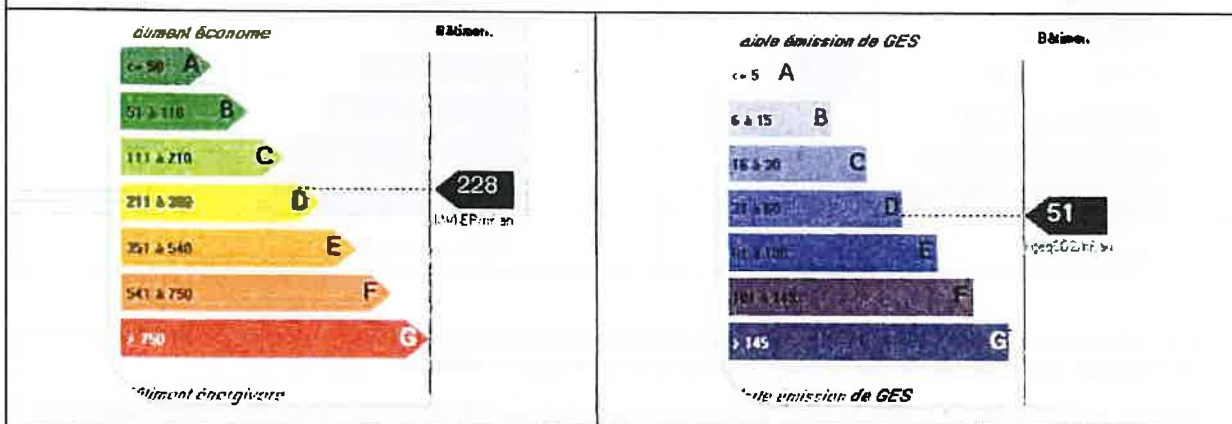
Consommation conventionnelle par poste :

- Chauffage des bâtiments
- Rafraichissement
- Eclairage
- Auxiliaire de ventilation
- Eau chaude sanitaire (ECS)

Consommations annuelles / Calcul du Cep				ECOLE
Chauffage	Rafraichissement	ECS	Eclairage	Auxiliaire
40 929 kWh	0 kWh	0 kWh	3 324 kWh	456 kWh
Cep		227,9 kWh <sub>EP</sub> /m².an	Cep <sub>REF</sub>	71 kWh <sub>EP</sub> /m².an
				-221%



Il est à noter que ces consommations sont données par convention selon la méthode de calcul Th-C-Ex retenue par le CSTB. Il ne s'agit pas de consommations réelles estimées à 13 458 kWh selon les factures fournies et le taux d'utilisation du bâtiment.



Les consommations facturées et les consommations calculées par convention sont éloignées.

Rappel des chiffres :

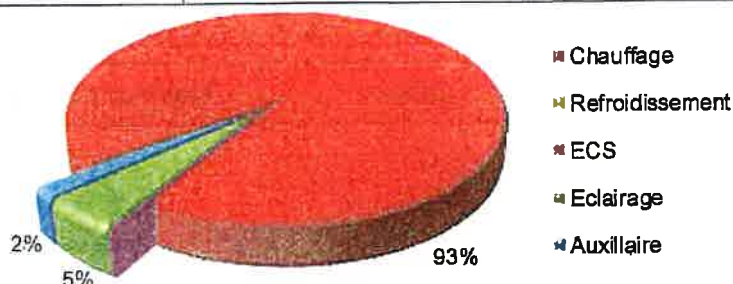
Consommations en kWh/an	Chauffage	Auxiliaire	Eclairage	Totale
Facturées/ estimées	12 163 kWh/an	187 kWh/an	950 kWh/an	13 300 kWh/an
Calculées	40 929 kWh/an	456 kWh/an	3324 kWh/an	44 709 kWh/an

Interprétation :

- Les consommations calculées sont évaluées conventionnellement selon le moteur de calcul du CSTB appliquant des règles de calcul par type d'usage (exemple : maison, logement collectif, bureaux, salle des fêtes, hôpital...). En conséquence, les consommations sont généralement surévaluées et ne correspondant pas à l'utilisation réelle de l'équipement. Ceci est particulièrement vrai pour les consommations de chauffage et d'éclairage qui sont estimées d'après des scénario d'utilisation prédéfinis. Grâce aux relevés réalisés sur

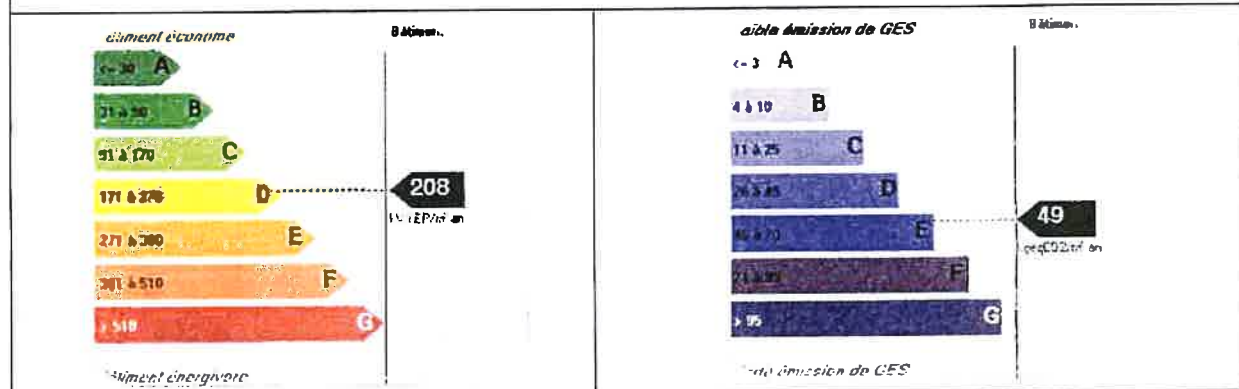
site et aux échanges préalables avec la Maitrise d'ouvrage, nous avons pu estimer les consommations « probables ».

Consommations annuelles / Calcul du Cep				SALLE DES FETES
Chauffage	Rafraichissement	ECS	Eclairage	Auxiliaire
54 747 kWh	0 kWh	0 kWh	2 807 kWh	1 001 kWh
Cep	208,2kWh <sub>EP</sub> /m².an	Cep <sub>REF</sub>	85,2kWh <sub>EP</sub> /m².an	-144%



Comme pour l'école, le chauffage la grande majorité des consommations énergétiques en raison du faible niveau d'isolation du bâtiment.

Il est à noter que ces consommations sont données par convention selon la méthode de calcul Th-C-Ex retenue par le CSTB. Il ne s'agit pas de consommations réelles estimées à 20 594 kWh selon les factures fournies et le taux d'utilisation du bâtiment.



Par convention, la salle des fêtes et la cantine sont actuellement classée en étiquette D. Le recours à l'énergie gaz pour le chauffage compense les très nombreuses déperditions thermiques du bâtiment.

Pour les émissions de gaz à effet de serre, le classement est médiocre (étiquette E) en raison des consommations très importantes pour le chauffage.

#### Rappel des chiffres :

Consommations en kWh/an	Chauffage	Auxiliaire	Eclairage	Totale
Facturées/ estimées	19 567 kWh/an	80 kWh/an	947 kWh/an	20 594 kWh/an
Calculées	54 747kWh/an	1 001 kWh/an	2 807 kWh/an	58 555 kWh/an

Dans la suite du présent diagnostic et notamment pour le calcul des économies d'énergie induites par les préconisations de travaux, le calcul se fera comme suit :

- Estimation de la réduction de la consommation par le calcul conventionnel
- Ajustement de la réduction de consommation par rapport aux dépenses réelles
- Exemple : réduction de la consommation d'électricité de 10 000 kWh

	Consommation initiale	Réduction
Calculée	65 087kWh/an	10 000 kWh/an
Facturée	2 930kWh/an	45 kWh/an



## 4.2 Ventilation

Ventilation naturelle par ouverture des portes et fenêtres, aucune ventilation mécanique.

### Rappel de la réglementation :

Salle des fêtes et école : il est dû un renouvellement d'air de 18 m<sup>3</sup>/h par personne

Le règlement sanitaire départemental autorise une ventilation naturelle par ouverture des fenêtres à condition de respecter une surface d'ouvrant proportionnelle à la surface utile.

Lors des préconisations de travaux, nous vérifierons que les surfaces des ouvrants soient suffisantes.

## 4.3 Chauffage

### 4.3.1 Ecole

Le chauffage de l'école est assuré par des radiateurs à eau chaude placés sous les fenêtres ou sur le mur du couloir coté nord. Ces radiateurs sont alimentés depuis une chaudière murale fonctionnant au propane et située dans le garage attenant au dortoir.

Cet équipement a un rendement moyen de l'ordre de 86%.

Au regard des déperditions thermique de l'école, ce moyen de chauffage ne suffit pas et nous avons relevé quelques radiateurs électriques d'appoint dans les salles de classes.



### 4.3.2 Salle des fêtes et cantine



Dans les cuisines de la cantine, une chaudière murale fonctionnant au propane assure les besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

Cette chaudière de type InitiaPlus Duo de chez CHAPEE est couplée à une bouteille de mélange et deux pompes de circulation de marque WILO et GRUNDFOS. Cette panopie hydraulique permet d'irriguer indépendamment la zone cantine de la zone salle des fêtes.

Dans la salle des fêtes, l'émission de chauffage est réalisée par deux aérothermes à eau chaude alors que dans la cantine, des radiateurs équipés de simples robinets de réglage permettent de réchauffer l'air ambiant.

## 4.4 Production d'eau chaude sanitaire

Pour la cantine, l'eau chaude sanitaire est assurée par la chaudière murale au propane. Les réseaux d'eau chaude ne sont pas bouclés.

Les consommations d'eau chaude ne sont pas prises en compte dans le calcul de la consommation conventionnelle. Cet équipement permet de répondre aux besoins en eau chaude.

## 4.5 Eclairage

Coté éclairage, nous avons relevé essentiellement des luminaires de type fluocompacte, puissance 58W

- ⇒ Salle des fêtes : 10 blocs de 2 lampes
- ⇒ Cantine : 4 blocs étanches
- ⇒ Ecole : 12 blocs de 2 lampes dans les salles de classe

Pour rappel, l'éclairage compte pour 950 kWh par an pour l'école et 947 kWh par an pour la salle des fêtes.

## 4.6 Autres équipements

Parmi les autres équipements consommateurs d'énergie, nous avons relevé :

- Congélateur, frigo, hotte, friteuse, micro-onde, piano et four au propane

Ces équipements induisent une consommation annuelle de l'ordre de 1 434 kWh pour un coût estimé à 315 € HT.

En cas de remplacement, il sera intéressant de choisir des équipements robustes et peu énergivore (classe AA+)

## 5 PRECONISATION DE TRAVAUX ET COMBINAISON DES SOLUTIONS

### 5.1 Hypothèses de calculs

#### 5.1.1 Financement des travaux

Les hypothèses de financement des travaux sont les suivantes :

- Prêt bancaire (taux à 1.5% sur 15 ans) si le montant résultant est supérieur à 30 000 € HT
- Autofinancement du reste des travaux si le montant résultant est inférieur à 30 000 € HT
- Calcul des CEE d'après le site <http://calculateur-cee.ademe.fr> et revente à 3,6 €/MWh

Calcul des montants d'investissement : les investissements pour les scénarii sont estimés en sommant le coût de chaque préconisation et en ajoutant 10% ce qui représentent les frais de Coordination de chantier (Architecte ou Maître d'œuvre TCE) et les potentiels aléas de chantiers.

Il est vivement souhaité de procéder à une consultation d'entreprises afin de sélectionner les offres les mieux-disantes (techniquement et économiquement).

#### 5.1.2 Coût de l'énergie

Les hypothèses concernant le coût unitaire des énergies et leur évolution sont les suivantes :

	Coût unitaire retenu	Evolution annuelle
Electricité	220€ HT/kWh	+5%.
Propane	75€ HT/kWh	+5%.
Bois	50€ HT/kWh	+5%.

Ces montants englobent l'abonnement, le transport, les consommations et les différentes taxes (hors TVA).

### 5.2 Perspectives d'amélioration

#### 5.2.1 Enveloppe du bâtiment

↳ **Remplacement des menuiseries par des fenêtres et porte-fenêtre isolantes,  $U_w < 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .**

Les nombreuses menuiseries apportent un éclairage naturel confortable mais créent de nombreuses déperditions en raison de leurs faibles caractéristiques thermiques. Nous préconisons de remplacer les surfaces vitrées pour profiter de meilleures performances.

Les travaux consistent à :

- Déposer l'ensemble des menuiseries en simple vitrage
- Mettre en œuvre de nouvelles fenêtres et portes, châssis PVC ou ALU, double vitrage 4/16/4 minimum,  $U_w < 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

**ECOLE : Remplacement des menuiseries par des fenêtres et porte-fenêtre isolantes,  $U_w < 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .**

✕ Investissement	de l'ordre de 9 230 € H.T		
✕ Gain énergétique	ThC-Ex 776 kWh/an	Estimé	265 kWh/an
✕ Temps de retour	>50 ans		
✕ Gain environnemental CO2	68 kgco2/an		

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
<b>Menuiseries sud</b>	(+) menuiseries en bois  (-) simple vitrage à petits carreaux	Les menuiseries simples vitrages au sud ont un bilan thermique positif : les apports solaires sont supérieures aux déperditions thermiques (quand il y a une bonne gestion des volets). Si vos menuiseries sont en bon état (étanches à l'air) il n'est pas prioritaire de les changer. Néanmoins, si vous souhaitez les changer nous vous conseillons d'installer : <ul style="list-style-type: none"> <li>des vitrages 4/16/4 à faible émissivité sur châssis en bois local type mélèze (<math>U_w &lt; 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}</math>).</li> <li>des vitrages grand jour (sans carreaux) et sans panneaux de bois en partie basse, pour bénéficier d'un maximum de luminosité.</li> </ul>

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Porte entre le dortoir et la chaufferie	(-) porte non étanche	Nous vous conseillons d'installer une porte performante entre le dortoir et la chaufferie : choisissez une porte palière (ou thermique) avec joints et seuil.

**SALLE DES FETES : Remplacement des menuiseries par des fenêtres et porte-fenêtre isolantes,  $U_w < 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .**

✗ Investissement	de l'ordre de 3 900 € H.T		
✗ Gain énergétique	ThC-Ex 1 022 kWh/an	Estimé	370 kWh/an
✗ Temps de retour	> 50 ans		
✗ Gain environnemental CO2	100 kgco2/an		

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Menuiseries	(-) menuiseries de faibles dimensions au sud	Afin de bénéficier au maximum des apports solaires gratuits, nous vous conseillons d'agrandir les fenêtres de la façade sud. Nous vous vous conseillons au minimum de transformer les fenêtres en porte-fenêtres. Vous pouvez également changer les portes actuelles en porte-fenêtres entièrement vitrées.  Pour ces nouvelles menuiseries nous vous conseillons d'installer : - des vitrages 4/16/4 à faible émissivité sur châssis en bois local type mélèze ( $U_w < 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). - des vitrages grand jour (sans carreaux) et sans panneaux de bois en partie basse, pour bénéficier d'un maximum de luminosité.
Porte extérieure nord de la salle des fêtes	(-) porte non étanche	Nous vous conseillons d'installer une porte performante : choisissez une porte palière (ou thermique) avec joints et seuil.

↳ **Isolation du plafond de l'école**

Le plafond de l'école n'est pas isolé ce qui induit d'importantes déperditions de chaleur. Nous vous invitons à renforcer l'isolation du plafond par la mise en œuvre de 400 mm de ouate de cellulose.

Les travaux comprennent :

- La mise en œuvre de 40 cm ouate de cellulose ( $R_{th} > 9$ )
- La fermeture des combles par des plaques de B13 sur ossature métallique

**ECOLE : Isolation du plafond par 400 mm de ouate de cellulose**

✗ Investissement	de l'ordre de 4 100 € H.T		
✗ Gain énergétique	ThC-Ex 15 185 kWh/an	Estimé	4 906 kWh/an
✗ Temps de retour	23ans		
✗ Gain environnemental CO2	1257 kgco2/an		

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Isolation de l'école	(+) possibilité d'isoler en combles perdus et facilement  (-) dalle béton	L'isolation du toit est primordiale car cela représente 25 à 30 % des déperditions d'une habitation.  <u>Choix de l'isolant :</u> Si tous les isolants ont quasiment les mêmes caractéristiques pour se protéger du froid (conductivité thermique avoisinant $0,04 \text{ W/m.k}$ ), en revanche, tous n'ont pas les mêmes performances contre les surchauffes d'été (capacité thermique variant de 80 à $2 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ ). Dans le cas de ce bâtiment il nous paraît prioritaire de prendre en compte la capacité thermique du matériau. Nous vous conseillons donc d'isoler avec de la ouate de cellulose.  Pour l'isolation du plafond vous pouvez procéder de deux façons différentes.  <u>Technique 1 par-dessous :</u> dans les classes, le couloir et les sanitaires, la hauteur sous-plafond est très importante (3,5m). Pour réduire le volume à chauffer et isoler la toiture vous pouvez abaisser cette hauteur. - Réaliser un solivage entre les deux murs ; - Agrafier un frein-vapeur textile par-dessous, en le scotchant aux

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
		<p>murs pour éviter les infiltrations d'air ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poser un plafond en volige rabotée mi-bois, choisir une essence de teinte claire (par exemple du peuplier qui conserve sa teinte dans le temps, ou du pin, sapin...) sous ces solives ;</li> <li>- Réaliser une trappe d'accès aux combles et un caisson (penser à isoler la trappe d'accès avec de la laine de bois).</li> <li>- Souffler l'isolant : ouate de cellulose (densité 35 kg/m<sup>3</sup>).</li> </ul> <p>Abaisser la hauteur sous-plafond jusqu'à 2,5m.</p> <p><u>Technique 2 par-dessus :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer les combles.</li> <li>- Souffler la ouate de cellulose (densité 35kg/m<sup>3</sup>).</li> </ul> <p><u>Épaisseur d'isolant :</u> Pour donner droit au crédit d'impôt, la performance du toit doit être supérieure ou égale à une résistance thermique de 6 m<sup>2</sup>.K/W. Soit environ 28 cm de ouate de cellulose (34 cm à la pose).</p>
Isolation du dortoir (accessible par la chaufferie)	(+) possibilité d'isoler en combles perdus et facilement	<p>Nous vous conseillons d'isoler également la mezzanine de la chaufferie. Pour cela, isoler en combles perdus avec de la ouate de cellulose.</p> <p>Si vous souhaitez conserver un espace de stockage, vous pouvez réaliser un nouveau plancher. En effet, pour garantir sa performance un isolant ne doit surtout pas être tassé.</p>

#### Isolation des murs par l'intérieur

Le mur intérieur entre le dortoir et le garage n'est pas isolé. L'inconfort thermique y est important. D'autre part, le mur séparateur entre la salle des fêtes et la cantine n'est pas isolé malgré la création d'une ossature bois laissant un vide de l'ordre de 20 cm.

Les travaux comprennent :

- La mise en œuvre de 12 cm de laine de bois (Rth> 3,0), finition fermacel ou BA13 dans le dortoir
- La mise en œuvre de 12 cm de laine de bois (Rth> 3,0), finition fermacel ou BA13 sur le mur séparateur entre la salle des fêtes et la cantine. Il peut être envisagé de conserver l'ossature bois existante après avis d'un entrepreneur spécialisé.

#### ECOLE (dortoir) : Isolation des murs extérieurs par 12 cm de laine de bois (Rth> 3,0)

✕ Investissement	de l'ordre de 2 250 € H.T		
✕ Gain énergétique	ThC-Ex	866 kWh/an	Estimé 281 kWh/an
✕ Temps de retour	>50 ans		
✕ Gain environnemental CO2	72 kgCO2/an		

#### SALLE DES FETES : Isolation des murs extérieurs par 12 cm de laine de bois (Rth> 3,0)

✕ Investissement	de l'ordre de 5 225 € H.T		
✕ Gain énergétique	ThC-Ex	4 909 kWh/an	Estimé 1776 kWh/an
✕ Temps de retour	>50 ans		
✕ Gain environnemental CO2	480 kgCO2/an		

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Murs est, sud et ouest	(-) non isolés	<p>La salle est utilisée de façon non-continue, il est nécessaire qu'elle monte vite en température, c'est pourquoi nous conseillons d'isoler ces murs par l'intérieur en réalisant des ossatures bois avec remplissage de ouate de cellulose.</p> <p><u>Technique :</u> création d'une ossature bois type MOB (montants de section 145 x 45 mm espacés de 600 mm) fermée avec des plaques de fermacell (plus résistant que le plâtre et possibilité de peindre à la caséïne).</p> <p>L'isolant (ouate de cellulose) est insufflé (densité 55kg/m<sup>3</sup>) entre les montants.</p> <p>Il est nécessaire de réaliser une rupture de capillarité sous la lisse basse à l'aide d'une bande de géomembrane EPDM (caoutchouc) ou bande d'arase (de goudron) de la largeur des montants.</p>



Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Mur nord de la salle des fêtes	(+) ossature déjà existante (-) non isolée	Pour ce mur, nous vous conseillons de souffler de la ouate de cellulose par-dessus l'ossature déjà existante (densité 55kg/m³).

Une finition murale plus esthétique et plus durable (faïence) peut être envisagée sur environ 1 m de hauteur. Ces travaux ne sont pas chiffrés dans le cadre de la présente étude.

#### ↳ Isolation des murs par l'extérieur

Une autre solution pour limiter les pertes thermiques liées aux murs consiste à créer une enveloppe thermique sur toute la périphérie du bâtiment. Une isolation extérieure de type laine de bois + bardage permet de traiter tous les murs et de limiter les ponts thermiques.

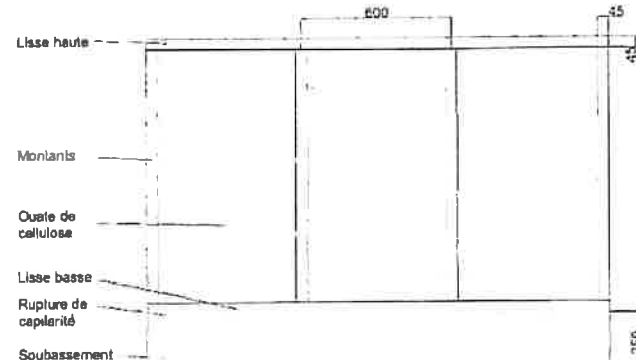
Les travaux comprennent :

- La mise en œuvre de 14 cm de laine de bois ( $R_{th} > 3,5$ )
- La mise en œuvre d'un bardage extérieur au choix.

#### ECOLE : Isolation par l'extérieur des murs Nord et Est par 14 cm de laine de bois ( $R_{th} > 3,5$ )

x Investissement	de l'ordre de 16 100 € H.T		
x Gain énergétique	ThC-Ex 3 275 kWh/an	Estimé	1 066 kWh/an
x Temps de retour	>50 ans		
x Gain environnemental CO2	272 kgCO2/an		

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Murs du dortoir (donnant sur la chaufferie)	(+) possibilité d'isoler facilement (-) non isolés	<p>Les murs actuels sont constitués de simple bloc béton. Nous vous conseillons de les isoler depuis la chaufferie en réalisant une ossature bois avec un remplissage en ouate de cellulose.</p> <p><u>Technique</u> : création d'une ossature bois type MOB (montants de section 145 x 45mm espacés de 600 mm) fermée avec un film (frein-vapeur). L'isolant (ouate de cellulose) est insufflé (densité 55kg/m³) entre les montants. Pour fermer le mur nous vous conseillons de poser de la volige de pin ou de sapin.</p> <p>Il est nécessaire de réaliser une rupture de capillarité sous la lisse basse à l'aide d'une bande de géomembrane EPDM (caoutchouc) ou bande d'arase (de goudron) de la largeur des montants.</p>

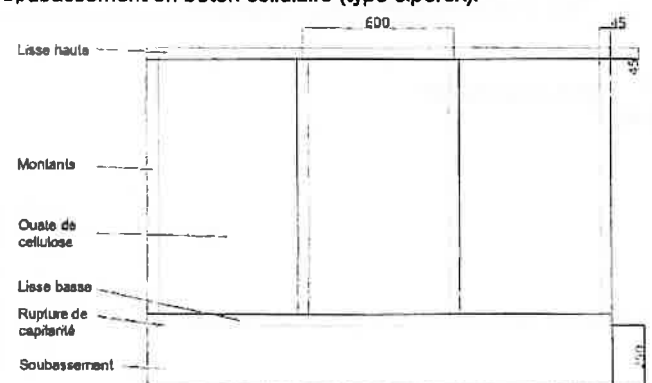
Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Mur nord	(+) débord de toit suffisant pour isoler par l'extérieur  (-) non isolé Murs soumis aux pluies et vents dominants	<p><b>Travaux non-prioritaires</b></p> <p>Pour ce mur, nous vous conseillons de l'isoler par l'extérieur : pour cela, réaliser une ossature bois avec remplissage de ouate de cellulose.</p> <p>Il sera nécessaire de casser les appuis de fenêtres en béton.</p> <p><u>Technique</u> : création d'une ossature bois type MOB (montants de section 145 x 45mm espacés de 600 mm) fermée avec un film (pare-pluie). L'isolant (ouate de cellulose) est insufflé (densité 55kg/m3) entre les montants.</p> <p>Pour fermer le mur à l'extérieur vous pouvez :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soit réaliser un bardage vertical à couvre joint en douglas ;</li> <li>- soit poser des plaques de fibrilith et réaliser un enduit à la chaux par-dessus (dans ce cas, pas de pare-pluie).</li> </ul> <p>Il est nécessaire de réaliser une rupture de capillarité sous la lisse basse à l'aide d'une bande de géomembrane EPDM (caoutchouc) ou bande d'arase (de goudron) de la largeur des montants. Il est également nécessaire de réaliser un soubassement en béton cellulaire (type siporex).</p> 

**SALLE DES FETES : Isolation par l'extérieur des murs par 14 cm de laine de bois (Rth > 3,6)**

x Investissement	de l'ordre de 25 200 € H.T		
x Gain énergétique	ThC-Ex 12 614 kWh/an	Estimé	4 548 kWh/an
x Temps de retour	>50 ans		
x Gain environnemental CO2	1 234 kgco2/an		

Ces travaux d'isolation et d'embellissement des façades doivent être intégrer de manière globale au projet d'extension de la salle des fêtes.

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Murs du dortoir (donnant sur la chaufferie)	(+) possibilité d'isoler facilement  (-) non isolés	<p>Les murs actuels sont constitués de simple bloc béton. Nous vous conseillons de les isoler depuis la chaufferie en réalisant une ossature bois avec un remplissage en ouate de cellulose.</p> <p><u>Technique</u> : création d'une ossature bois type MOB (montants de section 145 x 45mm espacés de 600 mm) fermée avec un film (frein-vapeur). L'isolant (ouate de cellulose) est insufflé (densité 55kg/m3) entre les montants.</p> <p>Pour fermer le mur nous vous conseillons de poser de la volige de pin ou de sapin.</p> <p>Il est nécessaire de réaliser une rupture de capillarité sous la lisse basse à l'aide d'une bande de géomembrane EPDM (caoutchouc) ou bande d'arase (de goudron) de la largeur des montants.</p>

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Mur nord de la cantine	(+) débord de toit suffisant pour isoler par l'extérieur (-) non isolé	<p>Pour ce mur, nous vous conseillons de l'isoler par l'extérieur : pour cela, réaliser une ossature bois avec remplissage de ouate de cellulose.</p> <p><u>Technique</u> : création d'une ossature bois type MOB (montants de section 145 x 45mm espacés de 600 mm) fermée avec un film (pare-pluie). L'isolant (ouate de cellulose) est insufflé (densité 55kg/m3) entre les montants.</p> <p>Pour fermer le mur à l'extérieur nous vous conseillons de réaliser un bardage vertical à couvre joint en douglas.</p> <p>Il est nécessaire de réaliser une rupture de capillarité sous la lisse basse à l'aide d'une bande de géomembrane EPDM (caoutchouc) ou bande d'arase (de goudron) de la largeur des montants. Il est également nécessaire de réaliser un soubassement en béton cellulaire (type siporex).</p> 

### 5.2.2 Chauffage

Le chauffage au propane pour la salle des fêtes et l'école est assez facile d'utilisation (programmation horaire ou déclenchement à souhait). Cependant au regard du coût unitaire du propane, ce mode de chauffage induit un coût d'exploitation important pour la collectivité (2500 € par an).

Nous vous proposons de remplacer les deux chaudières propane par une production unique fonctionnant aux granulés de bois.

Cette installation nécessite un local chaufferie et un espace pour stocker les granulés (idéalement entre l'école et la salle des fêtes, à intégrer dans le projet d'extension).

La production de chaleur comprendra une chaudière bois entièrement automatique et une panoplie hydraulique pour la distribution de l'eau de chauffage.

#### Mise en œuvre d'une chaudière granulés

× Investissement	de l'ordre de 25 000 € H.T		
× Gain énergétique ECOLE	ThC-Ex 2 436 kWh/an	Estimé	2 516 kWh/an
× Gain énergétique SALLE	ThC-Ex -3623 kWh/an	Estimé	-3623 kWh/an
× Temps de retour	>50 ans		
× Gain environnemental CO2	24 900 kgCO2/an		

### 5.2.3 Ventilation

Au regard du nombre de personnes admissibles, le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres est suffisant.

En conséquence, il n'est pas indispensable d'installer une ventilation mécanique dans la salle des fêtes, ni dans l'école.

#### 5.2.4 Eclairage

L'éclairage des locaux est assuré par des lampes fluocompactes.

Nous vous préconisons d'installer des pavés LED assurant un bon éclairage.

##### **ECOLE : Installation de pavé LED en remplacement des fluocompactes**

x Investissement	de l'ordre de 4 700€ H.T		
x Gain énergétique	ThC-Ex 506 kWh/an	Estimé	96 kWh/an
x Temps de retour	>50 ans		
x Gain environnemental CO2	8 kgco2/an		

##### **SALLE DES FETES : Installation de pavé LED en remplacement des fluocompactes**

x Investissement	de l'ordre de 3 525€ H.T		
x Gain énergétique	ThC-Ex 282 kWh/an	Estimé	24 kWh/an
x Temps de retour	>50 ans		
x Gain environnemental CO2	2 kgco2/an		

#### 5.2.5 Autre équipement

Sans objet



### 5.3 Bilan des préconisations

Le tableau ci-dessous récapitule les préconisations de travaux.

Localisation	Type	Poste	Energie	Preconisations	Investissement	Ubat	Cop	Étiquette	Tps retour sur investissement	Economie	Gains CO2
<b>ETAT INITIAL</b>						<b>1,92</b>	<b>226,15</b>	<b>D</b>			
Ecole	Menuiseries extérieures	Chauffage bâtiment	Propane	Remplacement des fenêtres en simple vitrages et porte d'entrée + porte d'atelier	9 230,00 €	1,949	224,63	D	>50 ans	265	68
Ecole	Isolation de la toiture	Chauffage bâtiment	Propane	Mise en œuvre de 400 mm de ouate de cellulose sur le plafond de l'école	4 100,00 €	0,987	158,040	C	23	4 906	1 257
Ecole	Isolation intérieure des murs	Chauffage bâtiment	Propane	Isolation par l'intérieur des murs du dortoir par 12 cm de laine de bois, finition fermacell	2 250,00 €	1,870	223,880	D	>50 ans	281	72
Ecole	Isolation extérieure des murs	Chauffage bâtiment	Propane	Isolation par l'extérieur des murs nord et est de l'école par 14 cm de laine de bois, bardage	16 100,00 €	1,673	212,78	D	>50 ans	1 066	272
Ecole	Éclairage	Éclairage	Électricité	Remplacement des éclairages par des luminaires LED	4 700,00 €	1,923	211,130	D	>50 ans	96	8
Ecole	Chauffage	Chauffage bâtiment	Propane	Mise en œuvre d'une chaudière bois granulés pourvue d'un ailo	12 500,00 €	1,923	147,04	C	>50 ans	2 516	10 726
<b>ETAT FINAL</b>						<b>0,91</b>	<b>208,22</b>	<b>D</b>			
Salle des fêtes	Menuiseries extérieures	Chauffage bâtiment	Propane	Remplacement des menuiseries en simple vitrage	3 900,00 €	0,883	205,040	D	>50 ans	370	100
Salle des fêtes	Isolation intérieure des murs	Chauffage bâtiment	Propane	Isolation par l'intérieur du mur séparatif entre la salle des fêtes et la cantine par 12 cm de laine de bois, finition fermacell	5 225,00 €	0,791	192,220	C	>50 ans	1 776	480
Salle des fêtes	Isolation extérieure des murs	Chauffage bâtiment	Propane	Isolation par l'extérieur des murs par 14 cm de laine de bois, bardage extérieur	25 200,00 €	0,584	167,21	C	>50 ans	4 548	1 234
Salle des fêtes	Éclairage	Éclairage	Électricité	Remplacement des éclairages par des luminaires LED	3 525,00 €	0,907	202,990	D	>50 ans	74	2
Salle des fêtes	Chauffage	Chauffage bâtiment	Propane	Mise en œuvre d'une chaudière bois granulés pourvue d'un ailo	12 500,00 €	0,907	149,75	C	>50 ans	-3 623	14 242

## 5.4 Scenario de réhabilitation

### 5.4.1 Consommations de référence

#### Référence :

x Consommations	ThC-Ex	103 264 kWh/an	Facturé	35 455 kWh/an
x Rejet CO2		9000 kgco2/an		
x Coefficient Cef (facturé)	74,86kWh/m²		Cout d'exploitation	6,76 €/m²
x Coefficient Cep ECOLE	228 kWhEP/m².an		Etiquette	D
x Coefficient Cep SALLE	208 kWhEP/m².an		Etiquette	D

### 5.4.2 Scenario 1 : Réduction des pertes thermiques

Dans ce premier scenario, les travaux sélectionnés nous semblent prioritaires afin de réduire les pertes thermiques au niveau des plafonds et des menuiseries de l'école

- Isolation des plafonds par 400 mm de ouate de cellulosedu plafond de l'école
- Remplacement des menuiseries de l'école

#### Scenario 1 :

x Investissement	de l'ordre de 14 660€ H.T			
x Gain énergétique	ThC-Ex	16 335 kWh/an	Estimé	5 292 kWh/an
x Temps de retour		22ans		
x Gain environnemental CO2		1 357 kgco2/an		
x Coefficient Cef	63,69 kWh/m²		Cout d'exploitation	5,77€/m²
x Coefficient Cep ECOLE	153 kWhEP/m².an		Etiquette	C
x Coefficient Cep SALLE	208 kWhEP/m².an		Etiquette	D

Ce scenario permet un gain de l'ordre de 15% et une amélioration de l'étiquette Energie pour le bâtiment Ecole.Des travaux d'isolation plus lourds et seront nécessaires pour faire évoluer l'étiquette énergétique vers des classesmeilleures.

### 5.4.3 Scenario 2 : Isolation des murs par l'intérieur

Dans ce scenario, les travaux sélectionnés visent à atteindre 15% d'économie d'énergie :

- Isolation des plafonds par 400 mm de ouate de cellulose du plafond de l'école
- Remplacement des menuiseries de l'école
- Remplacement des menuiseries de la salle des fêtes
- Isolation des murs intérieurs (dortoir/ garage et cantine/salle des fêtes)

#### Scenario 2 :

x Investissement	de l'ordre de 27 175€ H.T			
x Gain énergétique	ThC-Ex	23 235 kWh/an	Estimé	7 750 kWh/an
x Temps de retour		27ans		
x Gain environnemental CO2		2017 kgco2/an		
x Coefficient Cef	69,07 kWh/m²		Cout d'exploitation	5,36€/m²
x Coefficient Cep ECOLE	148 kWhEP/m².an		Etiquette	C
x Coefficient Cep SALLE	189 kWhEP/m².an		Etiquette	D

Ce scenario permet une économie d'énergie de l'ordre de22% ainsi qu'un gain environnemental de l'ordre de 2 tonnes de CO2 par an.

### 5.4.4 Scenario 3 : Optimisation énergétique

Dans ce scenario, les travaux sélectionnés visent à rendre l'enveloppe du bâtiment très performante.

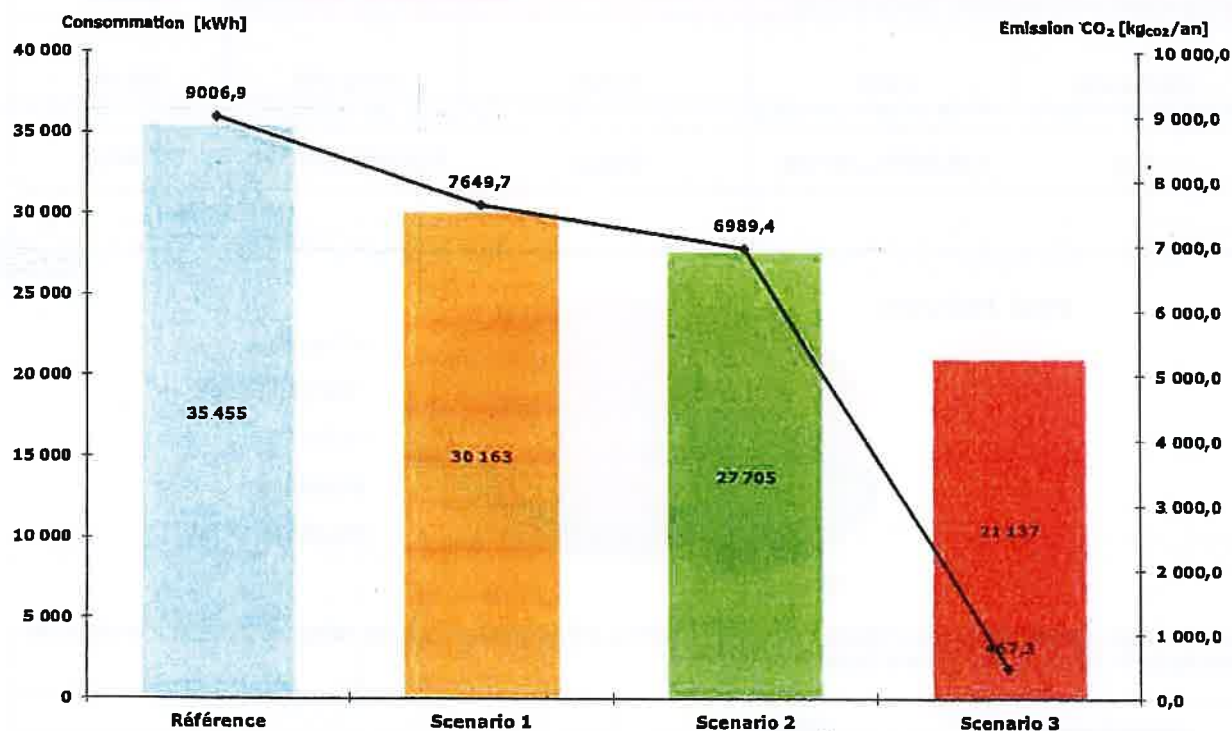
- Isolation des plafonds par 400 mm de ouate de cellulose du plafond de l'école
- Remplacement des menuiseries de l'école
- Remplacement des menuiseries de la salle des fêtes
- Isolation des murs intérieurs (dortoir/ garage et cantine/salle des fêtes)
- Remplacement des éclairages par des équipements LED
- Remplacement des chaudières gaz par une production biomasse (granulés de bois)

#### Scenario 2 :

x Investissement	de l'ordre de 106 680€ H.T			
x Gain énergétique	ThC-Ex	43 353 kWh/an	Estimé	14 338kWh/an
x Temps de retour		37ans		
x Gain environnemental CO2		8 540kgco2/an		
x Coefficient Cef	53,68 kWh/m²		Cout d'exploitation	3,20€/m²
x Coefficient Cep ECOLE	74 kWhEP/m².an		Etiquette	B
x Coefficient Cep SALLE	90 kWhEP/m².an		Etiquette	B

## 5.5 Bilan énergétique en environnemental – Etat Final

### 5.5.1 Bilan énergétique et cout d'exploitation

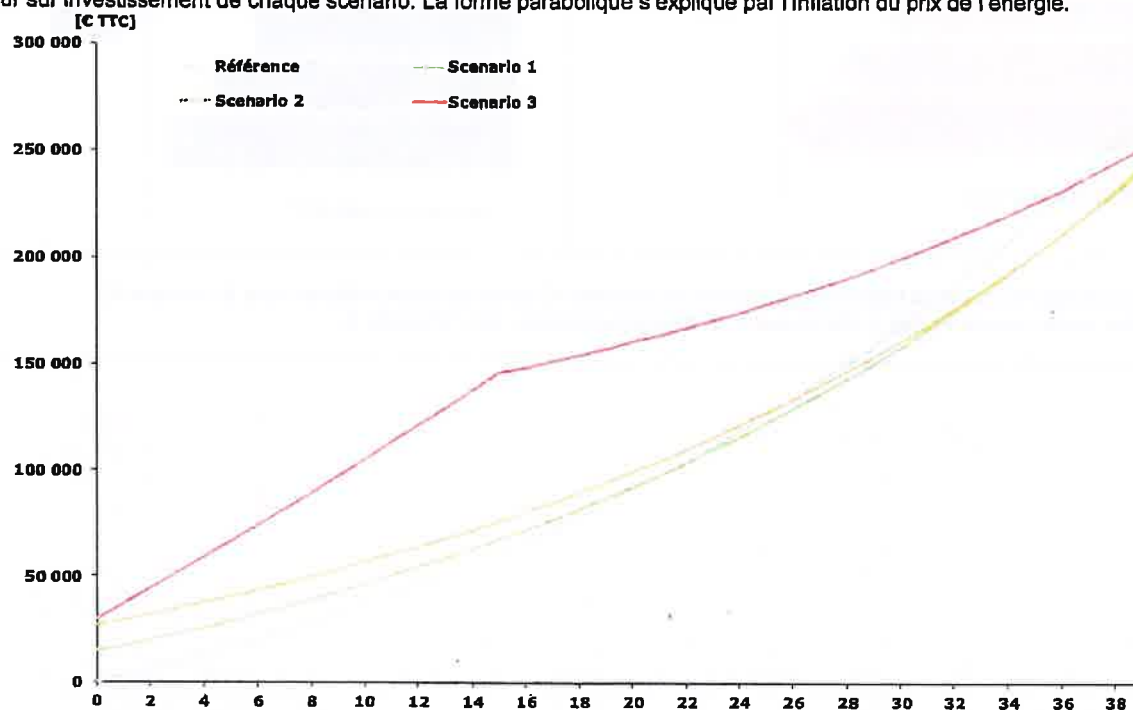


Dans le premier scénario, le gain énergétique est faible (15%) et l'étiquette énergétique évolue d'un rang pour l'école

Dans le second scénario, le gain énergétique atteint 22% et mais ne permet pas de satisfaire aux exigences minimales de la Région pour les subventions liées aux économies d'énergie.

La combinaison des travaux du scénario 3 permet un gain énergétique de 40% et l'étiquette B est atteinte pour chacun des bâtiments.

Le graphique suivant illustre les coûts d'exploitation cumulés de chaque scénario sur une période de 40 ans. Les points d'intersection entre la courbe bleue (coût d'exploitation de référence) et les autres courbes donnent le temps de retour sur investissement de chaque scénario. La forme parabolique s'explique par l'inflation du prix de l'énergie.

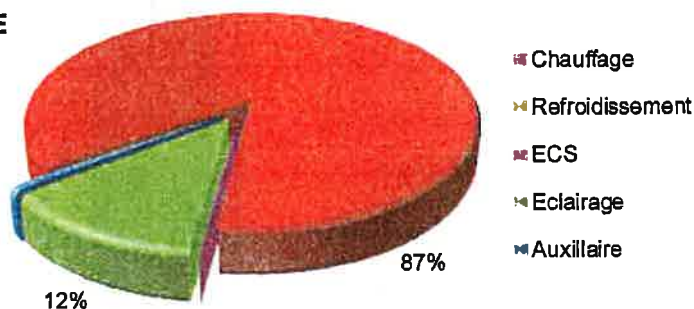


### 5.5.2 Calcul de la consommation conventionnelle après travaux

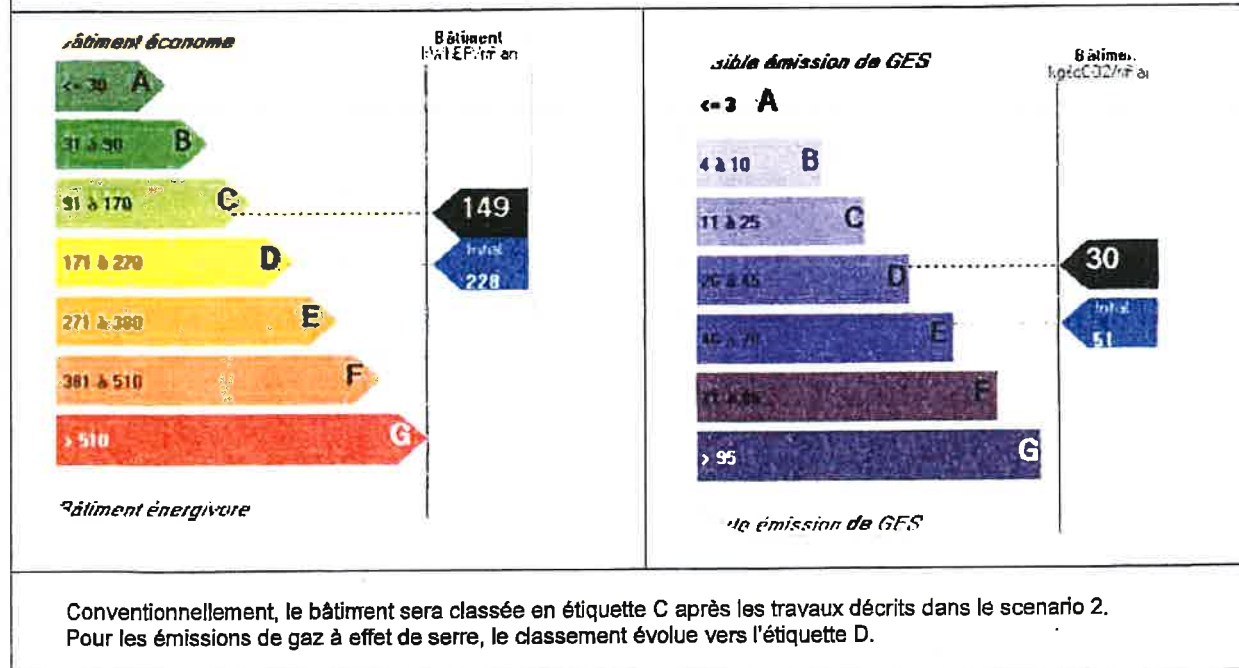
Le calcul de la consommation conventionnel après travaux a été refait sur la base du scenario 2.

Consommations annuelles / Calcul du Cep				ECOLE
Chauffage 23 813 kWh	Rafraichissement 0 kWh	ECS 0 kWh	Eclairage 3 372 kWh	Auxiliaire 206 kWh
Cep 148,6 kWh <sub>EP</sub> /m².an		Cep <sub>REF</sub> 71,6 kWh <sub>EP</sub> /m².an		-107%
Gains énergétique 30 kWh <sub>EP</sub> /m².an		Conditions TEPCV respectée		

#### ETAT PROJETE



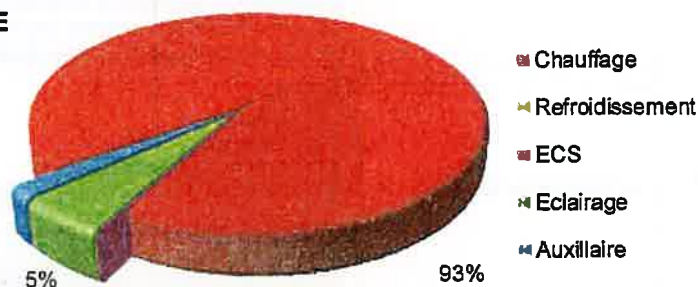
Le chauffage occupe toujours la majorité des consommations prévisionnelles mais sa valeur en énergie primaire a été réduite de 91 300 kWh<sub>EP</sub>/an grâce à l'isolation du bâtiment.





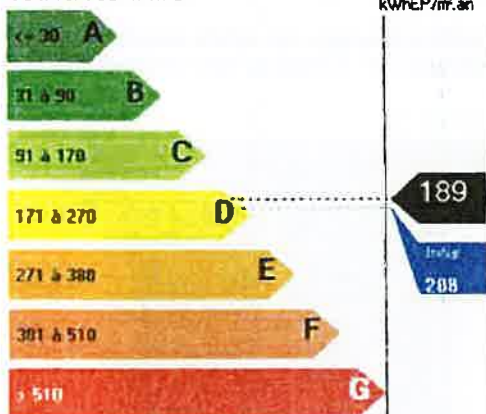
Consommations annuelles / Calcul du Cep				SALLE DES FETES
Chauffage 4 855 kWh	Rafraichissement 0 kWh	ECS 0 kWh	Eclairage 2 824 kWh	Auxiliaire 959 kWh
Cep 189 kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an		Cep <sub>REF</sub> 85,4 kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an		-121%
Gain énergétique 19 kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an		-9% Conditions TEPCV non respectée		

### ETAT PROJETE



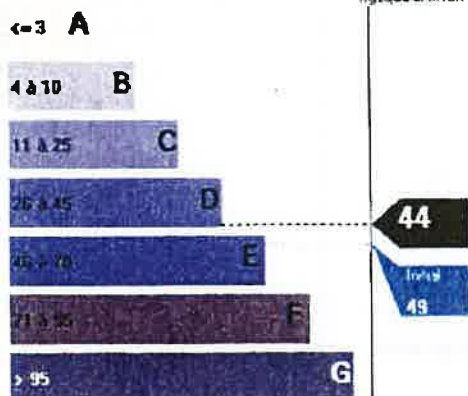
Le chauffage représente le premier poste de consommation.

#### Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

#### faible émission de GES





forte émission de GES

Conventionnellement, la salle des fêtes sera classée en étiquette D après les travaux décrits dans le scénario 2. Pour les émissions de gaz à effet de serre, le classement évolue vers l'étiquette D.

## 5.6 Recommandations complémentaires

Certaines préconisations ne peuvent pas être intégrées dans l'étude thermique car elles ne modifient pas l'enveloppe externe du bâtiment ou sont difficilement modélisables. Elles sont toutefois importantes pour améliorer le confort des usagers, nous vous les présentons dans les tableaux ci-dessous.

### SALLE DES FÊTES

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Treille végétale au sud	(+) vitrage au sud	<p>Au sud, nous vous conseillons d'installer une treille végétale. Ainsi vous limiterez les apports solaires l'été. Choisissez une essence végétale à feuilles caduques (qui tombent l'hiver) afin de bénéficier des apports solaires durant cette période.</p> 
Volet au nord	(+) volets existants	<p>Les vitrages restent le point faible de nos habitations surtout ceux au nord. Nous vous conseillons d'installer des <b>volets bouchons en lièges extérieurs (épaisseur : 8 – 10 cm)</b> sur les menuiseries de la façade nord.</p> 

### ECOLE

Désignation	Principaux atouts (+) et principaux défauts (-)	Conseils de travaux
Hotte du dortoir	(-) non isolée ni étanche à l'air	<p>Nous vous conseillons de fermer de façon étanche la hotte, pour cela fixer horizontalement une plaque de laine de bois. Découper la plaque de sorte qu'elle soit plus large que le conduit (insérer la plaque en compression) afin que l'isolant vienne épouser les rebords et ainsi étanchéifier la cheminée.</p>

<p><b>Menuiseries sud</b></p>	<p>(+) menuiseries en bois (-) simple vitrage à petits carreaux</p>	<p>Au sud, nous vous conseillons d'installer une treille végétale. Ainsi vous limiterez les apports solaires l'été. Choisissez une essence végétale à feuilles caduques (qui tombent l'hiver) afin de bénéficier des apports solaires durant cette période.</p> 
<p><b>Radiateur dortoir</b></p>	<p>Le radiateur du dortoir est encombré par la table. Afin que la chaleur se diffuse plus facilement dans la pièce, nous vous conseillons de changer la table de place.</p>	



## 6 TABLEAU DE BORD – SUIVI ENERGETIQUE

Afin de dissocier les consommations de la salle des fêtes, la mise en place de tableaux de bords et de relevés périodiques des comptages permet de garder un seul comptage (facturation) et de mieux maîtriser la consommation et de créer des alertes en cas de dérives.

Nous vous invitons à mettre en place un « suivi énergétique » sur forme de tableau (*chiffre aléatoire pris pour l'exemple*) :

Date	Comptage électrique		Comptage Eau froide	
	Index	Consommation	Index	Consommation
15/03/18	30 000		435	
15/04/18	31 450	1 450	439	4

## 7 ANNEXES

### 7.1.1 Energie primaire / énergie finale

Les énergies finales (EF) sont celles qu'utilisent les usagers et qui leur sont facturées.

Les énergies primaires (EP) sont celles directement présentes dans la nature (énergies fossiles dont les hydrocarbures et le nucléaire, énergies renouvelables dont solaire, biomasse, éolien, hydraulique, etc...).

Les coefficients multiplicateurs pour convertir l'énergie finale en énergie primaire sont les suivants :

Energie	Coefficient de conversion EF en EP
Combustibles gazeux	1
Combustibles liquides	1
Electricité	2,58
Bois	0,6

La consommation d'un kWh d'électricité (énergie finale) nécessite 2,58 kWh d'énergie primaire.

### 7.1.2 Emission de CO<sub>2</sub>

Chacune de ces énergies émet des gaz à effet de serre dans l'environnement. Le tableau ci-dessous reprend les quantités de CO<sub>2</sub> émises dans l'atmosphère par kWh consommé.

Energie	Kilogrammes CO <sub>2</sub> émise par kWh consommé
Gaz naturel	0,234
Propane / butane	0,274
Fuel	0,300
Electricité	0,084
Bois	0,013

### 7.1.3 Coût des énergies

Les prix de l'énergie sont à la hausse et la tendance ne devrait pas s'inverser à court terme. La tendance actuelle est vers une stabilisation temporaire du coût des énergies fossiles et une forte augmentation du prix de l'électricité.

### 7.1.4 Définition du calcul conventionnel et évolution de la réglementation

#### Coefficient Ubât :

Le Ubât est le coefficient moyen de déperdition à travers les parois d'un bâtiment. Il permet de pouvoir comparer plusieurs bâtiments du point de vue de leur isolation thermique. Il s'agit des pertes de chaleur à travers les murs, la toiture, le sol, les portes et fenêtres. On doit aussi calculer les pertes par toutes les liaisons entre ces différents éléments, où se situent des zones de déperditions linéaires, par exemple entre un mur et un plancher, appelées aussi ponts thermiques. Ces flux de chaleur sont calculés pour une différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de 1°C.

#### Coefficient Cep :

Consommation énergétique conventionnelle en énergie primaire (cep) du bâtiment calculée selon les règles définies par la méthode Th-C-E ex (RT existant globale) en fonction des scénarii d'occupation conventionnelles et des régimes de températures intérieures conventionnelles définies en fonction du type de bâtiment. La consommation énergétique conventionnelle d'un bâtiment est exprimée en kWh énergie primaire par m<sup>2</sup> surface de référence et par an. Cette consommation est calculée pour les 5 postes réglementaires : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaire (pompe et ventilateurs).