

Réhabilitation thermique et énergétique

**Groupe scolaire les Dauphins
& Maison associative**

38 190 Bernin

**Lot : Thermique - Chauffage - Ventilation –
Electricité**

NOTICE DIAGNOSTIC - FAISABILITE :

(EDITION DU 22 JUILLET 2022)

Maître d'Ouvrage :
Commune de BERNIN
496 RD 1090,
38 190 Bernin

Gilles Montoya
tél.04 76 92 07 48

Bureau d'études :
AXIOME i.e.c.
L'Isle Gabourg
355, rue Victor Cassien
38 340 Voreppe

Antonia Scarpete – Thermique et CVC
tél. 04 76 50 00 07
a.scarpete@[axiome-iec.fr](mailto:a.scarpete@axiome-iec.fr)



1	Généralités	5
1.1	Présentation du projet	5
1.1.1	Objet du présent document	5
1.1.2	Description de l'opération	5
1.1.3	Description du programme de travaux	6
1.2	Eléments disponibles pour l'étude	6
1.3	Références.....	6
1.3.1	Références réglementaires	6
1.3.2	Références normatives.....	7
1.4	Descriptif du site / Données climatiques	7
1.4.1	Localisation / situation géographique	7
1.4.2	Occupation du site	8
1.4.3	Données climatiques	9
1.4.4	Fluides disponibles	9
1.4.5	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de ville	9
1.5	Décret tertiaire	11
2	Etat des lieux thermiques et technique	12
2.1	Groupe scolaire.....	12
2.1.1	Préambule	12
2.1.2	Description sommaire	12
2.1.3	Murs extérieurs	14
2.1.4	Plancher sur vide sanitaire et terre-plein	14
2.1.5	Toiture sous rampants	14
2.1.6	Toiture terrasse.....	14
2.1.7	Menuiseries	14
2.1.1	Critique de l'enveloppe	17
2.1.2	Local chaufferie	17
2.1.3	Distribution / émission de chauffage.....	21
2.1.4	Rafrachissement.....	24
2.1.5	Eau chaude sanitaire	25
2.1.6	Renouvellement d'air	25
2.1.7	Eclairage	27
2.1.8	Installation photovoltaïque	28
2.1.9	Plomberie sanitaire	28
2.2	Maison Michel	29
2.2.1	Description sommaire	29
2.2.2	Murs extérieurs	30
2.2.1	Plancher sur cave	30
2.2.2	Combles.....	30
2.2.3	Menuiseries	31
2.2.4	Critique de l'enveloppe	31

2.2.5	Production de chauffage et de rafraichissement	31
2.2.6	Eau chaude sanitaire	32
2.2.7	Renouvellement d'air	32
2.2.8	Eclairage	34
3	Confort d'été	35
3.1	Préambule.....	35
3.1	Façade est	35
3.2	Façade ouest	37
4	Bilan énergétique initial	40
4.1	Déperditions	40
4.1.1	Groupe scolaire	40
4.1.2	Maison Michel.....	41
4.2	Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex	42
4.2.1	Groupe scolaire	42
4.2.2	Maison Michel.....	43
4.3	Analyse des consommations	44
4.3.1	Groupe scolaire	44
4.3.2	Maison Michel.....	45
4.3.3	Année de référence	45
5	Réglementation thermique	46
5.1	Conformité à la réglementation.....	46
5.1.1	Réglementation thermique dans l'existant	46
5.1.2	Résistance thermique Certificats d'Economie d'Energie.....	48
6	Résultats de consommations Etat projet.....	49
6.1	Scénarii d'amélioration.....	49
6.2	Déperditions	49
6.2.1	Scénario 1 : Consommations -40%	49
6.2.2	Scénario 2 : Consommations -50%	51
6.2.3	Scénario 3 : Consommations -60%	53
6.3	Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex chaufferie gaz	54
6.3.1	Scénario 1 : Consommations -40%	54
6.3.2	Scénario 2 : Consommations -50%	55
6.3.3	Scénario 3 : Consommations -60%	55
6.4	Récapitulatif des gains	55
7	Préconisations thermiques	56
7.1	Plancher sur cave maison Michel	56
7.2	Murs extérieurs	56
7.3	Toiture rampant.....	56
7.4	Toiture terrasse	57
7.5	Menuiseries.....	57
8	Préconisations sur les installations de génie climatique	58
8.1	Installation de chantier	58

8.2 Remplacement des chaudières gaz	58
8.3 Mise en place d'une GTC	58
8.4 Remplacement des vannes thermostatiques sur radiateurs bitubes.....	59
8.5 Remplacement des vannes thermostatiques sur radiateurs monotubes	59
8.6 Mise en place d'une Ventilation double flux dans les salles de classe	60
8.6.1 Bâtiment maternelle ancien	60
8.6.2 Bâtiment extension primaire	61
8.6.3 Bâtiment extension maternelle	61
8.7 Remplacement de l'éclairage	62
8.1 Récapitulatif des montants par scénarii.....	63

1 Généralités

1.1 Présentation du projet

1.1.1 Objet du présent document

Le présent document porte sur l'état des lieux de l'enveloppe des bâtiments du groupe scolaire et de la maison Michel ainsi que de l'ensemble des équipements techniques de la partie chauffage, ventilation et plomberie sanitaire et éclairage. Il fait suite à la visite d'état des lieux réalisée le 08/07/2022 par le bureau d'étude Axiome et M. MUSSOT qui a pu être présent et répondre à certaines de nos questions.

Il décrit les pistes d'améliorations thermiques et énergétiques envisagée afin de respecter les exigences du décret tertiaires définies par le Décret n° 2019-771 du 23 Juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations en énergie finales de -40% d'ici 2030, -50% d'ici 2040 et -60% d'ici 2050.

A ce titre, la présente étude de faisabilité porte en particulier sur les équipements et installations de chauffage, de ventilation, de plomberie et d'électricité, notamment sur l'éclairage, afin d'identifier et chiffrer les pistes d'amélioration de la maîtrise des consommations et des dépenses.

1.1.2 Description de l'opération

L'opération est composée de deux bâtiments chauffés sur la même parcelle :

Un groupe scolaire composée d'un bâtiment ancien datant de 1978, et de deux extensions construites en 1998. L'ensemble est relié par des circulations chauffées. La surface totale utile est de 2382m² et d'une surface réglementaire SHON de 2667,6m², les extensions sont composées de deux niveaux RDC et R+1. La répartition des locaux est la suivante :

RDC :

- ♦ Salles de classes - Ateliers
- ♦ Salles d'évolutions
- ♦ Salles des enseignants
- ♦ Salle de sport
- ♦ Vestiaires
- ♦ Locaux de services
- ♦ Locaux sanitaires

R+1 :

- ♦ Salles de classes – Ateliers
- ♦ Cuisine
- ♦ Salle de restauration
- ♦ Locaux de services
- ♦ Locaux sanitaires

Et une maison associative « Maison Michel » d'une surface totale utile de 314,6m² et d'une surface réglementaire SHON de 426,43m² réparties sur 2 niveaux chauffés RDC et R+1, une cave et locaux techniques et des combles perdus. La répartition des locaux est la suivante :

RDC :

- ◆ Accueil
- ◆ Office de réchauffage
- ◆ Deux salles de restauration
- ◆ Locaux sanitaires

R+1 :

- ◆ Bureaux
- ◆ Salle de réunion
- ◆ Tisanerie
- ◆ Locaux sanitaires

1.1.3 Description du programme de travaux

Dans le cadre de cette opération, il est demandé à la présente équipe de maîtrise d'œuvre d'étudier les points suivants :

- ◆ L'amélioration thermique et énergétique du bâtiment afin de respecter le décret tertiaire
- ◆ L'amélioration du confort intérieur en période de chaleur

1.2 Eléments disponibles pour l'étude

- ◆ Plans existants tous étages, coupes et façades
- ◆ Permis de construire
- ◆ Consommations en électricité et en gaz de 2010 à 2020 pour les deux bâtiments

1.3 Références

Cette notice diagnostic s'appuie sur les textes officiels suivants :

1.3.1 Références réglementaires

- ◆ Code du Travail
- ◆ Code de la santé publique
- ◆ Code de l'environnement
- ◆ Règlement sanitaire départemental type (RSDT)
- ◆ Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP)
- ◆ Règlementation thermique dans l'existant et notamment Arrêté du 3 mai 2007 modifié le 9 mai 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants

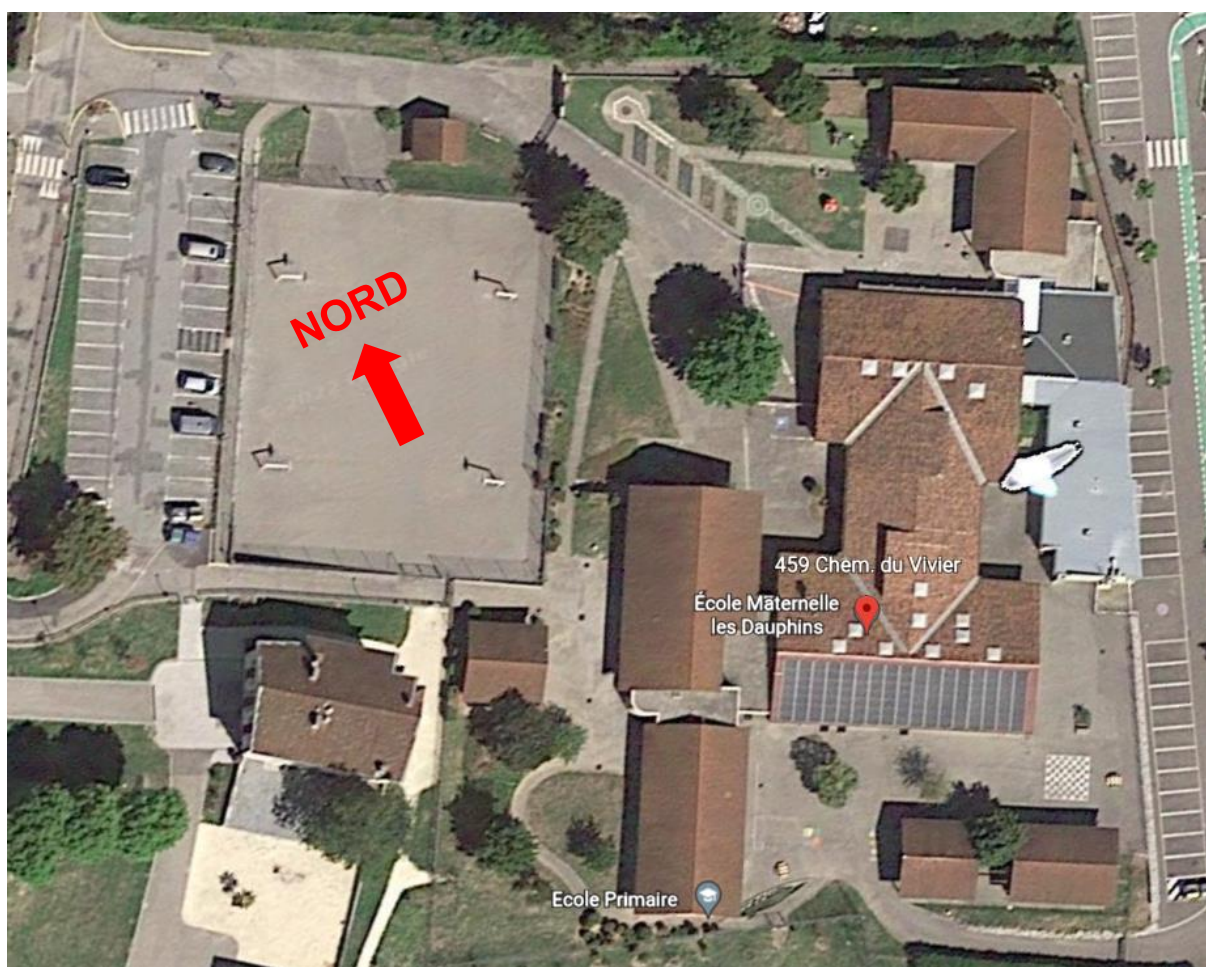
1.3.2 Références normatives

- ◆ Norme NF C 15-100, portant sur les « Installations électriques à Basse Tension »
- ◆ NF DTU 45.2 (P75-402-1-1) : Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires
- ◆ NF DTU 60.1 (P40-201) : Plomberie sanitaire pour bâtiments
- ◆ NF DTU 68.3 : Ventilation mécanique contrôlée

1.4 Descriptif du site / Données climatiques

1.4.1 Localisation / situation géographique

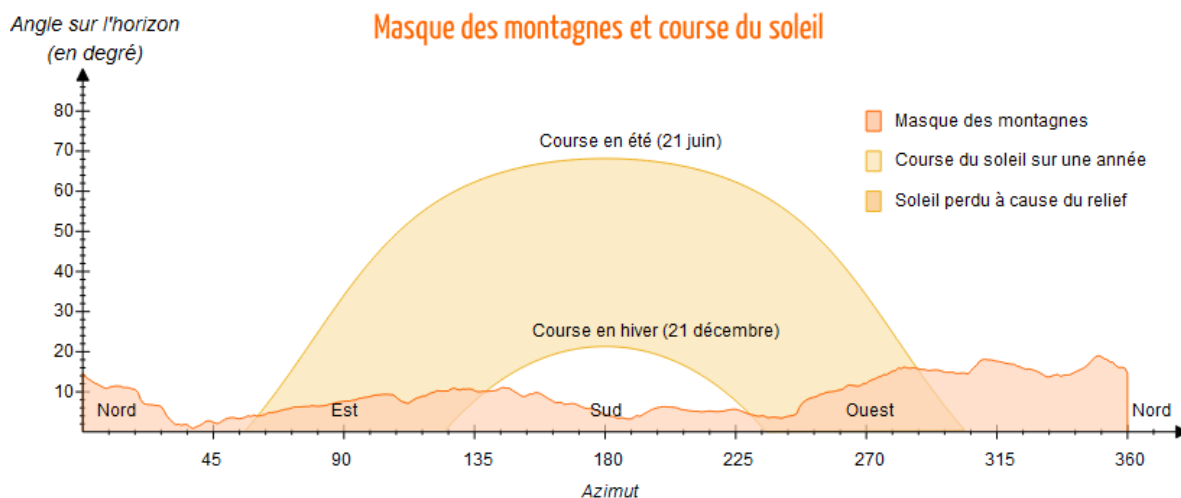
Adresse du site :
459 Chemin du Vivier
38 190 Bernin



Implantation géographique :

Longitude	Latitude	Altitude
45°15'51"N	5°51'56"E	278 m

Masque solaire lointain :



L'environnement est favorable, il n'y a pas de masque lointain supérieur à 20°. La plage de soleil au 21 décembre est de 9h35 au 16h19 soit 6h53 d'ensoleillement total. La plage de soleil au 21 Juin est de 6h24 à 19h40.

Référence cadastrale



La parcelle concernée par les travaux est la AL 130.

1.4.2 Occupation du site

La salle d'animation est un ERP de type R de 3^{ème} catégorie.

1.4.3 Données climatiques

- ♦ Département 38
- ♦ Altitude 278m
- ♦ Zone climatique H1C
- ♦ Température de base -11°C

1.4.4 Fluides disponibles

- ♦ Electricité
- ♦ Gaz de réseau
- ♦ Eau de ville

1.4.5 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de ville



Conclusions sanitaires	Eau d'alimentation conforme aux limites de qualité et non conforme aux références de qualité.
Conformité bactériologique	oui
Conformité physico-chimique	oui
Respect des <u>références de qualité</u>	non

Les références de qualité ne sont pas respectées lors des relevés datant du 04/07/2022. En effet, nous constatons dans les réseaux ci-dessous que les valeurs de présences des bactéries à risques pour le prélèvement dépassent les limites et références de qualités : <1 n/(100mL) en moyenne alors que la limite de qualité est de <0 n/(100mL)



Résultats d'analyses

Paramètre	Valeur	Limite de qualité	Référence de qualité
Entérocoques /100ml-MS	<1 n/(100mL)	≤ 0 n/(100mL)	
Bact. et spores sulfito-rédu./100ml	<1 n/(100mL)		≤ 0 n/(100mL)
Bact. aér. revivifiables à 22°-68h	<1 n/mL		
Bact. aér. revivifiables à 36°-44h	<1 n/mL		
Bactéries coliformes /100ml-MS	<1 n/(100mL)		≤ 0 n/(100mL)
Escherichia coli /100ml - MF	<1 n/(100mL)	≤ 0 n/(100mL)	
Température de l'eau *	11,3 °C	≥ et ≤ °C	≥ et ≤ 25 °C
Température de l'air *	25,0 °C		
Pluviométrie-48h *	0 mm/48h		
Coloration	<5 mg(Pt)/L		≤ 15 mg(Pt)/L
Couleur (qualitatif) *	Aucun changement anormal		
Aspect (qualitatif)	Aspect normal		
Odeur (qualitatif)	Aucun changement anormal		
Saveur (qualitatif)	Aucun changement anormal		
Turbidité néphélométrique NFU	0,18 NFU		≤ 2 NFU
Chlore libre *	0,21 mg(Cl ₂)/L		
Chlore total *	0,24 mg(Cl ₂)/L		
Titre hydrotimétrique	3,94 °f		
pH *	7,8 unité pH		≥6,5 et ≤ 9 unité pH
Titre alcalimétrique complet	3,35 °f		
Sulfates	6,7 mg/L		≤ 250 mg/L
Chlorures	0,5 mg/L		≤ 250 mg/L
Conductivité à 25°C *	63 µS/cm		≥200 et ≤ 1100 µS/cm
Conductivité à 25°C	88 µS/cm		≥200 et ≤ 1100 µS/cm
Ammonium (en NH ₄)	<0,05 mg/L	≥ et ≤ mg/L	≥ et ≤ 0,1 mg/L
Nitrites (en NO ₂)	<0,02 mg/L	≤ 0.5 mg/L	
Nitrates/50 + Nitrites/3	0,02 mg/L	≤ 1 mg/L	
Nitrates (en NO ₃)	1,1 mg/L	≤ 50 mg/L	
Carbone organique total	<0,2 mg(C)/L		≤ 2 mg(C)/L

L'eau d'alimentation est conforme aux exigences de qualité en vigueur pour l'ensemble des paramètres mesurés.

Conductivité : Aptitude de l'eau à transmettre un courant électrique par la présence de sels minéraux (plus l'eau est minéralisée, plus l'eau est conductrice).

Le pH de l'eau est de 7,8 soit une eau légèrement basique pouvant favoriser l'apparition de tartre.

Source : orobnat.sante.gouv.fr

1.5 Décret tertiaire

Le décret tertiaire concerne les bâtiments à usage tertiaire d'une surface de plancher supérieur ou égale à 1000m². Il contraint l'obligation de mise en œuvre d'actions de réductions de la consommation d'énergie finale d'au moins de 40% en 2030, 50% en 2040 et 60% en 2050 par rapport à une année de consommations réelle dite « de référence » qui ne peut être antérieure à 2010. Cette année de référence est notée « Cref ».

Décret tertiaire :

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251>

Les déclarations seront à faire sur une plateforme opérée par l'Ademe :

<https://operat.ademe.fr/#/public>

La date limite de la première déclaration a été repoussée et fixée au 30 septembre 2022.

Le calendrier prévisionnel de déclaration et de mise à disposition des fonctionnalités de saisie de données est le suivant :

- ◆ **Dès à présent** : création du compte sur la plate-forme OPERAT ;
- ◆ **31 Décembre 2021** : ouverture des fonctionnalités permettant la saisie des données de patrimoine et des consommations annuelles ;
- ◆ **1er Avril 2022** : ouverture des fonctionnalités permettant la saisie de l'année de référence et le calcul des objectifs ;
- ◆ **30 Septembre 2022** : date limite de déclaration des données de consommation des années 2020 et 2021 ;
- ◆ **1er Janvier 2023** : mise en service de l'interface automatique avec les logiciels tiers d'« Energy Management »

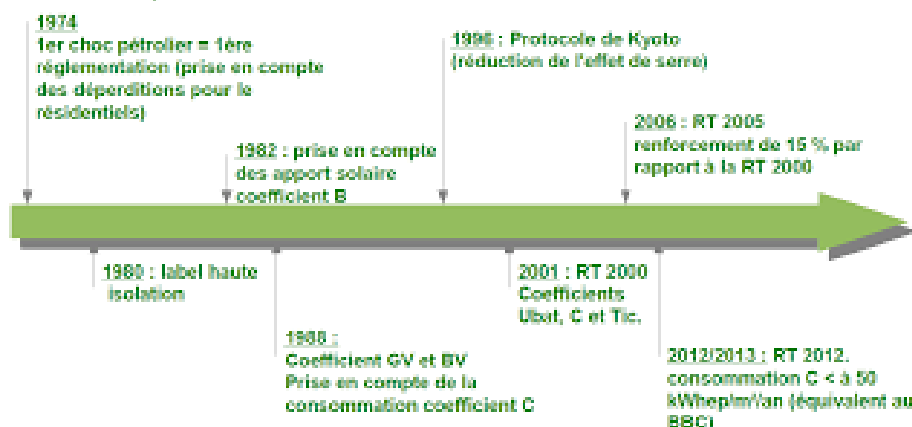
Les données à saisir seront :

- ◆ Les consommations énergétiques de l'année 2020 ;
- ◆ Les consommations énergétiques de l'année 2021 ;
- ◆ Les données des bâtiments (c'est à dire les surfaces, l'activité, l'intensité d'usage etc.) ;
- ◆ L'année de référence et les consommations sur 12 mois de ladite année (celle-ci devant être postérieure à 2010 et antérieure à 2020)

2 Etat des lieux thermiques et technique

2.1 Groupe scolaire

2.1.1 Préambule



La première réglementation thermique pour la construction de bâtiments neufs est appliquée à partir de 1974 seulement pour les logements et est renforcée en 1980 et 1982. La première réglementation thermique pour les bâtiments non résidentiels n'apparaît qu'en 1988 où la contrainte de déperditions appliquées antérieurement aux logements est renforcée et un nouveau coefficient de consommations est créé. La réglementation thermique suivante n'est appliquée qu'à partir de 2000.

De ce fait, le bâtiment datant de 1978 a été réalisé en ne suivant aucune réglementation thermique, Nous permettant de considérer, en l'absence de sondages et selon les pratiques de l'époque sur ce type de bâtiments, que les murs extérieurs et le plancher bas ne sont pas isolés.

D'autre part, les extensions ayant été réalisées en 1998, la réglementation en vigueur était la RT1988. Nous permettant de considérer, en l'absence de sondages et selon les pratiques de l'époque sur ce type de bâtiments, que les murs extérieurs et le plancher bas sont isolés.

2.1.2 Description sommaire

Site :	Groupe scolaire les Dauphins
Adresse :	459 Chemin du Vivier, 38 190 Bernin
Année de construction :	1978- Extensions en 1998
Nombre de bâtiment	1
Type de bâtiment / Usage :	Tertiaire / Ecole maternelle et primaire
Surface utile :	2382 m²
Nombre de niveaux	R+1 : deux niveaux
Energies et utilisation :	<p>Chauffage : chaufferie gaz, radiateurs hydrauliques monotubes dans la partie ancienne et bitube dans les extensions</p> <p>ECS : Ponctuelle par ballons d'eau chaude électriques</p> <p>Ventilation hygiénique : Principalement par ouverture des fenêtres</p> <p>Ventilation Sanitaire : VMC simple flux</p>



1. Façades sur cour de récréation

2.1.3 Murs extérieurs

Les murs de la partie ancienne, de 1978, sont composés de 20cm de béton banché non isolé.
Les murs des extensions sont en béton banché de 20cm doublés avec environ 8cm d'isolation.

2.1.4 Plancher sur vide sanitaire et terre-plein

Pour la partie ancienne, de 1978, le plancher est composé d'une dalle béton non isolée.
Pour les extensions, datant de 1998, le plancher est composé d'une dalle béton isolé à l'aide d'environ 4cm de polystyrène sous dalle. (information vérifiée sur les plans ainsi que le permis de construire qui nous ont été fournis par la mairie)

2.1.5 Toiture sous rampants

L'isolation considérée en toiture est de 20cm de laine de verre probablement en mauvais état, pour l'ensemble des toitures sous rampants.

2.1.6 Toiture terrasse

Une partie de la toiture terrasse des extensions est de type toiture terrasse, l'isolation est de 5cm de polystyrène sur dalle.

2.1.7 Menuiseries

Le bâtiment est composé de deux types de menuiseries sur murs extérieurs :

- ♦ Menuiseries double vitrage aluminium 4/12/4 dans les extensions équipées de volets roulants motorisés aluminium.
- ♦ Menuiseries double vitrage aluminium 4/16/4 dans les extensions équipées de volets roulants motorisés aluminium

NB : Les protections solaires de la salle de documentation sont des stores extérieurs en toile claire qui ne présentent qu'une faible protection à la chaleur et à la lumière du soleil.

Des puits de lumière en polycarbonate opaque sont présents dans la salle informatique et la reproduction. Des vélux sont positionnés en toiture du bâtiment de 1978, ils sont au nombre de 13.
Ces éléments sont très peu performants et nécessitent d'être remplacés.



2. Menuiserie salle de documentation extension



3. Menuiserie salle de jeu bâtiment ancien











4. Skydôme bâtiment ancien



5. Skydôme salle informatique extension

2.1.1 Critique de l'enveloppe

Type	Valeur U estimée W/m.°C	Appréciation
Murs extérieurs bâtiment ancien non isolé	4	
Murs extérieurs bâtiments extensions	0,44	
Plancher sur vide sanitaire et terre-plein bâtiment ancien	2,21	
Plancher sur vide sanitaire et terre-plein extensions	0,68	
Toitures rampants	0,29	
Toitures terrasse	0,66	
Menuiseries bâtiment ancien	1,6	
Menuiseries extensions	2,5	

Nota : Les appréciations sont basées sur les résistances thermiques réglementaire à appliquer en cas de rénovation.

2.1.2 Local chaufferie

La chaufferie du bâtiment est située au niveau rez-de-chaussée de l'extension maternelle. Elle est composée de deux parties séparées accueillant chacune une chaudière gaz. Les accès se font depuis l'extérieur côté rue. La chaufferie assure la production d'eau de chauffage pour l'ensemble du groupe scolaire.

Elle comporte les 5 départs suivants :

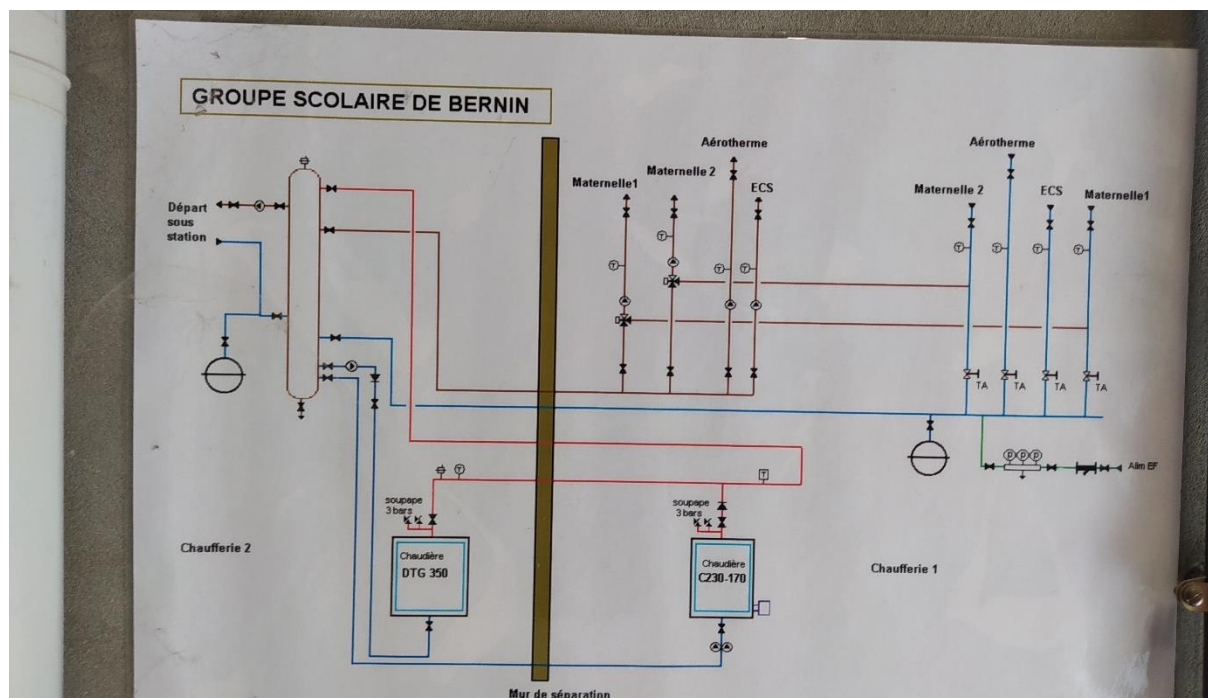
- ◆ Sous station
- ◆ Maternelle 1
- ◆ Maternelle 2
- ◆ Aérotherme
- ◆ ECS

La production est réalisée par deux chaudières en cascade. L'une, la plus ancienne, probablement des années 80, est de marque De Dietrich type DTG 350, sa puissance est de 140kW. L'autre également de marque De Dietrich, est de type C230 – 170 et est plus récente, des années 2000, sa puissance est de 170kW. La puissance totale de la chaufferie est de 310kW. Nous pensons que la chaufferie est divisée en 2 afin de ne pas être soumise à la réglementation des conduits de fumées au-dessus de 300kW.



6. Chaudière De Dietrich DTG 350 et C230 - 170

La chaufferie est en bon état général. L'ensemble des réseaux est calorifugé. L'installation est raccordée à deux vases d'expansion de marque Reflex d'un volume de 80L. Ces équipements permettent d'absorber les variations de pression induites par les changements de température de l'eau de chauffage. L'installation n'est pas équipée de pot à boues magnétique. Cet équipement permet de capter les particules métalliques dans le réseau afin de prolonger la durée de vie de la chaudière et des organes de chauffage.

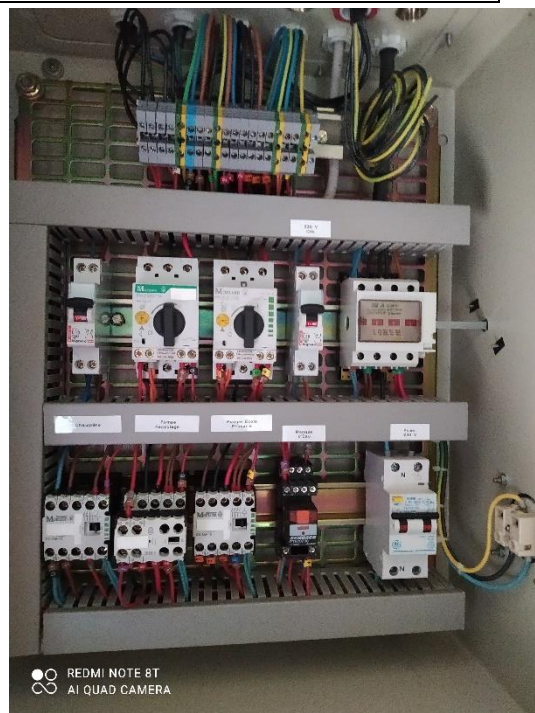
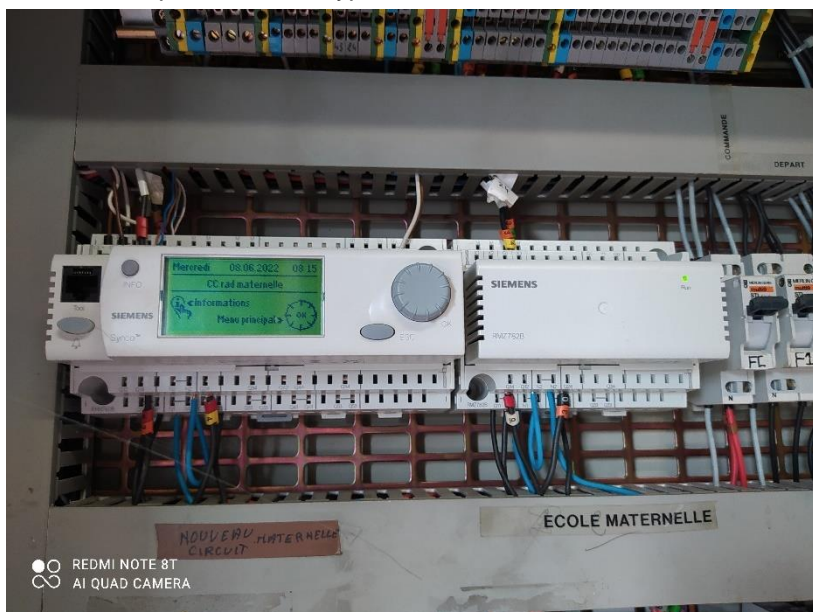


7. Schéma de principe de chauffage



8. Panoplies hydraulique en chaufferie

L'armoire électrique comporte l'alimentation des organes hydrauliques et la régulation de la maternelle, qui est de marque SIEMENS type RMZ782B et RMH760B.



9. Régulations chauffage - armoires électriques

La vanne de coupure gaz est située à l'entrée de la chaufferie sur la façade côté chemin de la Proula. Depuis ce coffret, la chaufferie est alimentée en gaz. Sur le réseau nous notons la présence d'une bouteille tampon permettant de remédier aux effets de « dépression et de « surpression » endommageant ainsi les organes de régulation gaz. Nous notons qu'il n'y a pas de raccord ZAG pompier en façade.



10. Coffret de coupure général gaz et coupure chaufferie

Chaque local est équipé de ventilation haute et basse. Les conduits de fumées des chaudières cheminent à l'extérieur des locaux, en façade et en intérieur pour rejoindre la toiture.



11. Conduits de rejet de fumées et ventilation haute

2.1.3 Distribution / émission de chauffage

Depuis la chaufferie, les réseaux de chauffage cheminent en vide sanitaire et en dalle pour rejoint les différentes zones de l'école. La distribution des radiateurs de la partie maternelle ancienne est en monotube. La distribution des extensions de l'école est en bitube.

Les émetteurs principaux sont des radiateurs hydrauliques équipés de vanne thermostatiques. Seule l'émission de la salle de sport au RDC de l'extension maternelle est différente. En effet l'émission est réalisée à l'aide d'un caisson d'insufflation à recyclage d'air. L'air est soufflé en partie haute de la pièce et la reprise est réalisée en partie basse.

Dans l'extension primaire, une sous station est positionnée dans un local au RDC. L'ensemble alimente l'extension primaire, la régulation de cette zone s'y trouve également.



12. Régulation zone primaire



13. Radiateurs monotube bâtiment ancien avec et sans habillage



14. Radiateur bitube extension

2.1.4 Rafrachissement

Les salles de classes et de services ont été équipées d'unités de climatisation murales de marque Airwell dans l'extension maternelle et de marque Mitsubishi pour le reste des équipements. Cette installation a été mise en place afin de diminuer l'inconfort dû à la surchauffe du bâtiment en période de chaleur. Cependant malgré la présence de cette climatisation, certaines pièces, comme les 3 salles de classes de l'étage de l'extension maternelle, orientées à l'est restent semble-t-il très inconfortable en été.



15. Unité extérieure et intérieure extension maternelle



16. Unités extérieures et intérieur extension primaire

2.1.5 Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire du groupe scolaire est principalement produite ponctuellement à l'aide de ballons d'eau chaude électriques. Seule la salle de sport jouit d'une production d'eau chaude sanitaire générée par la chaufferie gaz. Les salles de classe ne sont pas alimentées en eau chaude.



17. Chauffe-eau 100L sanitaire salle de jeu et chauffe-eau 300L cuisine

2.1.6 Renouvellement d'air

Les salles de classe de l'extension maternelle sont chacune équipées de tourelles d'extraction. Les vestiaires de la salle de sport sont ventilés à l'aide d'un caisson d'extraction situé en toiture.

Dans l'extension primaire et la partie maternelle ancienne, Aucune salle de classes n'est équipée d'extraction mécanique. Seule la salle de documentation est équipée d'entrées d'air sur les menuiseries et de bouches d'extraction dans les pièces de repos et la salle de restauration qui est équipée d'entrées d'air. Le caisson d'extraction est situé en faux plafond de la cuisine et extrait l'air vicié des pièces de repos et des locaux sanitaires de la zone. Il est de marque ALDES type VEKITA 700.

Dans la cuisine, on trouve deux hottes afin d'extraire les fumées de cuisine. Le caisson d'extraction est situé à proximité du caisson des sanitaires, en faux plafond de la pièce. Il est de marque ALDES VEKITA 450.



18. Tourelle d'extraction et caisson simple flux



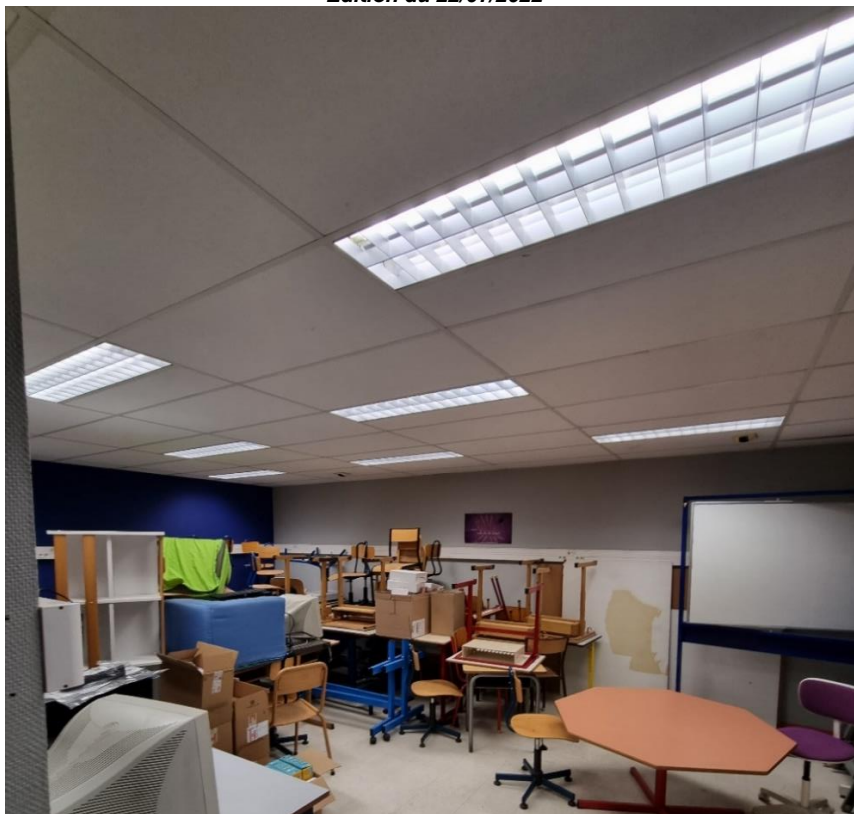
19. Caisson d'extraction en combles

2.1.7 Eclairage

Dans l'ensemble, les appareils d'éclairage présents sont anciens et dotés de sources à rendements très moyens (fluo-compacte), ils équipent l'ensemble des locaux des deux extensions. Dans la partie maternelle ancienne, les luminaires ont été remplacés, ce sont des dalles LED en faux plafond.



20. Dalles LEDS bâtiment maternelle ancien



21. Luminaires tubes fluorescents extension

2.1.8 Installation photovoltaïque

La toiture du bâtiment maternelle orientée au Sud est équipée de panneaux solaires photovoltaïques. La surface de cette toiture est louée à une association et la production d'électricité est revendue et réinjectée dans le réseau.



22. Panneaux solaires photovoltaïques en toiture

2.1.9 Plomberie sanitaire

Les appareillages sanitaires sont dans un état correct. Les WC ont des réservoirs 3/6L. Les équipements ne sont principalement alimentés qu'en eau froide.

2.2 Maison Michel

2.2.1 Description sommaire

Site :	Maison Michel
Adresse :	459 Chemin du Vivier, 38 190 Bernin
Nombre de bâtiment	1
Type de bâtiment / Usage :	Tertiaire / bureaux
Surface utile :	314,6 m ²
Nombre de niveaux	R+1 : deux niveaux + Caves et combles perdus
Energies et utilisation :	Chauffage : Multi-split air/air ECS : Ponctuelle par ballons d'eau chaude électriques Ventilation hygiénique : Ouverture des fenêtres Ventilation Sanitaire : VMC simple flux



1. Façade principale

2.2.2 Murs extérieurs

Les murs sur extérieur sont composés de 50cm de pierre et d'un doublage d'isolation de 8cm.

2.2.1 Plancher sur cave

Le plancher bas sur caves, est un plancher en béton non isolé.



2. Dalle RDC sur cave

2.2.2 Combles

L'isolation en combles est de la ouate de cellulose d'une épaisseur de 30cm.



3. Ouate de cellulose en combles

2.2.3 Menuiseries

Les fenêtres du bâtiment sont d'origine, ce sont des fenêtres bois en simple vitrage d'une épaisseur de 10mm. Les occultations sont des volets battants en bois.

2.2.4 Critique de l'enveloppe

Type	Valeur U estimée W/m.°C	Appréciation
Murs extérieurs	0,4	☹️
Plancher sur cave	2,38	☹️
Combles	0,15	😊
Menuiseries	6	☹️

Nota : Les appréciations sont basées sur les résistances thermiques réglementaire à appliquer en cas de rénovation.

2.2.5 Production de chauffage et de rafraîchissement

A l'origine le bâtiment était équipé d'une chaudière gaz. Cette production a été remplacée en 2018 par un multi-split air / air assurant le chauffage et le rafraîchissement. L'équipement est de marque TOSHIBA type MCY – MHP0504HT-E, il y a deux groupes extérieurs pour une puissance totale installée de 28kW en chaud et 32kW en froid. Les émetteurs dans les pièces sont des unités murales de marque TOSHIBA type MMK.



4. Unité intérieure et unités extérieures

2.2.6 Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire est produite ponctuellement à l'aide de ballons d'eau chaude électriques. Dans l'office de réchauffage, c'est un ballon récent de marque De Dietrich d'un volume de 150L, la puissance de la résistance est de 1600W.



5. Ballon d'eau chaude électrique office

2.2.7 Renouvellement d'air

Le renouvellement d'air des pièces est réalisé par des entrées d'air en menuiseries de toutes les pièces et des bouches d'extractions dans les locaux sanitaires. Le caisson d'extraction se trouve en combles, il est de marque CAIROX (SAFTAIR) type CVI EC 7/7.



6. Caisson d'extraction en combles

2.2.8 Eclairage

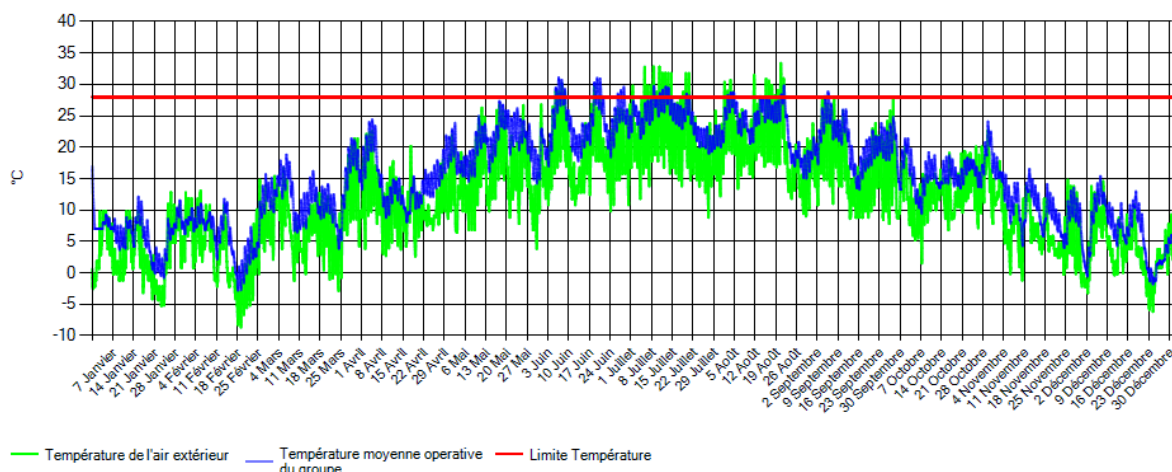
L'éclairage du bâtiment a été également remplacé en 2018, les luminaires sont des dalles LED carrés de forte performance.



7. Luminaire dalle LED

3 Confort d'été

3.1 Préambule

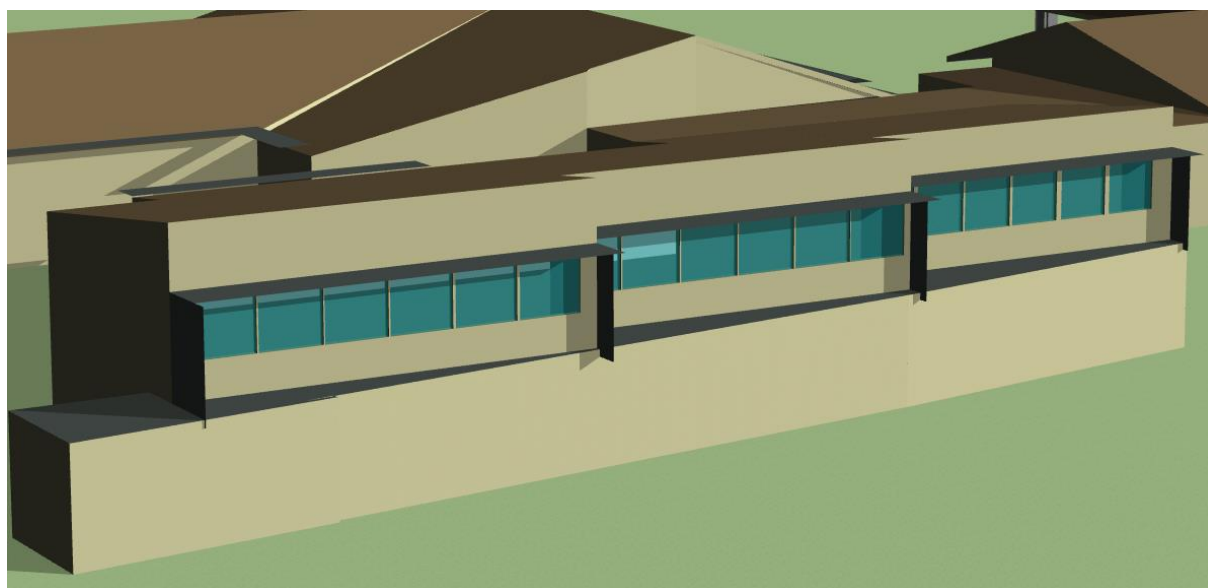


Ce graphique nous indique le nombre de jours dans l'année où la température intérieure est supérieure à 28°C, limite d'inconfort prise en compte. Le nombre d'heures durant laquelle cette température est dépassée est de 41h au total sur une période d'occupation à la semaine scolaire et de 8h à 17h.

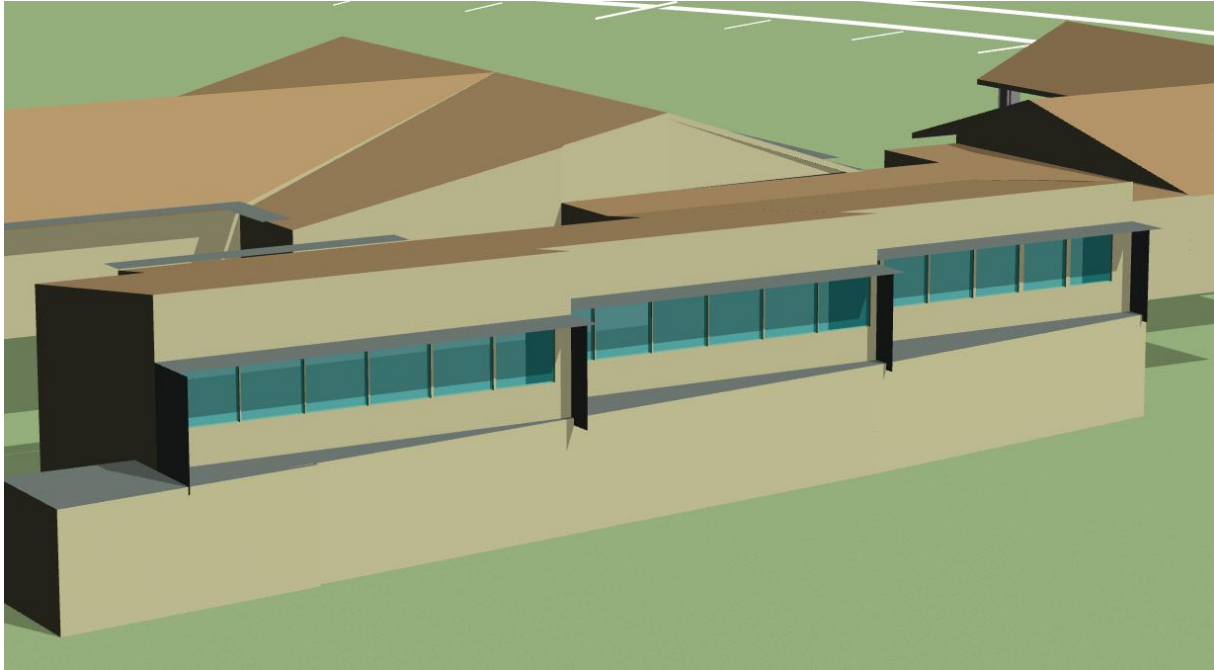
Globalement si l'on raisonne sur l'ensemble du bâtiment, un inconfort annuel de 41h est plutôt satisfaisant, d'autant plus que les salles sont occupées de climatisation. Il y a néanmoins une problématique de surchauffe évidente en début de matinée sur la paroi à l'Est et notamment pour les 3 salles de classe de l'étage. De plus, en fin de journée le soleil rayonne pleinement sur les menuiseries à l'ouest de l'extension primaire.

3.1 Façade est

Le 21 Juin, jour le plus long, le soleil rayonne sur la façade est du levé à 6h24 jusqu'à 9h30 :

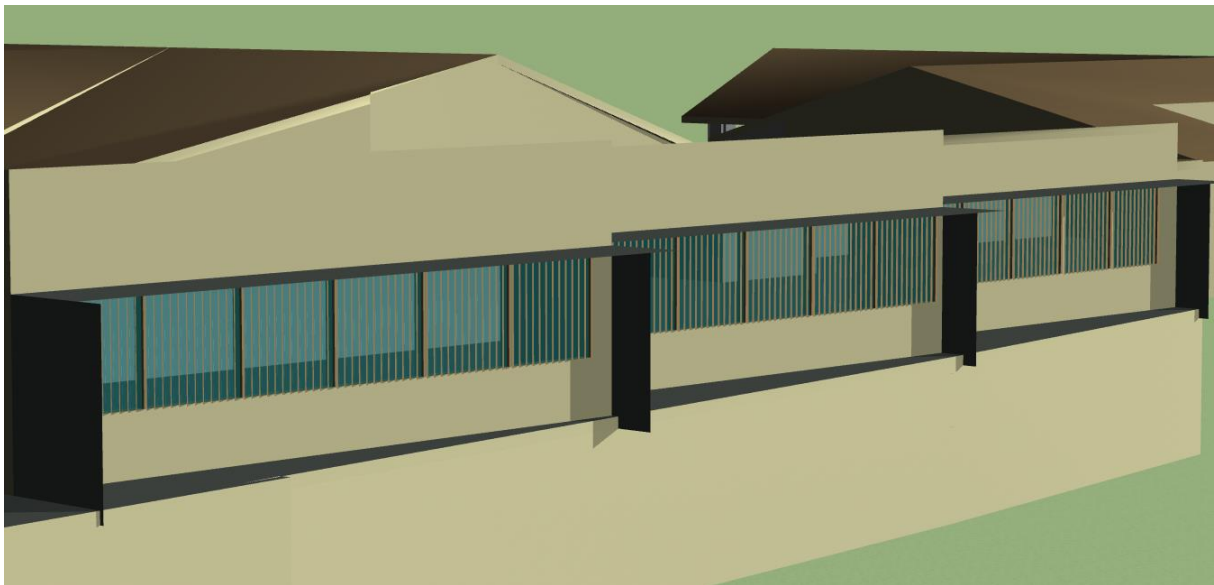


1. Façade est à 6h30

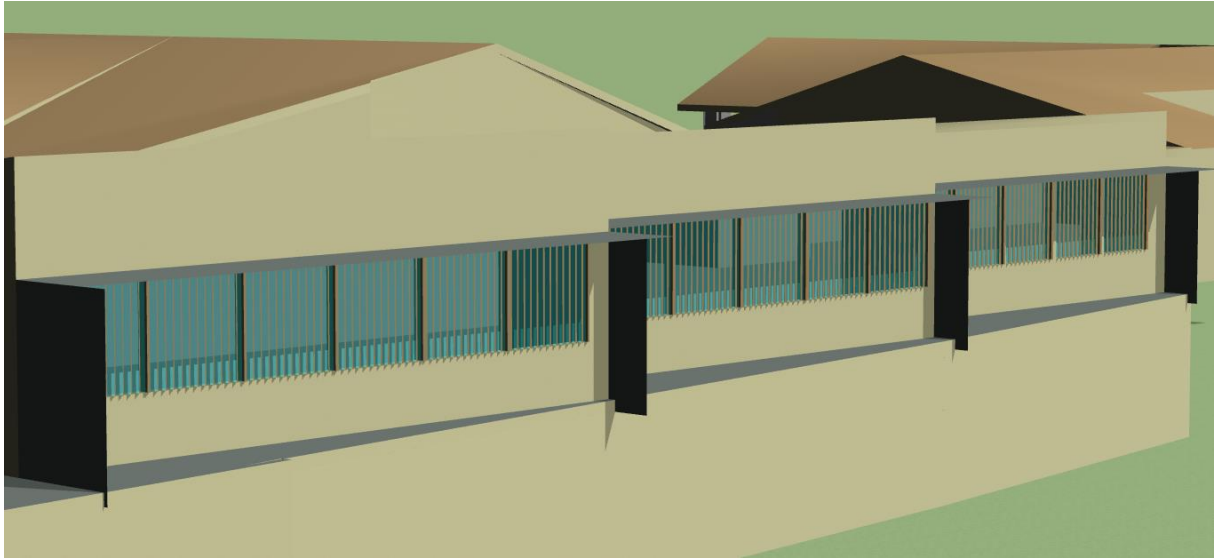


2. Façade est à 9h30

Afin de remédier à cette problématique et de diminuer les apports de chaleur du soleil, nous proposons la mise en œuvre de brises soleil fixes verticaux.



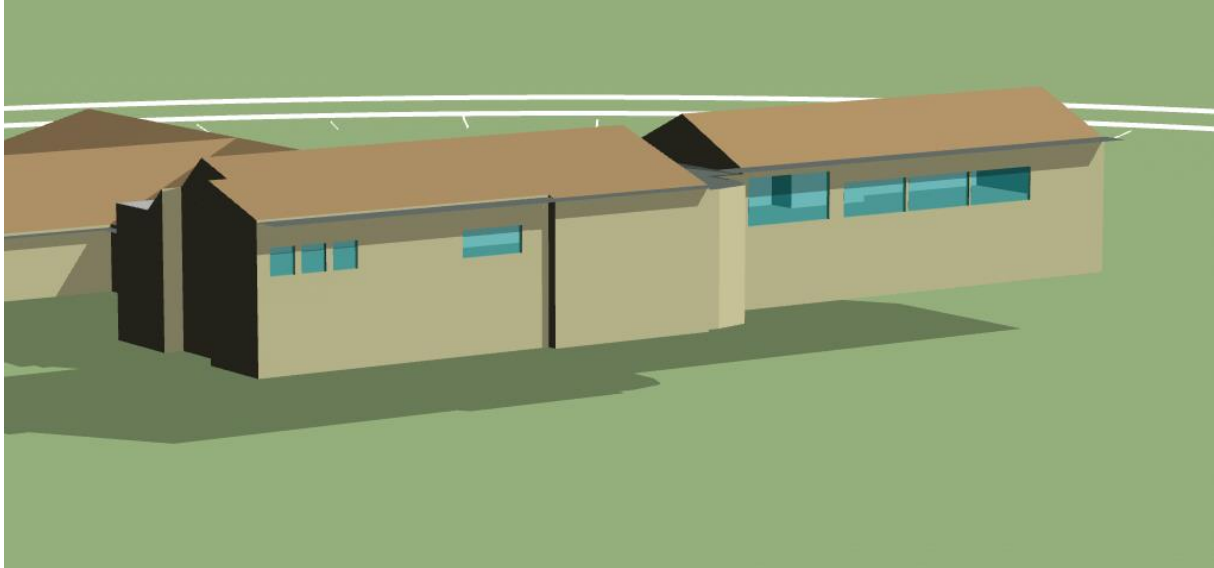
3. Façade est à 6h30



4. Façade est à 9h30

3.2 Façade ouest

Le 21 Juin, jour le plus long, le soleil rayonne sur la façade ouest de 16h30 jusqu'au couché à 19h30 :

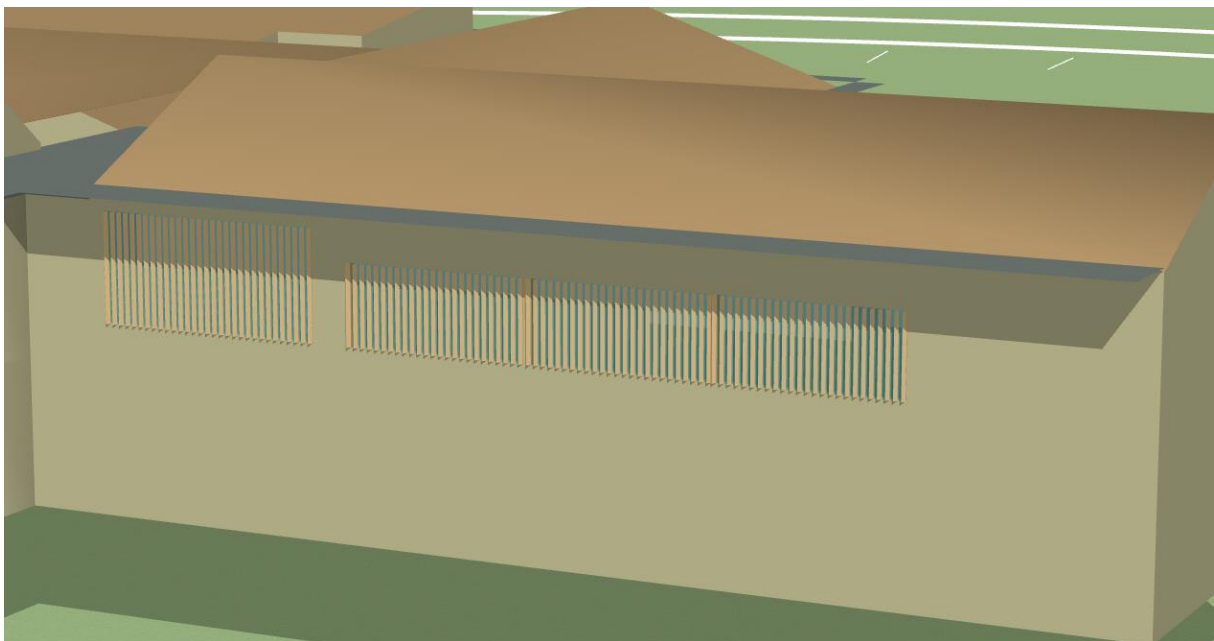


5. Façade ouest à 16h30

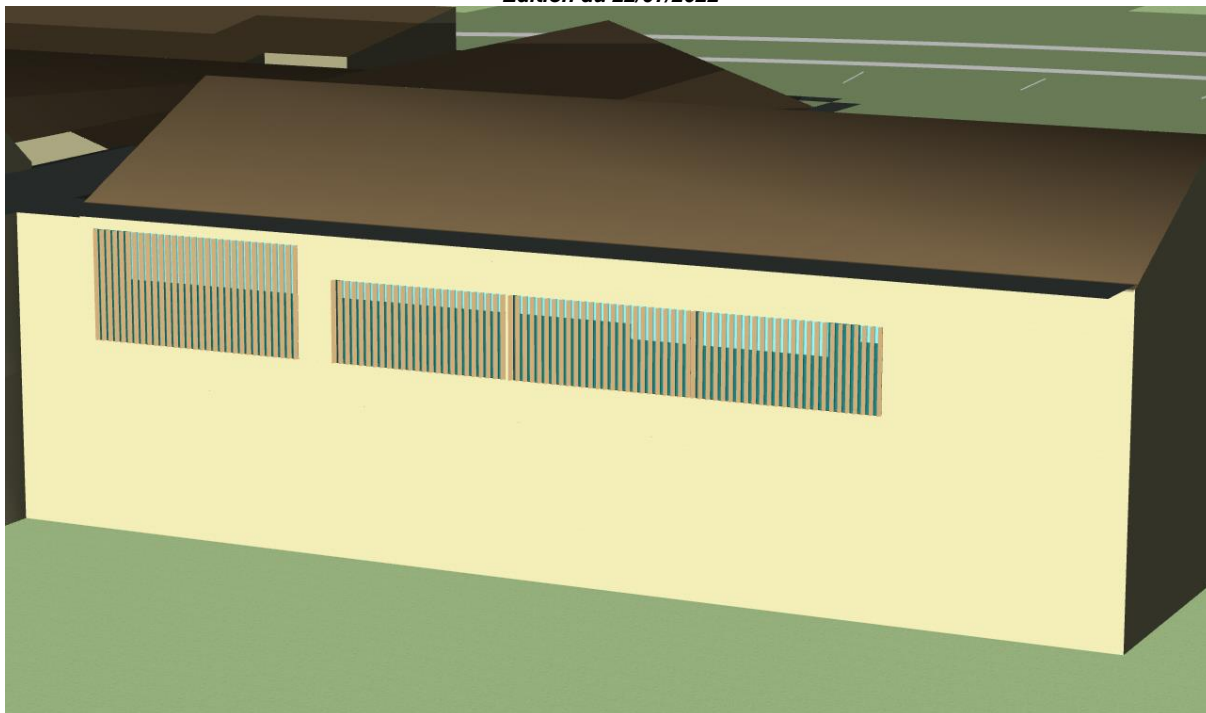


6. Façade ouest à 19h30

Afin de remédier à cette problématique et de diminuer les apports de chaleur du soleil, nous proposons la mise en œuvre de brises soleil fixes verticaux.



7. Façade ouest à 16h30

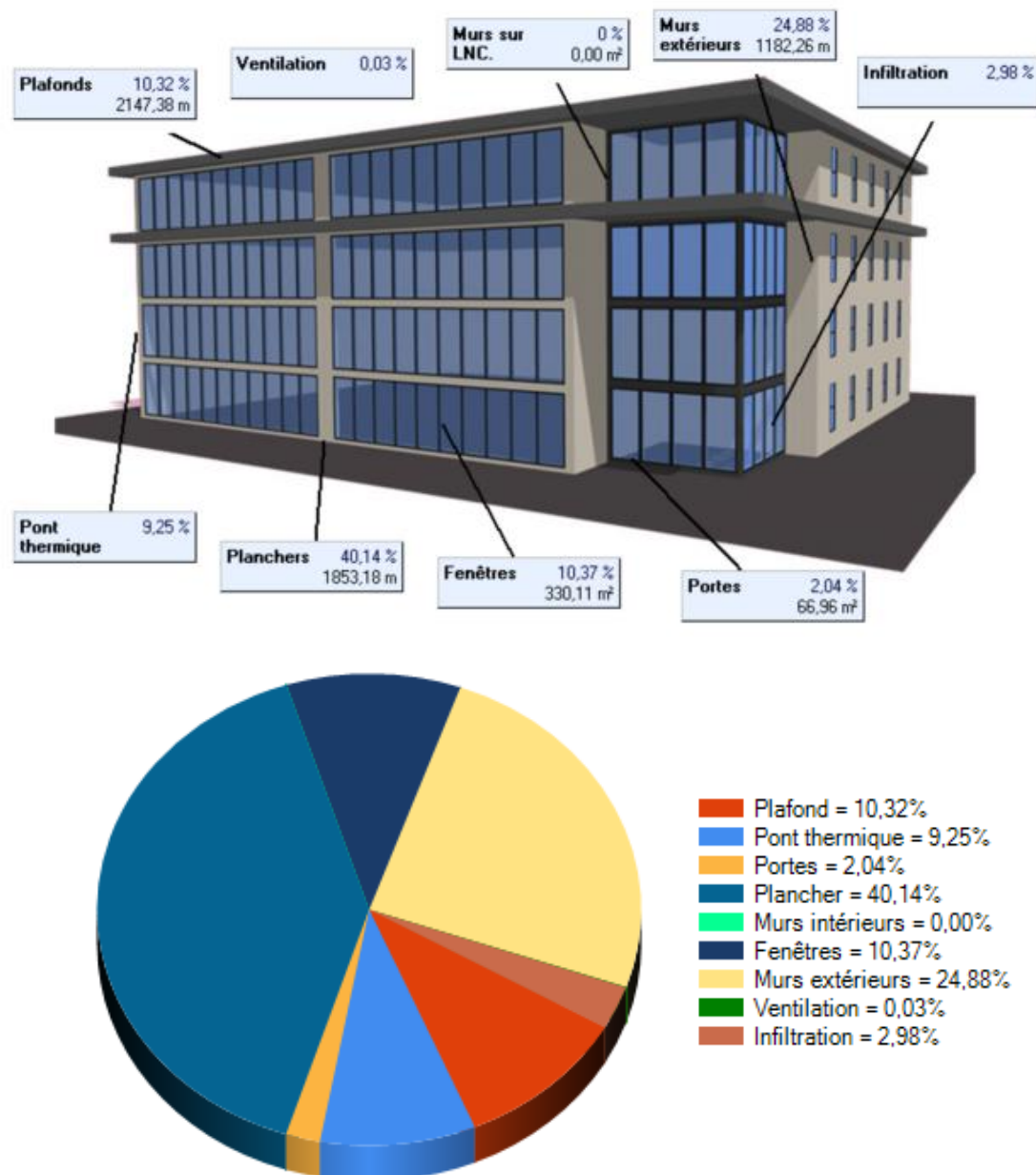


8. Façade ouest à 19h30

4 Bilan énergétique initial

4.1 Déperditions

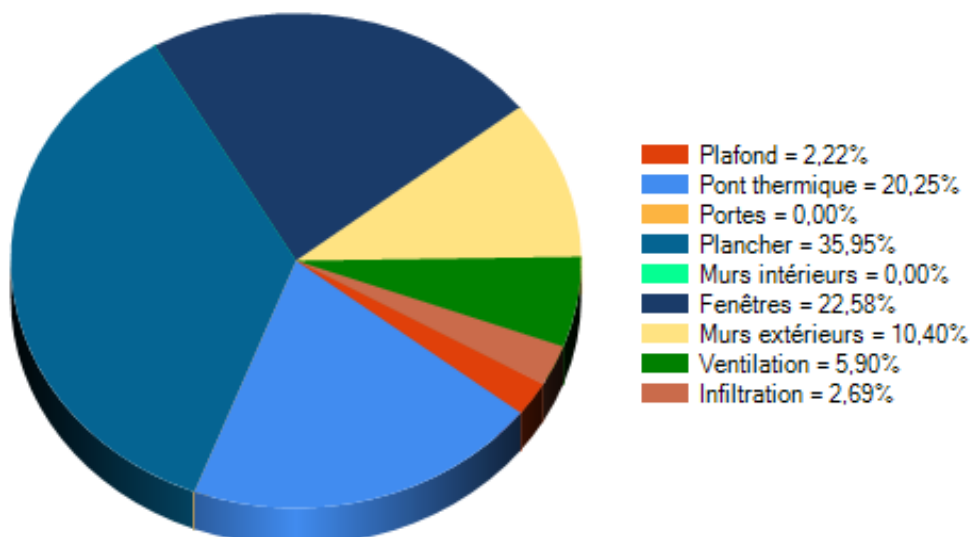
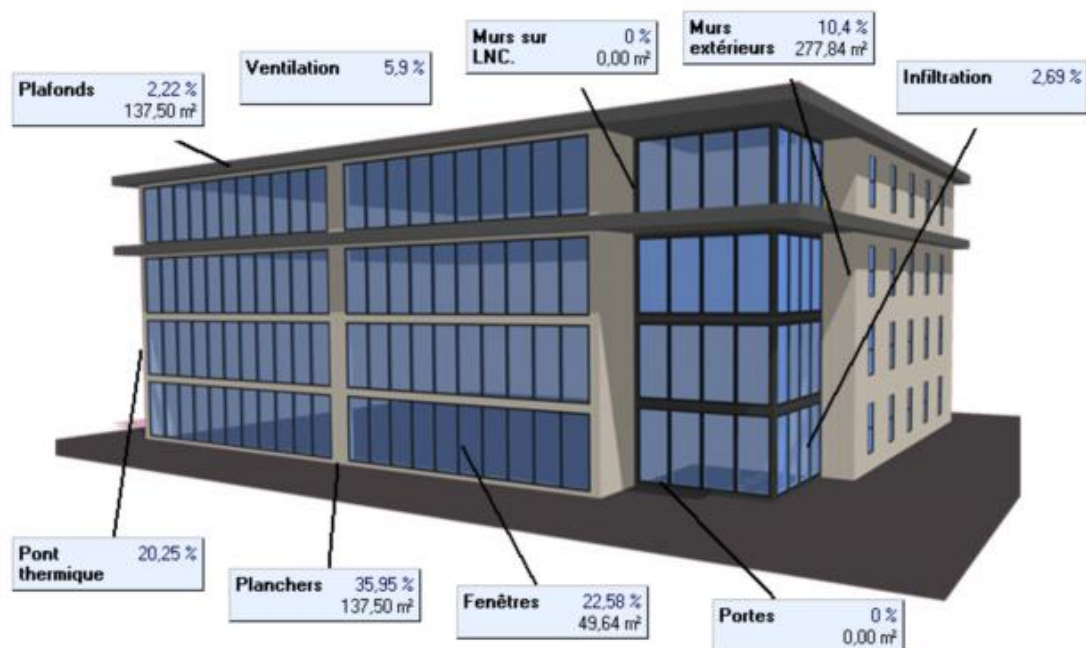
4.1.1 Groupe scolaire



DEPERDITIONS TOTALES : 210,1kW

Nous constatons que les déperditions sont principalement dues par le plancher qui représente près de 40% du total. Les murs extérieurs, les fenêtres et le plafond représentent quant à eux respectivement 24,9, 10,4% et 10,3%. Les ponts thermiques représentent 9,25% du fait de l'isolation intérieure qui créait de forts ponts thermiques notamment sur les liaisons de mur extérieur / plancher intermédiaire et mur extérieur / mur de refend.

4.1.2 Maison Michel



DEPERDITIONS TOTALES : 25,7kW

Ici, le plancher bas représente une part prépondérante des déperditions, en effet elle est de près de 36%. Les menuiseries, simple vitrage, représentent 22,6%. Les ponts thermiques au vu de l'épaisseur des murs extérieurs et de refend représentent aussi une part importante avec 20,3%.

4.2 Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex

4.2.1 Groupe scolaire

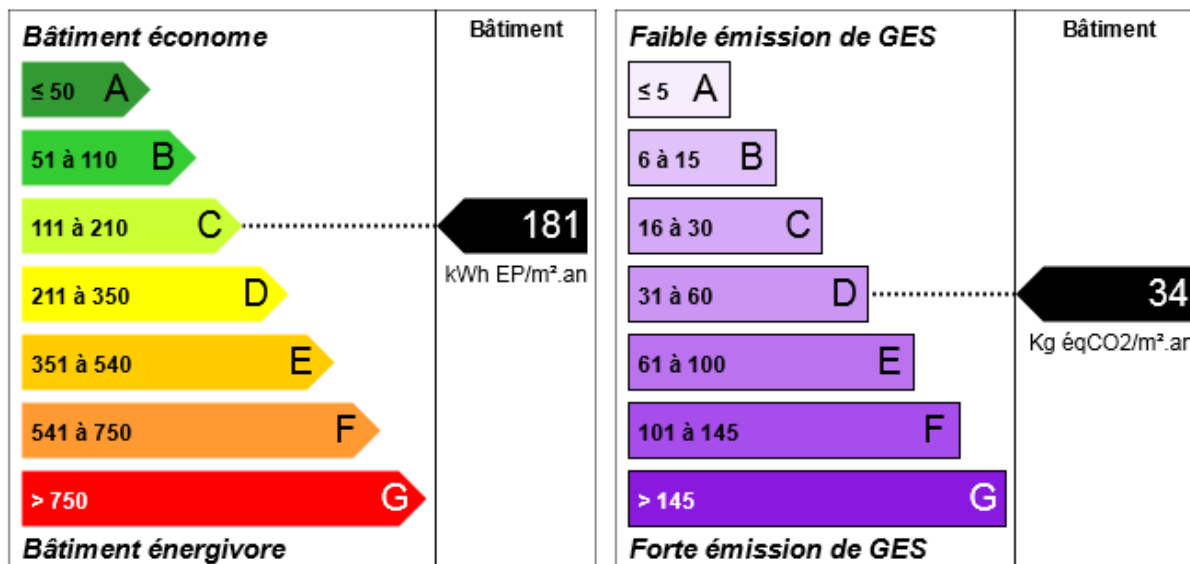
Les consommations énergétiques conventionnelles selon le moteur de calcul du TH-C-E ex sont :

- ♦ Calculées selon la méthode de calcul TH-C-E ex du CSTB ;
- ♦ Données pour une consommation sur 5 usages de consommation : chauffage, ECS, refroidissement, consommations des auxiliaires (ventilation et consommations diverses) et éclairage ;
- ♦ Ramenées à la surface SHON ;

	Cep existant (kWhEP/m²SHON.an)	Cef existant (kWhEF/an)
Chauffage	121,78	324 850
Refroidissement	0,31	316
ECS*	13,76	14 232
Eclairage	38,59	38 895
Auxiliaires	6,39	6 603
Total	180,82	385 896

*Les consommations en ECS ne sont pas prises en compte dans le moteur de calcul TH-C-E-ex pour un usage d'enseignement. De ce fait, seules les consommations de la zone de restauration sont prises en compte.

Etiquettes équivalentes :



Attention, les valeurs ci-dessous ne sont pas un DPE tel que prévu par la réglementation. Ces résultats ne peuvent en aucun cas être utilisés pour une vente ou une location.

4.2.2 Maison Michel

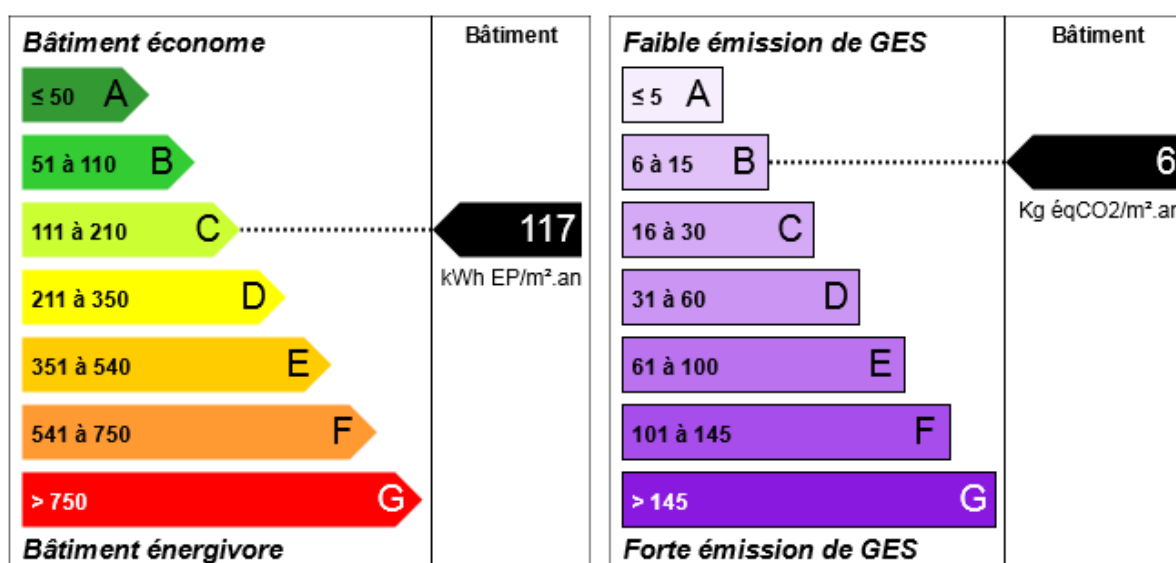
Les consommations énergétiques conventionnelles selon le moteur de calcul du TH-C-E ex sont :

- ♦ Calculées selon la méthode de calcul TH-C-E ex du CSTB ;
- ♦ Données pour une consommation sur 5 usages de consommation : chauffage, ECS, refroidissement, consommations des auxiliaires (ventilation et consommations diverses) et éclairage ;
- ♦ Ramenées à la surface SHON ;

	Cep existant (kWhEP/m²SHON.an)	Cef existant (kWhEF/an)
Chauffage	69,18	11 434
Refroidissement	3,54	585
ECS*	20,65	3 413
Eclairage	12,34	2 040
Auxiliaires	11,16	1 844
Total	116,87	19 317

*Les consommations en ECS ne sont pas prises en compte dans le moteur de calcul TH-C-E-ex pour un usage de bureaux. De ce fait, seules les consommations de la zone de restauration est prise en compte.

Etiquettes équivalentes :



Attention, les valeurs ci-dessous ne sont pas un DPE tel que prévu par la réglementation. Ces résultats ne peuvent en aucun cas être utilisés pour une vente ou une location.

4.3 Analyse des consommations

La maîtrise d'ouvrage nous a fourni les consommations des bâtiments pour les années 2010 à 2020. Ces valeurs ont permis de rapprocher les résultats de nos calculs au plus près de la réalité :

4.3.1 Groupe scolaire

Période	Consommation EF Factures gaz (kWh EF)
2010 - 2011	418 794
2011 -2012	421 272
2012 - 2013	381 633
2013 - 2014	280 179
2014 - 2015	270 121
2015 - 2016	277 648
2016 - 2017	313 677
2017 - 2018	315 766
2018 - 2019	288 301
2019 - 2020	24 668

Période	Consommation EF Factures électricité (kWh EF)
2010 - 2011	76 565
2011 -2012	78 145
2012 - 2013	73 442
2013 - 2014	68 036
2014 - 2015	42 133
2015 - 2016	88 395
2016 - 2017	72 841
2017 - 2018	72446
2018 - 2019	70 298
2019 - 2020	11 751

NB : La consommation en gaz et en électricité pour la période 2019-2020 est très faible, probablement à cause du confinement qui a eu lieu en 2020. Cette année n'est pas donc pas prise en compte pour tous calculs.

Soit une consommation moyenne en gaz de 329 710kWh en gaz. Comme décrit au chapitre « §3.2 Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex », les consommations totales en gaz calculées sont de 324 850kWh soit un écart de 1,5%.

Soit une consommation moyenne de 74 700kWh en électricité. Comme décrit au chapitre « §3.2 Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex », les consommations totales en électricité calculées sont de 60 046 kWh soit un écart de 19,6%. Cette différence s'explique par le fait que les consommations calculées ne prennent pas en compte l'eau chaude sanitaire de la zone enseignement et les consommations annexes comme la bureautique ou les équipements de tisanerie.

Ces résultats nous permettent donc de valider nos calculs.

4.3.2 Maison Michel

Période	Consommation EF Factures gaz (kWh EF)
2010 - 2011	45 075
2011 -2012	47 908
2012 - 2013	57 688
2013 - 2014	41 242
2014 - 2015	38 516
2015 - 2016	43 962
2016 - 2017	46 448
2017 - 2018	/
2018 - 2019	/
2019 - 2020	/

Période	Consommation EF Factures électricité (kWh EF)
2010 - 2011	14 696
2011 -2012	12 958
2012 - 2013	13 639
2013 - 2014	14 787
2014 - 2015	13 441
2015 - 2016	14 469
2016 - 2017	13 535
2017 - 2018	23 177
2018 - 2019	24 303
2019 - 2020	1 627

NB : La consommation en gaz et en électricité pour la période 2019-2020 est très faible, probablement à cause du confinement qui a eu lieu en 2020. Cette année n'est pas donc pas prise en compte pour tous calculs.

La production gaz de chauffage ayant été remplacée par une production électrique de chauffage en 2018, Les consommations gaz sont nulles à partir de cette date. De plus la consommation électrique a augmenté.

Soit une consommation moyenne en électricité de 23 740 kWh en chauffage PAC. Comme décrit au chapitre « §3.2 Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex », les consommations totales en électricité calculées sont de 19 317 kWh soit un écart de 16,9% pouvant s'expliquer par le fait que les usages d'eau chaude sanitaire pour la zone de bureaux et les équipements de tisanerie et bureautique ne sont pas pris en compte.

4.3.3 Année de référence

Les consommations de la période 2017-2018 ont été prises en compte pour les calculs des 3 paliers du décret tertiaire les consommations à atteindre sont donc les suivantes :

	Base Année 2017-2018	Cref – 40%	Cref – 50%	Cref – 60%
Consommations GAZ	313677	188206,2	156838,5	125470,8
Consommations ELECTRICITE	95623	57373,8	47811,5	38249,2
TOTAL	409300	245580	204650	163720

5 Réglementation thermique

5.1 Conformité à la réglementation

5.1.1 Réglementation thermique dans l'existant

Généralités :

La réglementation thermique s'appliquant aux travaux de rénovation comprend 2 volets :

- ➔ La réglementation thermique « élément par élément » : arrêté du 3/05/2007 modifié par l'arrêté du 9 mai 2017
- ➔ La réglementation thermique « globale » : arrêté du 13/06/2008

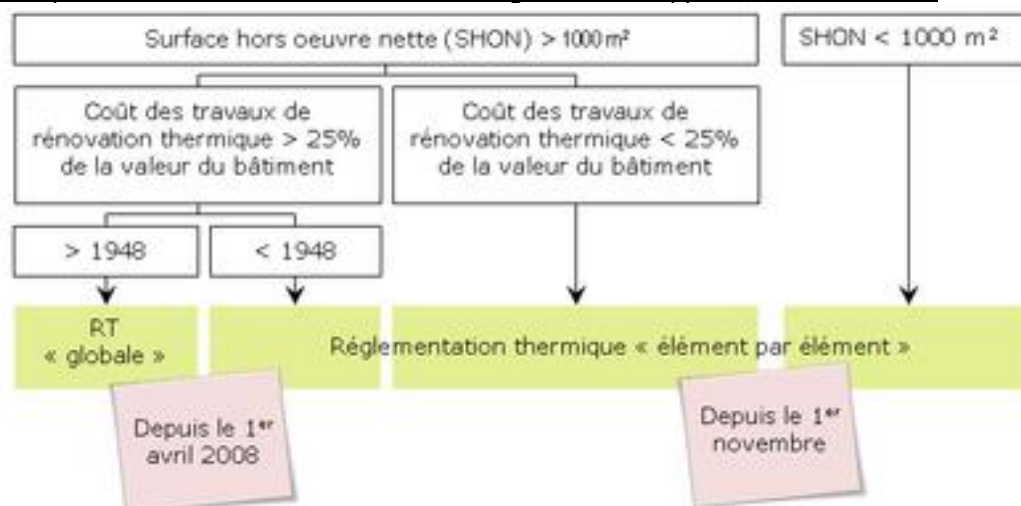
La RT « élément par élément » définit une performance thermique minimale pour l'élément remplacé et n'impose pas de performance globale pour le bâtiment.

La RT « globale » définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové.

Cet objectif porte notamment sur :

- La performance thermique globale de l'enveloppe **Ubât**
- La consommation conventionnelle d'énergie après travaux pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et les auxiliaires **Cep**
- La Température intérieure conventionnelle atteinte en été **Tic**

Conditions permettant la détermination du volet réglementaire applicable au bâtiment :



La surface du groupe scolaire est de 2667,55 m² et est donc supérieure à 1000m².

Le coût de construction actuelle pour les bâtiments tertiaires est de 1466€/m².

L'enveloppe de travaux devra être inférieure à 25% de 3 910 628,3€ soit 977 657€ pour répondre à la RT élément par élément.

La maison Michel n'est soumise qu'à la RT élément par élément.

Cadre réglementaire applicable dans le cadre des travaux de rénovation :

La RT « élément par élément » définit une performance thermique minimale pour l'élément remplacé et n'impose pas de performance globale pour le bâtiment.

Rappel des exigences du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

Parois opaques :

Elément remplacé	Résistance thermique minimale	Isolation équivalente
Murs sur extérieur	2,90 m ² .K/W	12 cm d'isolant (laine minérale / polystyrène / laine végétale)
Murs en contact avec un volume chauffé	2 m ² .K/W	8 cm d'isolant (laine minérale / polystyrène / laine végétale)
Plancher bas sur LNC ou extérieur	2,70 m ² .K/W	12 cm de laine minérale ou végétale 15 cm d'isolation projetée en plancher bas
Combles perdus	4,80 m ² .K/W	20 cm de laine minérale déroulée en 2 couches croisées

Parois vitrées :

Elément remplacé	Coefficient de transmission thermique	Equipement permettant de répondre à l'exigence
Menuiseries	$U_w < 1,90 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Menuiserie PVC ITR double-vitrage 4/16/4 argon faible émissivité
Porte d'entrée	$U_d < 2 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Porte isolée thermiquement
Coffre de volet roulant	$U_c = 2,5 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Minimum 2 cm d'isolation sur les parois du coffre

5.1.2 Résistance thermique Certificats d'Economie d'Energie

La mise en place de performance thermique minimale suivant les fiches bâtiment tertiaire, disponibles sur le site de l'ADEME, permettent l'accès à des subventions. Ces valeurs de performances sont les suivantes :

Parois opaques :

Elément remplacé	Résistance thermique minimale	Isolation équivalente
Murs sur extérieur	3,70 m².K/W	12 cm d'isolant (laine minérale / polystyrène / laine végétale)
Murs en contact avec un volume chauffé	3,70 m².K/W	12 cm d'isolant (laine minérale / polystyrène / laine végétale)
Plancher bas sur LNC ou extérieur	3,00 m².K/W	10 cm de laine minérale ou végétale
Combles perdus	7,00 m².K/W	23 cm de laine minérale déroulée en 2 couches croisées

Parois vitrées :

Elément remplacé	Coefficient de transmission thermique	Equipement permettant de répondre à l'exigence
Menuiseries - toiture	$U_w \leq 1,50 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ET $S_w \leq 0,15$	Menuiserie PVC ITR double-vitrage 4/16/4 argon faible émissivité
Menuiseries - façades	$U_w \leq 1,30 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ET $S_w \leq 0,35$	Menuiserie PVC ITR double-vitrage 4/16/4 argon faible émissivité
Porte d'entrée	$U_d < 2 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Porte isolée thermiquement
Coffre de volet roulant	$U_c = 2,5 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Minimum 2 cm d'isolation sur les parois du coffre

6 Résultats de consommations Etat projet

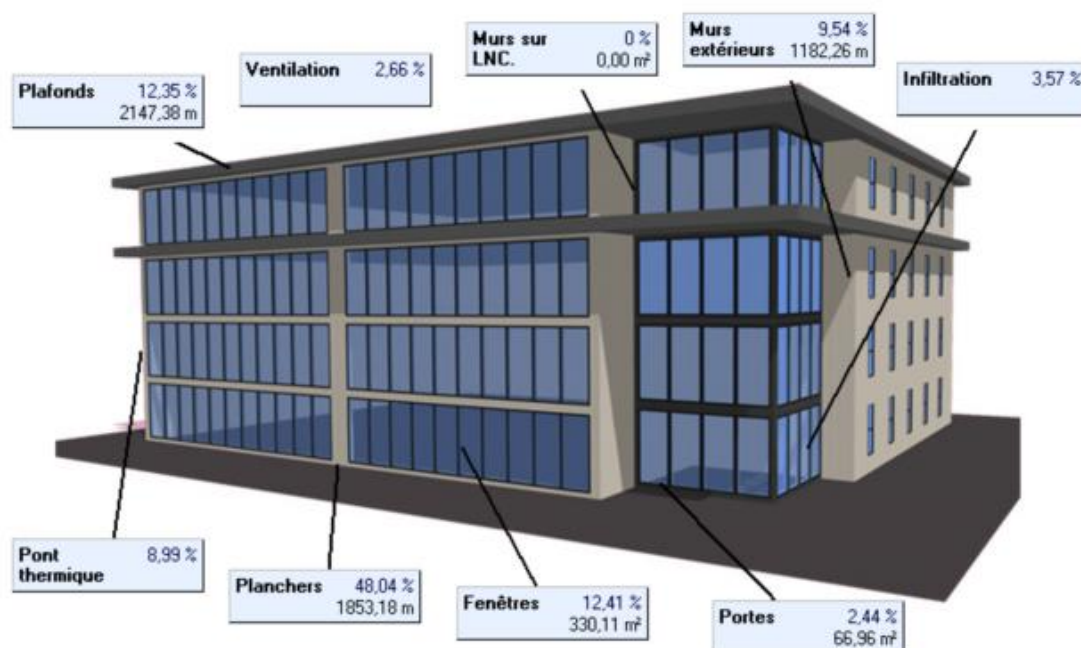
6.1 Scénarii d'amélioration

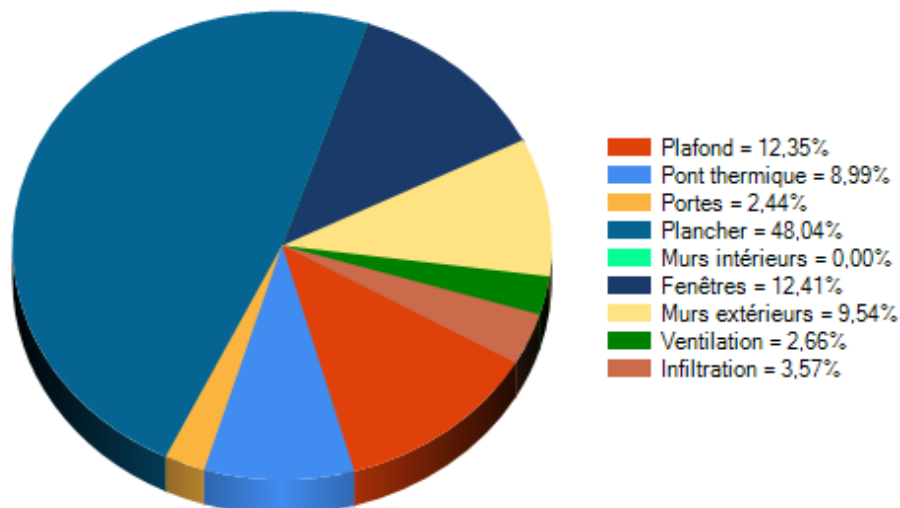
	Scénario 1 : Consommations -40%	Scénario 2 : Consommations -50%	Scénario 3 : Consommations -60%
Isolation thermique par l'extérieur du bâtiment ancien	X	X	X
Remplacement des chaudières gaz	X	X	X
Remplacement des vannes thermostatiques sur radiateurs bitubes	X	X	X
Mise en place de CTA double flux dans les salles de classes et restauration	X	X	X
Remplacement de l'isolation des toitures rampant		X	X
Remplacement des menuiseries des extensions et de la maison Michel		X	X
Isolation en sous face de la cave maison Michel		X	X
Remplacement des vannes thermostatiques sur les radiateurs monotube			X
Remplacement de l'éclairage des extensions			X
Isolation par l'extérieur de tous les bâtiments du groupe scolaire			X
Isolation des toitures terrasses			X

6.2 Déperditions

6.2.1 Scénario 1 : Consommations -40%

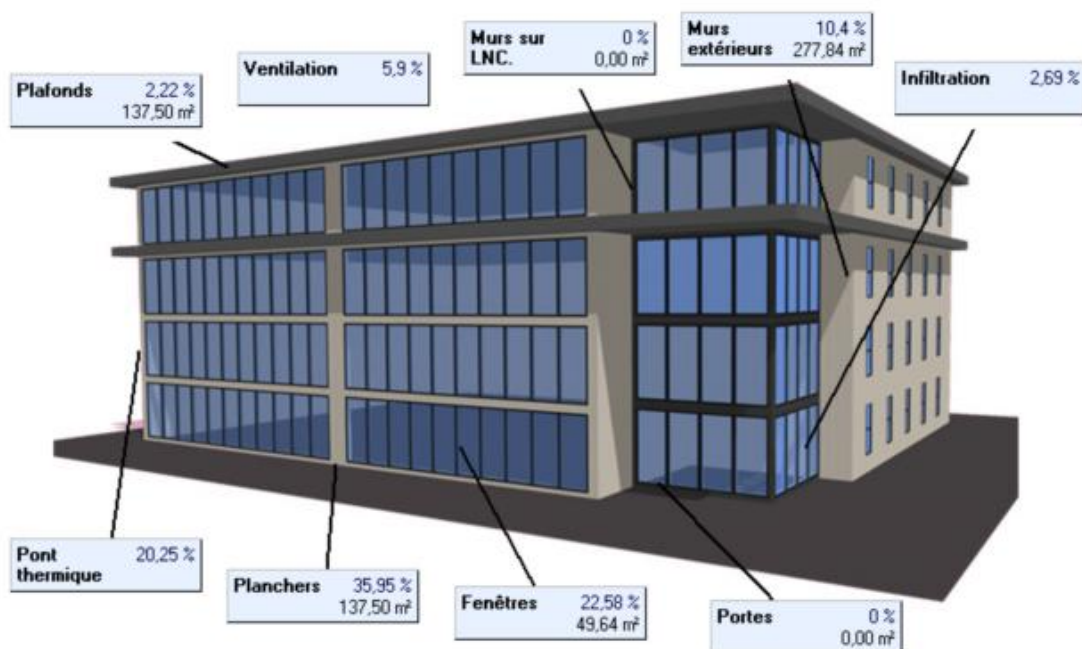
6.2.1.1 Groupe scolaire

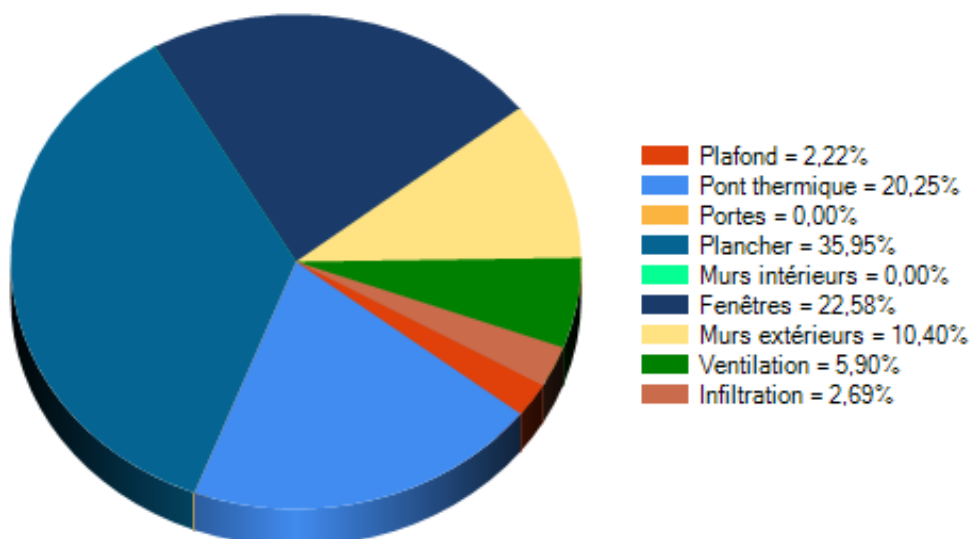




DEPERDITIONS TOTALES : 188,6kW

6.2.1.2 Maison Michel

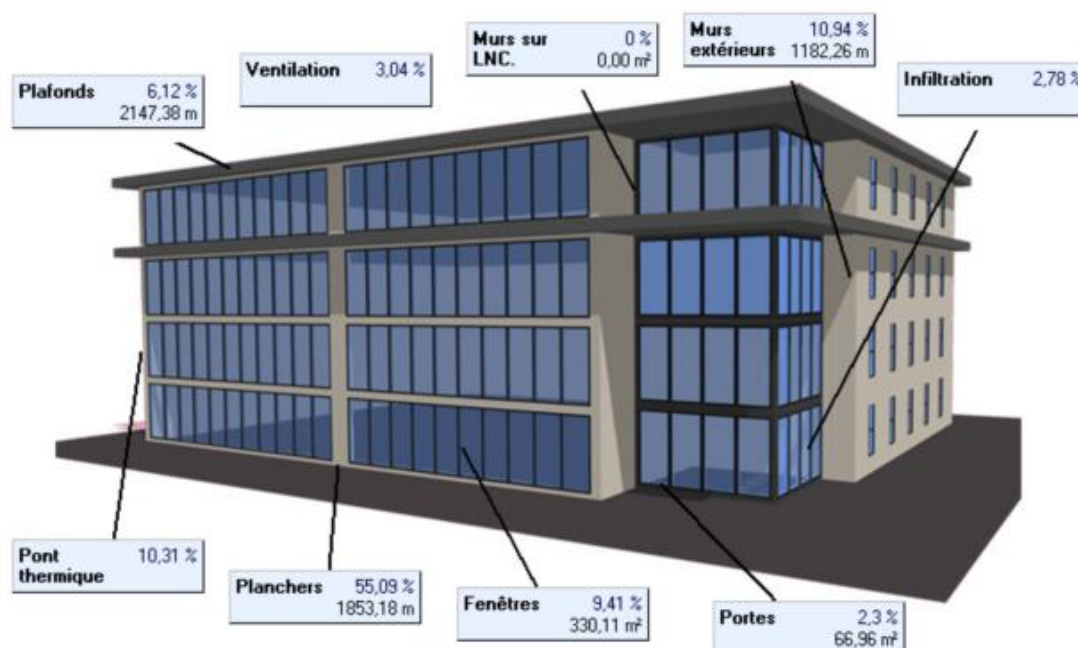


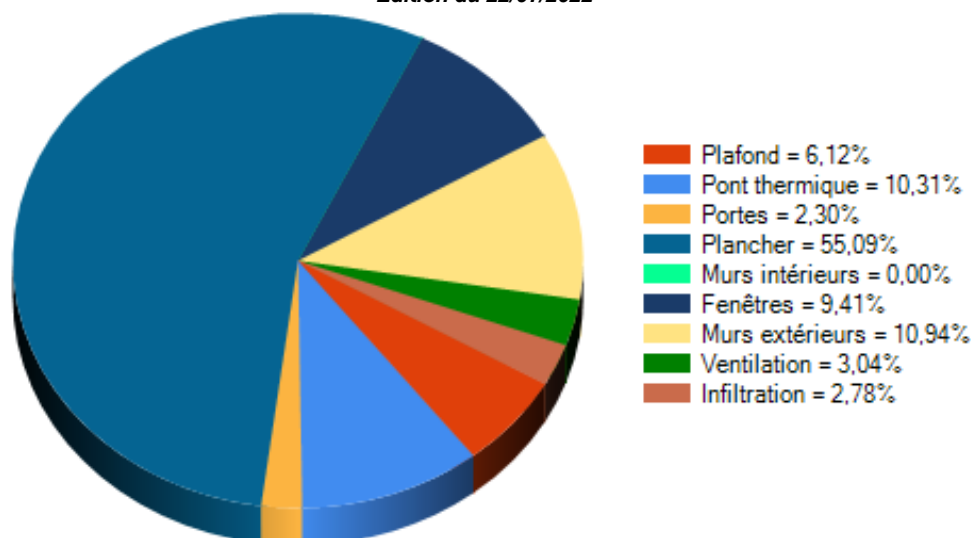


DEPERDITIONS TOTALES : 25,7kW (inchangées)

6.2.2 Scénario 2 : Consommations -50%

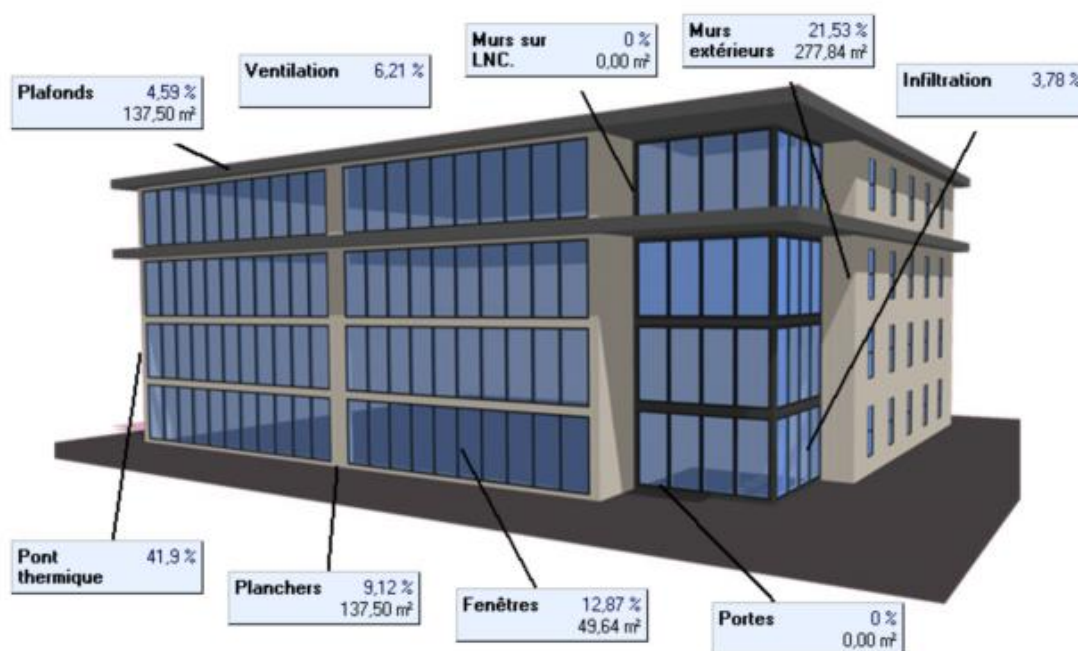
6.2.2.1 Groupe scolaire

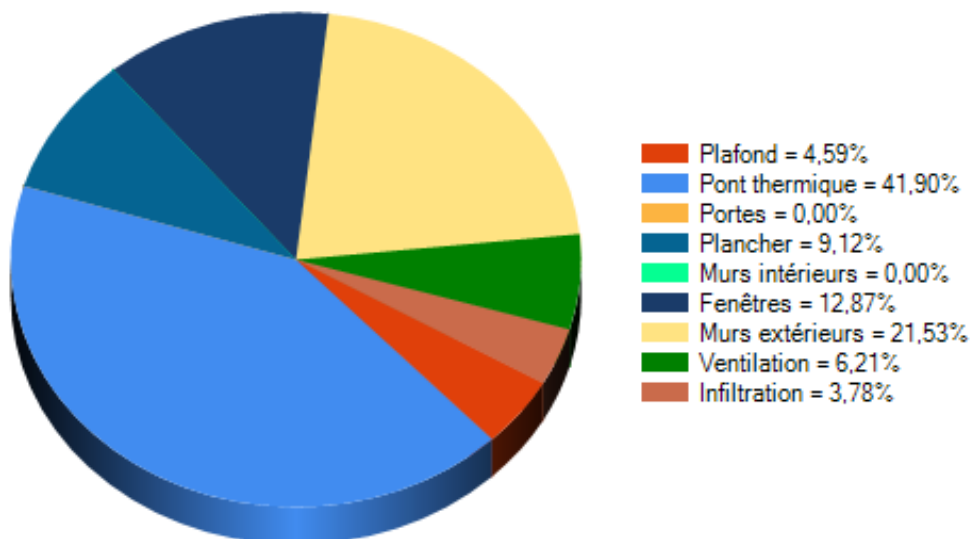




DEPERDITIONS TOTALES : 166,1kW

6.2.2.2 Maison Michel

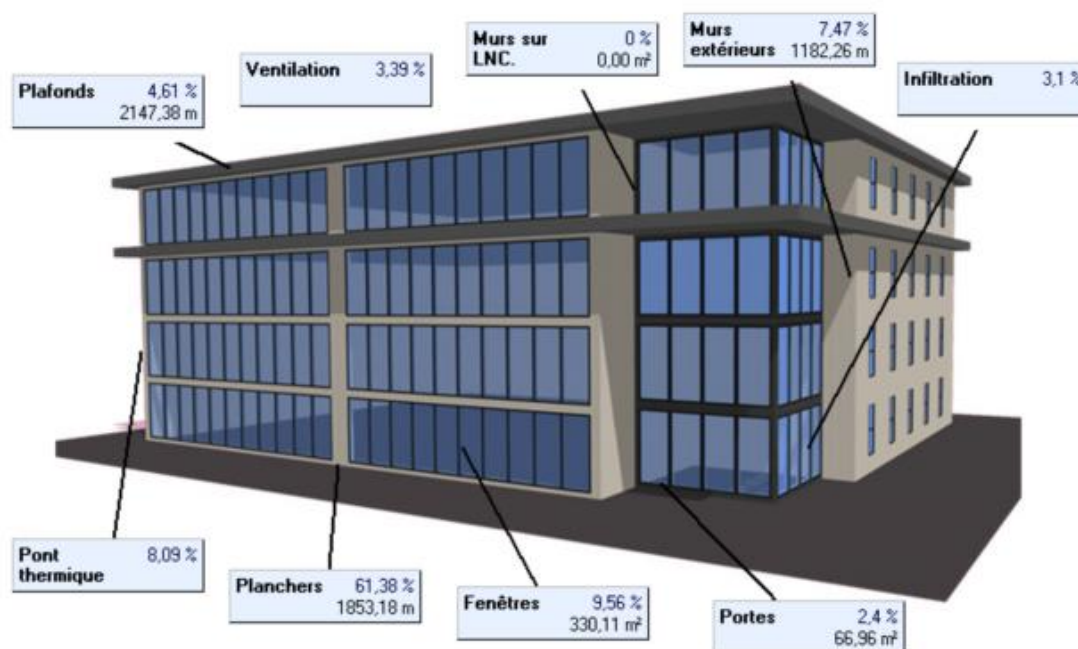


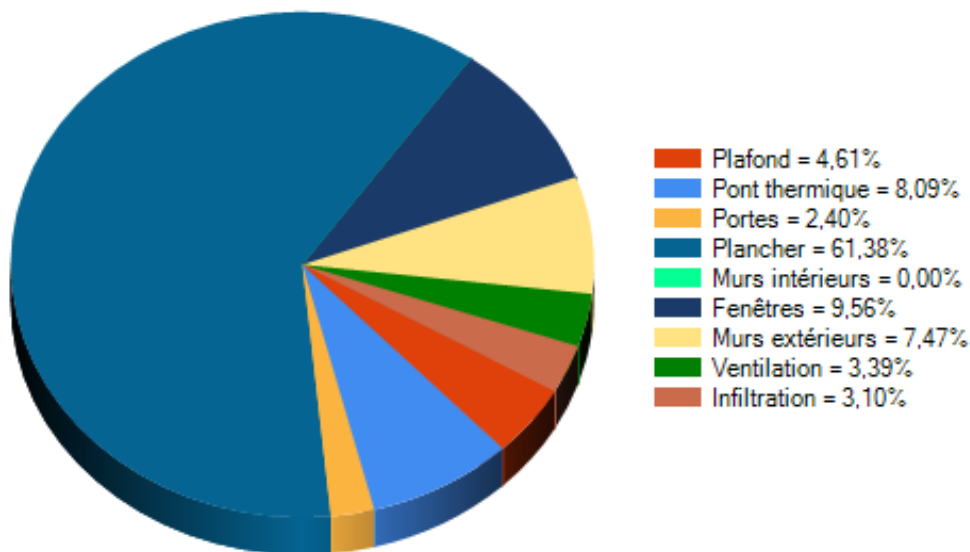


DEPERDITIONS TOTALES : 15,1kW

6.2.3 Scénario 3 : Consommations -60%

6.2.3.1 Groupe scolaire





DEPERDITIONS TOTALES : 150,4kW

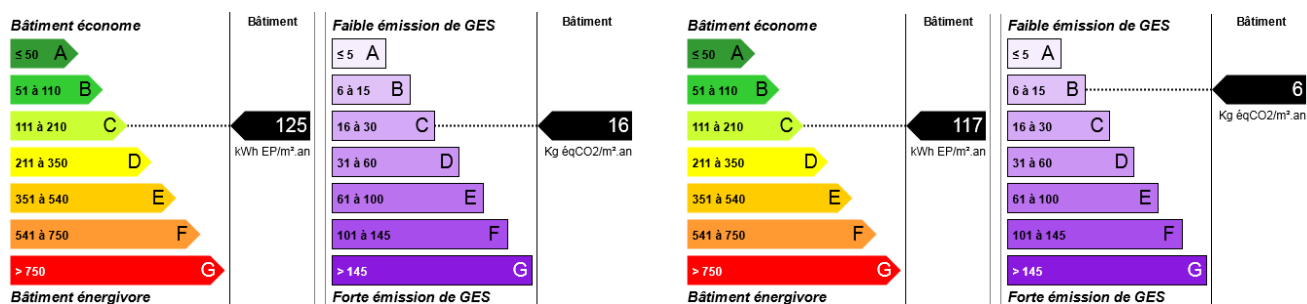
6.2.3.2 Maison Michel

Les déperditions sont identiques au scénario 2 étant donné que les travaux sont les mêmes pour le scénario 3. Les déperditions sont de 15,1kW.

6.3 Consommations moteur de calcul TH-C-E-ex chaufferie gaz

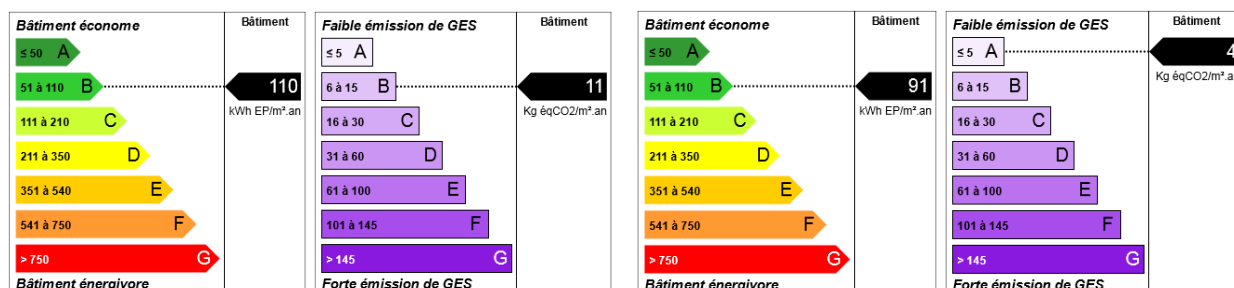
6.3.1 Scénario 1 : Consommations -40%

SCENARIO 1 : Cref - 40%			
	Cref kWhEF/an (Année 2013)	Consommation calculée kWhEF/an	Gain %
TOTAL	409 300	239 783	41,4%



6.3.2 Scénario 2 : Consommations -50%

SCENARIO 2 : Cref - 50%			
	Cref kWhEF/an (Année 2013)	Consommation calculée kWhEF/an	Gain %
TOTAL	409 300	198 562	51,5%

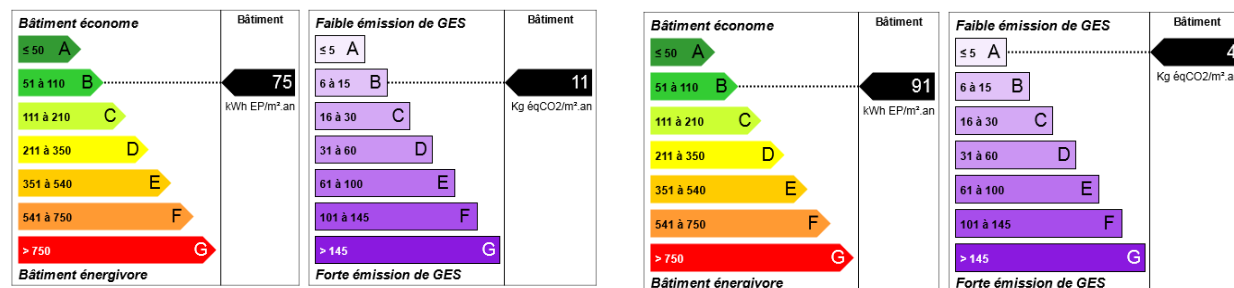


Etiquette DPE Groupe scolaire

Etiquette DPE Maison Michel

6.3.3 Scénario 3 : Consommations -60%

SCENARIO 3 : Cref - 60%			
	Cref kWhEF/an (Année 2013)	Consommation calculée kWhEF/an	Gain %
TOTAL	409 300	163 525	60,05%



Etiquette DPE Groupe scolaire

Etiquette DPE Maison Michel

6.4 Récapitulatif des gains

	existant	scénario 1	gain %	scénario 2	gain %	scénario 3	gain %
Déperditions - kW	210,10	188,60	-10,23	166,10	-20,94	150,40	-28,42
CEP - kWhEP/m².SHON.an	181,00	125,10	-30,88	110,20	-39,12	74,50	-58,84
GES - kgeqCO2/m².an	34,00	16,00	-52,94	11,00	-67,65	11,00	-67,65
CEF FACTURES- kWhEF/an	409300,00	239783,00	-41,42	198562,00	-51,49	163525,00	-60,05

7 Préconisations thermiques

Voici nos préconisations pour l'enveloppe du bâtiment. Elles sont basées à minima sur les garde-fous des CEE (certificats d'économie d'énergie) afin de permettre à la maîtrise d'ouvrage d'avoir des subventions.

7.1 Plancher sur cave maison Michel

- Résistance thermique $\geq 3 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Isolation projetée de la dalle haute de la cave

Matériau	Conductivité	Epaisseur minimale
Laine de roche	0,036 W/mK	11cm

Montant estimatif des travaux : **8 500 € HT**

7.2 Murs extérieurs

- Résistance thermique $\geq 3,7 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Isolation par l'extérieur des parois verticales

Matériau	Conductivité	Epaisseur minimale
Laine de verre	0,032 W/mK	12cm

Isolation du bâtiment ancien :

Montant estimatif des travaux : **62 000 € HT**

Isolation de l'ensemble des bâtiments :

Montant estimatif des travaux : **160 000 € HT**

7.3 Toiture rampant

- Résistance thermique $\geq 8 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Matériau	Conductivité	Epaisseur minimale
Laine de bois	0,036 W/mK	29cm

Montant estimatif des travaux : **200 000 € HT**

7.4 Toiture terrasse

- Résistance thermique $\geq 6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Isolation sur dalle des toitures terrasses

Matériau	Conductivité	Epaisseur minimale
Polyuréthane	0,022 W/mK	13cm

Montant estimatif des travaux : **10 000 € HT**

7.5 Menuiseries

- Nature : Double vitrage 4/20/4 90% argon peu émissif
- Performance globale : $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ pour les menuiseries sur murs
- Performance globale : $U_w \leq 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ pour les menuiseries en toiture
- Facteur de transmission lumineuse $T_l \geq 60\%$
- Facteur solaire hiver $Sw_c \geq 50\%$
- Facteur solaire été total $Sw_e \leq 35\%$

Montant estimatif des travaux groupe scolaire **115 000 € HT**

Montant estimatif des travaux maison Michel **25 000 € HT**

8 Préconisations sur les installations de génie climatique

8.1 Installation de chantier

Dans le cadre de cette opération, il sera prévu par l'entreprise du présent lot la mise en œuvre d'une installation de chantier conforme au décret du 14/11/88 relatif à la protection des travailleurs et aux recommandations de l'O.P.P.B.T.P.

Montant estimatif des travaux : **1000 € HT**

8.2 Remplacement des chaudières gaz

Remplacement des chaudières gaz existantes par des chaudières gaz à condensation modulantes murales adaptées aux déperditions calculées.

Descriptif sommaire des travaux :

- ◆ Fourniture et pose de chaudières gaz modulantes à condensation
- ◆ Fourniture et pose de pompes à débit variable
- ◆ Fourniture et pose d'organes hydraulique (vannes, vanne d'équilibrage, de régulation, soupape de sécurité, vase d'expansion, purgeur, thermomètre, filtre, pot à boue, etc...)
- ◆ Fourniture et pose d'un compteur d'énergie général
- ◆ Fourniture et pose de tuyauterie acier noir
- ◆ Fourniture et pose de calorifuge
- ◆ Fourniture et pose d'une armoire électrique de puissance et de régulation
- ◆ Essais et mise en route

Montant estimatif des travaux : **70 000 € HT**

8.3 Mise en place d'une GTC

La mise en place d'une GTC afin de réguler l'ensembles des réseaux, faire des économies d'énergie et réguler les pièces afin d'éviter les problématiques d'inconforts liés à l'équilibrage.

Descriptif sommaire des travaux :

- ◆ Fourniture et pose de régulateurs numériques communicants
- ◆ Raccordement électrique entre modules et capteur
- ◆ Fourniture et pose d'une passerelle de communication
- ◆ Essais, programmation et mise en route

Montant estimatif des travaux : **40 000 € HT**

8.4 Remplacement des vannes thermostatiques sur radiateurs bitubes

Remplacement des vannes thermostatiques sur les radiateurs tuyauterie bitube des extensions.

Descriptif sommaire des travaux :

- ◆ Dépose des robinets et coude de réglage des radiateurs existants
- ◆ Fourniture et pose de robinets à têtes thermostatiques à variation temporelle $\leq 0,3^{\circ}\text{C}$
- ◆ Fourniture et pose de coude de réglage

Montant estimatif des travaux : **3 500 € HT**

8.5 Remplacement des vannes thermostatiques sur radiateurs monotubes

Remplacement des vannes thermostatiques sur les radiateurs tuyauterie monotube de la partie maternelle ancienne. – cela nécessite la mise en place d'une GTC

- ◆ Mise en place des vannes motorisées sur chaque radiateur
- ◆ Fourniture et pose de vanne d'isolement
- ◆ Fourniture et pose d'une vanne d'équilibrage (à positionner toute ouverte)
- ◆ Mise en place d'un thermostat d'ambiance par salle de classe
- ◆ Raccordement électrique jusqu'en chaufferie
- ◆ Mise en place du matériel assurant le bon fonctionnement de la régulation (centrale de gestion, régulateur, alimentation KNX, ...)
- ◆ Mise en service

Montant estimatif des travaux : **15 500 € HT**

8.6 Mise en place d'une Ventilation double flux dans les salles de classe

8.6.1 Bâtiment maternelle ancien

Mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux pour le traitement hygiénique des salles de classes. Création d'un faux plafond dans le hall pour mise en place des équipements et réseaux de distribution.

Description sommaire des travaux :

- ♦ Pose d'une CTA double flux en faux plafond ; CTA d'un débit maximum de 3200m³/h, batterie chaude électrique.
- ♦ Fourniture et pose d'une armoire de commande et protection des équipements
- ♦ Raccordement électrique de la centrale double-flux et du défaut sur attentes électricien ;
- ♦ Fourniture et pose de silencieux circulaires à bulbes.
- ♦ Création de réseaux de gaines de soufflage, reprise
- ♦ Fourniture et pose de calorifugeage des gaines
- ♦ Fourniture et pose de grilles de soufflage et de reprises
- ♦ Fourniture et pose de sondes CO2 et registres motorisés afin de réguler les débits dans les pièces
- ♦ Création d'une prise d'air neuf et de rejet en toiture
- ♦ Repérage des câbles et schémas ;
- ♦ Mise à la terre ;
- ♦ Mise en service, réglages et essais de fonctionnement ;
- ♦ Rapport d'essais et mesure des débits ;

Montant estimatif des travaux :

35 000 € HT

8.6.2 Bâtiment extension primaire

Mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux pour le traitement hygiénique des salles de classes et de la salle de restauration. Pose de la CTA en toiture terrasse

Description sommaire des travaux :

- ◆ Pose d'une CTA double flux en toiture terrasse, CTA d'un débit maximum de 2550m³/h, batterie chaude électrique.
- ◆ Fourniture et pose d'une armoire de commande et protection des équipements
- ◆ Raccordement électrique de la centrale double-flux et du défaut sur attentes électricien ;
- ◆ Fourniture et pose de silencieux circulaires à bulbes.
- ◆ Création de réseaux de gaines de soufflage, reprise
- ◆ Fourniture et pose de calorifugeage et protection des gaines
- ◆ Fourniture et pose de bouches de soufflage et de reprises
- ◆ Fourniture et pose de sondes CO₂ et registres motorisés afin de réguler les débits dans les pièces
- ◆ Création d'un réseau de prise d'air neuf et de rejet
- ◆ Repérage des câbles et schémas ;
- ◆ Mise à la terre ;
- ◆ Mise en service, réglages et essais de fonctionnement ;
- ◆ Rapport d'essais et mesure des débits ;

Montant estimatif des travaux :

30 000 € HT

8.6.3 Bâtiment extension maternelle

Mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux pour le traitement hygiénique des salles de classes et de la salle de sport. Pose de la CTA en toiture terrasse

Description sommaire des travaux :

- ◆ Pose d'une CTA double flux en toiture terrasse, CTA d'un débit maximum de 2700m³/h, batterie chaude électrique.
- ◆ Fourniture et pose d'une armoire de commande et protection des équipements
- ◆ Raccordement électrique de la centrale double-flux et du défaut sur attentes électricien ;
- ◆ Fourniture et pose de silencieux circulaires à bulbes.
- ◆ Création de réseaux de gaines de soufflage, reprise
- ◆ Fourniture et pose de calorifugeage et protection des gaines
- ◆ Fourniture et pose de bouches de soufflage et de reprises
- ◆ Fourniture et pose de sondes CO₂ et registres motorisés afin de réguler les débits dans les pièces
- ◆ Création d'un réseau de prise d'air neuf et de rejet
- ◆ Repérage des câbles et schémas ;
- ◆ Mise à la terre ;
- ◆ Mise en service, réglages et essais de fonctionnement ;
- ◆ Rapport d'essais et mesure des débits ;

Montant estimatif des travaux :

30 000 € HT

8.7 Remplacement de l'éclairage

Rénovation complète de l'éclairage des extensions pour une meilleure maîtrise des consommations et de l'usage.

Description sommaire des travaux :

- ◆ Fourniture et pose d'appareils dotés de source LED ;
- ◆ Fourniture et pose de gradation en fonction de l'apport lumineux extérieur dans les pièces principales ;
- ◆ Fourniture et pose de détection de présence avec extinction automatique en cas d'absence prolongée dans les locaux à usage intermittents (rangements, sanitaire...) ;
- ◆ Fourniture et pose d'un système d'extinction centralisée et automatique de l'éclairage de l'ensemble du bâtiment ;
- ◆ Mise en service, réglages et essais de fonctionnement ;

Montant estimatif des travaux :

70 000 € HT

8.1 Récapitulatif des montants par scénarii

DESIGNATION	Prix HT
Scénario 1 : Consommations - 40%	
Installation de chantier	1 000 €
Isolation par l'extérieur du bâtiment ancien	62 000 €
Remplacement des chaudières gaz et GTC	110 000 €
Remplacement des vannes thermostatiques des radiateurs bitube	3 500 €
Mise en place de ventilation double flux dans les salles de classe et restauration	95 000 €
TOTAL : Scénario 1 :	271 500,00 €
Scénario 2 : Consommations -50%	
Installation de chantier	1 000 €
Isolation par l'extérieur du bâtiment ancien	62 000 €
Remplacement des chaudières gaz et GTC	110 000 €
Remplacement des vannes thermostatiques des radiateurs bitube	3 500 €
Mise en place de ventilation double flux dans les salles de classe et restauration	95 000 €
Remplacement de l'isolation des toitures rampant	200 000 €
Remplacement des menuiseries des extensions et de la Maison Michel	25 000 €
Isolation en sous face de la cave de la maison Michel	8 500 €
TOTAL : Scénario 2 :	505 000,00 €
Scénario 3 : Consommations -60%	
Installation de chantier	1 000 €
Remplacement des chaudières gaz	110 000 €
Remplacement des vannes thermostatiques des radiateurs bitube	3 500 €
Mise en place de ventilation double flux dans les salles de classe et restauration	95 000 €
Remplacement de l'isolation des toitures rampant	200 000 €
Remplacement des menuiseries des extensions et de la Maison Michel	25 000 €
Isolation en sous face de la cave de la maison Michel	8 500 €
Remplacement des vannes thermostatiques des radiateurs monotubes	15 500 €
Remplacement de l'éclairage des extensions	70 000 €
Isolation par l'extérieur de l'ensemble des bâtiments	160 000 €
Isolation des toitures terrasses	10 000 €
TOTAL : Scénario 3 :	698 500,00 €