Eneos

Eco-énergie du bâtiment

ENEOS SARL

496 rue de la Martinière
73000 BASSENS

Tél. : 04 79 70 99 50
Fax : 09 70 62 17 66

E-mail : contact@eneos.pro

AUDIT ENERGETIQUE salle polyvalente MENTHONNEX EN BORNES

28/03/2017

Maître d'ouvrage

SOMMAIRE

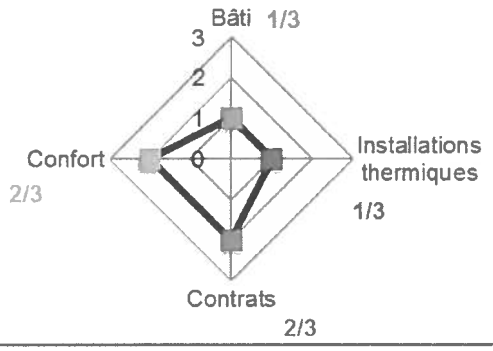
1. Synthèse 3
2. Informations générales 7
3. Performance énergétique actuelle des bâtiments 8
   3.1. L'enveloppe 8
      3.1.1. Facteur de forme 8
      3.1.2. Les murs 8
      3.1.3. Les menuiseries 9
      3.1.4. Les planchers bas 10
      3.1.5. Les planchers hauts 10
      3.1.6 L'étanchéité à l'air 11
   3.2 Les systèmes 13
      3.1.1 Le Chauffage 13
      3.1.1.1 Généralités chaufferie 13
      3.1.1.2 Equipements de chauffage 14
      3.1.2 L'eau chaude sanitaire 16
      3.1.3 Ventilation 16
4. Les consommations d'énergie 18
5. Améliorations 19
   5.1. Améliorations Prioritaires 19
   5.2 Améliorations également envisageables 21
   5.3 Scénario recommandé 23

1. Synthèse

- Analyse des performances actuelles

Le bâtiment date de 1987 abrite deux parties distinctes : une crèche dans l'aile sud et une salle polyvalente avec cuisine dans la partie nord. L'énergie nécessaire au chauffage et à la préparation de l'eau chaude sanitaire est produite via **une chaudière fuel de 1988** (installation peu performante avec une régulation défectueuse, note 1/3 ci-contre).
Il y a un contrat d'entretien sur ce bâtiment (note 2/3 ci-contre).
En termes de confort, le bâtiment apparait comme surchauffé (températures relevées entre 22 et 23.5°C) et insuffisamment ventilé (VMC à l'arrêt) (note de 1/3).

Notation :
1 Très mauvais état / Non-respect de la réglementation thermique
3 Bon état / respect de la réglementation thermique



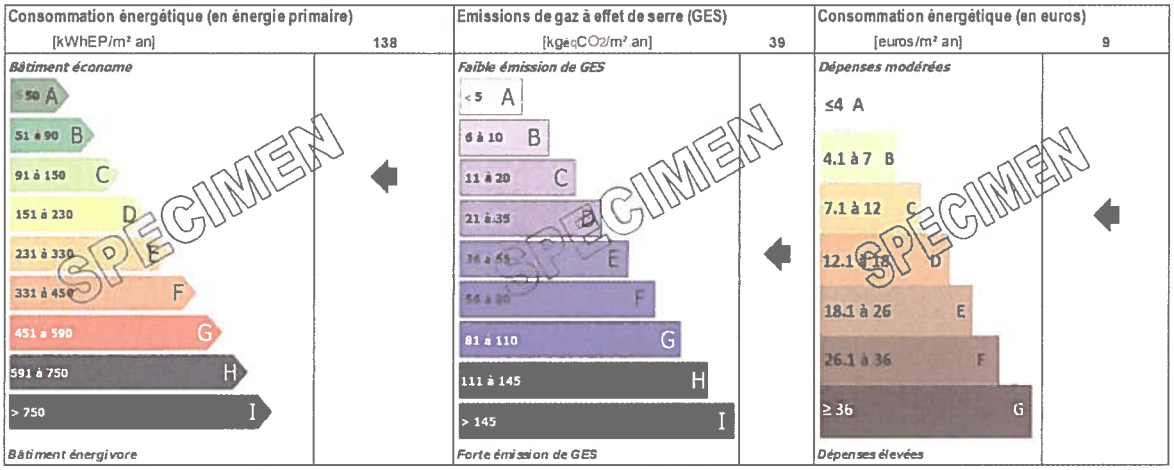
L'isolation du bâtiment est **hétérogène**, avec des vitrages peu performants, une étanchéité à l'air médiocre et des murs et une toiture correctement isolés (note 2/3 ci-contre). La faible compacité du bâtiment se traduit par des surfaces déperditives importantes et par conséquent des consommations relativement élevées.

L'absence de fonctionnement de la VMC induit une sous-consommation du bâtiment du fait de la réduction des pertes par la ventilation. A contrario, le mauvais fonctionnement de la régulation engendre une surconsommation.

PRECONISATIONS ENERGETIQUES		
USAGE	*Comportements et habitudes*	Communiquer les indicateurs de consommations d'énergie et d'eau ainsi que les coûts Développer des projets avec les usagers sur le thème de l'énergie Augmenter le taux d'utilisation des surfaces pour amortir les charges fixes (Salle polyvalente) S'assurer de l'extincion des équipements de bureautique, électroménagers et l'éclairage en dehors des heures d'utilisation
REGULATION	*Ventilation*	Adapter les horaires de fonctionnement des VMC à l'usage des locaux Programmation de modes vacances Mise en place d'horloge sur les VMC sanitaires
	Chauffage	Adapter les programmes horaires des plages de confort et réduit Mise en place de vannes thermostatiques sur les radiateurs avec commande à distance Limiter température chauffage WC public
	Eau	Mise en place de mousseurs sur les robinets non pourvus Remplacement mécanisme chasse d'eau (double commande)
SYSTEMES	*Distribution chauffage et ECS*	Compléter l'isolation des tuyaux non isolés dans les locaux techniques
	Ventilation	Remise en état de la VMC école Mise en place d'une CTA pour la salle polyvalente
	Eclairage	Remplacement tubes néons T8 par LED
	Chaufferie	Remplacement de la chaudière par une pompe à chaleur géothermique
	ENR	Installation photovoltaïque
ENVELOPPE	*Menuiseries*	Remplacement des mensuiseries par des menuiseries double vitrage à isolation renforcée. Uw = 1.3 $W/m^2.K$ y compris portes d'entrée
	Etanchéité à l'air	Traitement des défauts d'enveloppe (passages de gaines et conduits dans l'isolation)
	Murs extérieurs	Isolation extérieure avec environ XX cm de laine de roche et plaques XXXX
	Toiture	complément d'isolation en sarking avec XX cm de polyuréthane ou laine de bois?

Performances énergétique globale du bâtiment et enjeux pour la commune :

Performance énergétique du bâtiment
($kWh_{ep}/m^2.an$)

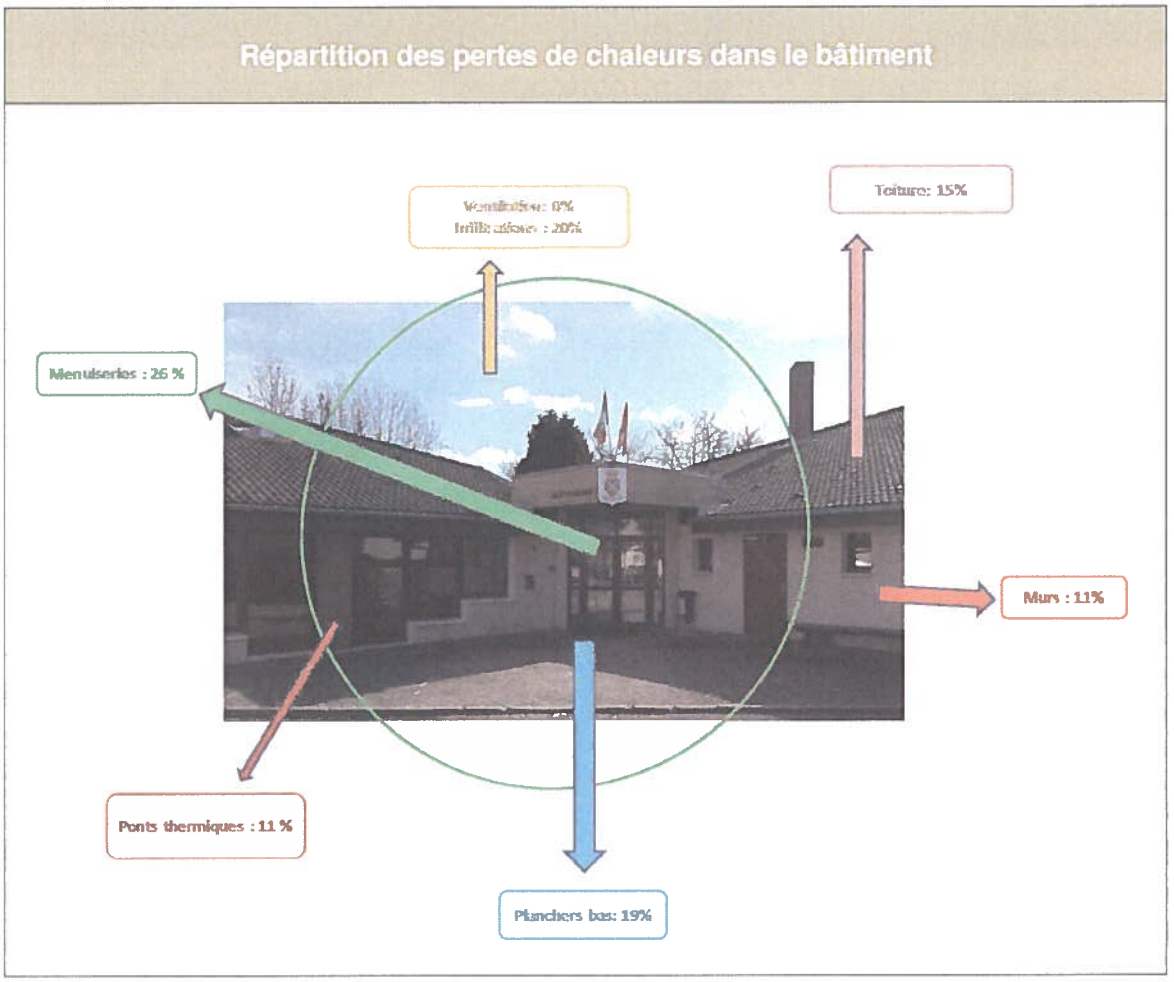


NOTA : Ces étiquettes peuvent différer de celles d'un Diagnostic de Performance Energétique (DPE). Elles n'ont pas de valeur contractuelle car elles sont établies d'après la consommation réelle du bâtiment et non d'après la méthode de calcul conventionnelle (3CL). D'autre part, ce rapport est réalisé par ENEOS et non par un Diagnostiqueur DPE acrédité

➔ Ce bâtiment est responsable de l'émission de 21 Tonnes de CO2 par an

L'étiquette est déterminée sur la base des consommations constatées c'est-à-dire sans les pertes liées à la ventilation qui est hors service.

Répartition des déperditions de chauffage des bâtiments :



Commentaires

La construction est réalisée en béton avec une isolation intérieure des **murs**. Les surfaces **importantes de vitrage** dont les performances sont mauvaises pénalisent le bilan énergétique.
La construction est, de par sa conception, pénalisée par de **nombreux ponts thermiques** : angles rentrants et sortants, murs de refends, planchers sur l'extérieur.
La **toiture** est isolée sur la chevronnage (sarking) avec une épaisseur conséquente de mousse polyuréthanne protégée côté intérieur par des panneaux de fibres de bois.
Les planchers sur le vide sanitaire et sur terre-plein sont très faiblement isolés avec quelques cm d'isolant.

2. Informations générales

Description du bâtiment	
Nom du bâtiment	Salle polyvalente
Adresse	74350 Menthonnex-en-Bornes
Type de bâtiment	Crèche et salle polyvalente
ERP (oui/non)	Oui
Surface totale du site	570 m²
Surface chauffée estimée	552 m²
Volume chauffé estimé	1300 m³

Caractéristiques d'occupation	
Nombres d'occupants	Environ 30 personnes (crèche)
Différentes activités	Crèche – activités associatives et culturelles - repas
Différents horaires d'occupation	Périscolaire : tous les jours de 7h à 8h30 et de 16h à 19h Réseau assistantes maternelles : 2 à 3h / jour Salle polyvalente : 2h/ jour en semaine Location privée : 1weekend sur 3

Caractéristiques climatiques			
Emplacement	Le site se situe à une altitude d'environ 800 m. La station météorologique retenue est celle de Meythet, située à une altitude de 450 m. La température extérieure de référence[1] est égale à -15°C.		
DJU 20°C	La rigueur climatique se caractérise par les **DJU** (Degrés Jours Unifiés)[2]. Plus l'hiver est rigoureux, plus son cumul de DJU est élevé.		
	2013/2014	2014/2015	2015/2016
	3511	3458	3555
Soleil	Les **masques solaires** engendrés par le relief et ont été estimés sur ce bâtiment : une annexe est disponible en fin de rapport.		

[1] Température minimale pour laquelle les chaudières sont dimensionnées

3. Performance énergétique actuelle des bâtiments

Dans la suite de cette étude, pour évaluer l'état architectural, fonctionnel et thermique des éléments du bâtiment on utilisera les échelles suivantes :

Cette étude de performance énergétique passe tout d'abord par une analyse générale de l'enveloppe des bâtiments, en particulier la qualité des matériaux et des équipements existants.

Fonctionnalité :

- Bon état, fonction remplie
- Etat moyen, quelques défauts mais fonction remplie
- Mauvais état, fonction non remplie

Thermique :

- \+ Performant
- ≈ Correct
- — Insuffisant

3.1. L'enveloppe

3.1.1. Facteur de forme

La puissance déperditive calculée de l'ordre de 47kW à -15°C correspond à une puissance spécifique de l'ordre de 85W/m². Cette valeur assez élevée malgré l'isolation correcte des murs et de la toiture s'explique en partie par la forme du bâtiment, extrêmement peu compacte. Le facteur de forme atteint une valeur de 3 alors qu'un bâtiment compact présente des valeurs entre 1 et 2.

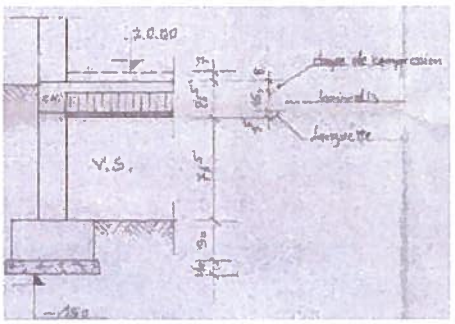
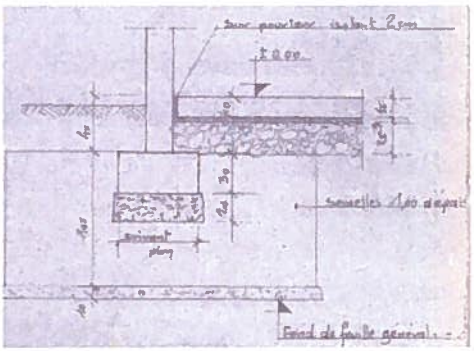
3.1.2. Les murs

Paroi	Etat actuel	Composition		Résistance thermique (m².K/W)
Murs en béton	😐		Existant Enduit extérieur, 20 cm de béton banché, isolation intérieure de 10 cm laine de roche, revêtement intérieur	2.0 ≈
Valeur RT rénovation				2.3
Valeur Objectif				4

3.1.3. Les menuiseries

Paroi	Etat actuel	Composition		Conductivité thermique (Uw) (W/m².K)
Menuiseries d'origine	☹		Existant Double vitrage bois Stores intérieurs Etanchéité à l'air moyenne	3.2 —
Valeur RT rénovation				2,3
Valeur Objectif				1.3

3.1.4. Les planchers bas

Paroi	Etat actuel	Composition		Résistance thermique (m².K/W)
Plancher bas sur vide sanitaire	☹		Existant Poutrelles et hourdis béton Faible isolation de 3 cm	1.1 —
Plancher bas sur terre plein	☹		Existant Forme béton et isolation de 3,5 cm Hauteur VS : 76 cm	1.5 —
Valeur RT rénovation				2 à 2.3
Valeur Objectif				3.9

3.1.5. Les planchers hauts

Paroi	Etat actuel	Composition		Résistance thermique (m².K/W)
Toiture terrasse	😐		Existant Polyuréthane 10 cm mm sur dalle béton	2.8 ≈

Toitures en pente	😐	 	<u>Existant</u> Panneaux polyuréthane 10cm sous panneau fibre de bois Heraklith Pente 38%	3.2 ≈
Valeur <u>RT rénovation :</u>				2.5 à 4
Valeur <u>Objectif</u>				5.8 à 8.6

3.1.6 L'étanchéité à l'air

Type	Composition	
Rampants mezzanine		Gaine électrique traversant le mur extérieur. Pas de calfeutrage ou joint.

Tuyau de fumées hotte de cuisine		Aucune étanchéité entre le tuyau et la paroi intérieure
Porte accès WC publique		La porte ne ferme pas alors que le WC est chauffé

Commentaires

Les menuiseries constituent le point faible thermique de l'enveloppe de part leur faible performance thermique et leur faible étanchéité à l'air.
On observe également des défauts ponctuels dans l'étanchéité de l'enveloppe lié à des travaux (passages de gaine, de tuyau en particulier).

3.2 Les systèmes

3.1.1 Le Chauffage

Voir annexe 2 sur tous les détails chaufferie et les schémas de chaufferie

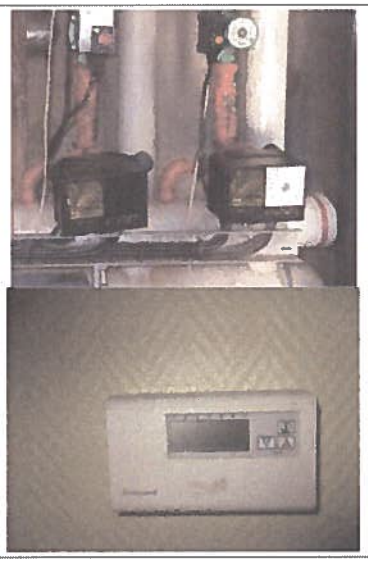
3.1.1.1 Généralités chaufferie

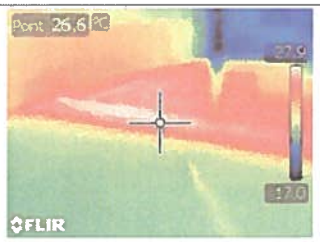
	Photo	Description
Conformité réglementaire Urgent ☹		• Porte non coupe-feu • Plafond non stable au feu • Absence coupure force lumière
Entretien chaufferies 😐	Contrôles de combustion réalisés. La chaudière est entretenue annuellement. Le reste de l'installation n'est cependant pas entretenu (Régulation hors service)	

Commentaires

La priorité est de remettre en état le système de régulation et de remplacer la chaudière.

3.1.1.2 Equipements de chauffage

	Photo	Description
Production Etat actuel ☹		• 1 chaudière Buderus Logana de 80kw de 1988. La puissance supérieure aux pertes des bâtiments. Brûleur Weishaupt WL 20-A de 1998 à 1 allure. • Rendement de combustion : 91%.
Distribution Etat actuel ☹		• 3 circuits de chauffage du plancher chauffant (salle polyvalente), des radiateurs et de l'aérotherme. • Pompes simples Wilo • Gestion de la régulation par vanne 3 voie motorisée avec régulateurs sur sonde extérieure pour planchers et radiateurs. • L'isolation des circuits en chaufferie est correcte.
Régulation Etat actuel ☹		• L'ensemble de la régulation est HS. Le bâtiment est chauffé tous les jours sans réduit possible la nuit et le weekend quand le bâtiment n'est pas occupé. Le fonctionnement actuel est réglé pour des conditions extérieures hivernales, ce qui engendre, par journée ensoleillé et en mi saison, des températures intérieures élevées et donc des surconsommations de chauffage. ≈
Emission Etat actuel 😐		• Plancher chauffant dans la salle polyvalente avec une nourrice en mauvais état général (équilibrage) et une partie des boucles froides (embouage ?).

	 	• Aérotherme CIAT d'origine de 20 kW avec commande (minuterie) en cuisine. Peu utilisé et bruyant. • Radiateurs avec ou sans vannes thermostatiques dans les autres locaux.

Commentaires

Les équipements de production de chaleur sont en mauvais état général. La chaudière est ancienne et a un mauvais rendement de combustion.
La régulation ne fonctionne pas correctement.
Les mesures de températures ponctuelles effectuées dans les locaux montrent qu'ils sont surchauffés (entre 22.5 et 23.6°C) . La thermographie réalisée sur la plancher chauffant a permis de constater qu'une partie des boucles sont froides (présence de boue ou problème de vanne ou d'équilibrage).

Le fonctionnement actuel de l'installation est énergivore et aucune modification ou amélioration ne peut être mises en place sans le remplacement complet du système de régulation.
Concernant la salle polyvalente, il était prévu à l'origine le fonctionnement du plancher chauffant comme base et l'aérotherme était utilisé comme appoint et permettait d'atteindre la température de confort et de réguler la température intérieure en fonction de l'occupation. Aujourd'hui, l'aérotherme étant HS, le plancher chauffant est le seul moyen de chauffage ce qui n'est donc pas adapté à ce type de local.

3.1.2 L'eau chaude sanitaire

	Photo	Description
Production Etat actuel ☹		Ballon électrique de 400 litres sans bouclage.

Commentaires

La production d'eau chaude est assurée par un ballon électrique alimenté par un tarif bleu unique (pas d'heures creuses).

3.1.3 Ventilation

Local	Photo	Description
Salle Polyvalente 😐		Ventilateur extracteur à enveloppe CIAT PL65 Débits : 4400 m3/h Commande par minuterie en cuisine Entretien : RAS
Crèche ☹		Ventilateur de gaine Vent-Axia Débit maxi : 760 m^3/h Commande non identifiée Entretien : hors service Bouches auto-réglables (débits nuls)

Commentaires

Dans les locaux de la crèche et dans la salle polyvalente, la ventilation mécanique est arrêtée. La ventilation est assurée par les infiltrations et l'ouverture des fenêtres par les usagers. Le ventilateur extracteur de la salle polyvalente est ponctuellement utilisé lors des locations et repas en weekend.

Aucun débit n'a pu être mesuré (installations à l'arrêt).
La remise en état du système de ventilation est à prévoir afin de garantir une qualité de l'air suffisante.
La règlementation sur la qualité de l'air intérieur des crèches se durcit. En effet, vous avez l'obligation avant janvier 2018 de faire une mesure sur la qualité de l'air. Il est donc important de remettre en service l'ensemble des équipements de ventilation afin d'assurer une qualité d'air convenable et anticipé les futures règlementations.

4. Les consommations d'énergie

Dans cette partie, les consommations d'énergie sont établies à partir des données fournies (factures d'énergie) de ces 2 dernières années (2015 à 2016).

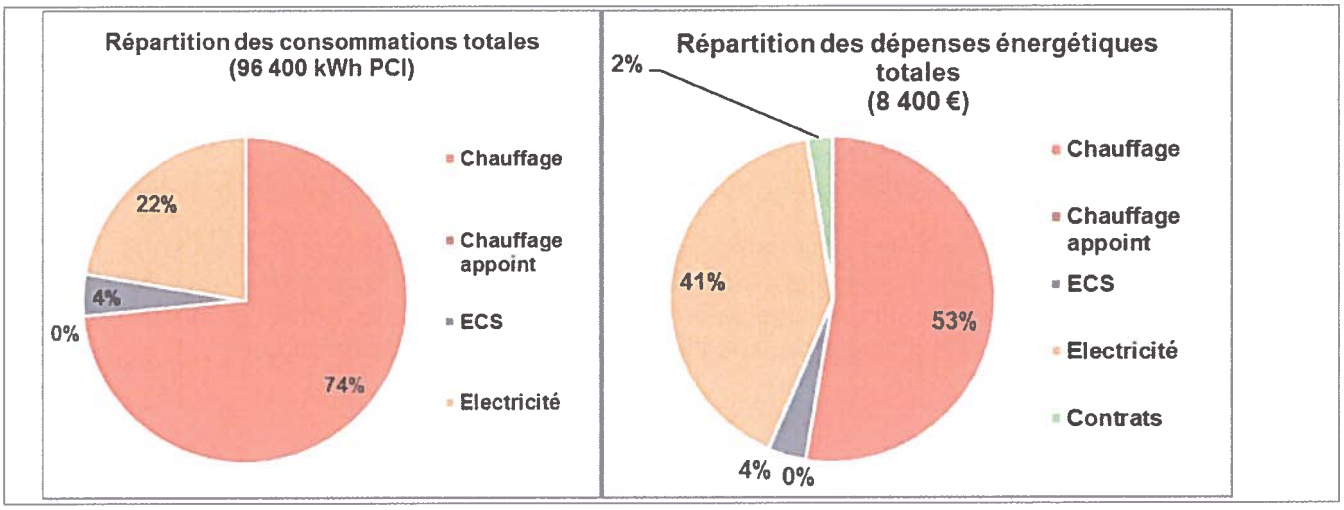


Figure 14 : Répartition des consommations totales

Commentaires

Les consommations observées de chauffage sont très inférieures aux consommations attendues du fait de l'absence de ventilation du bâtiment.
Le chauffage représente les ¾ des consommations d'énergie finale et près de 53% des coûts.

Les gains potentiellement réalisables par des travaux en chaufferie et sur l'enveloppe vont donc jouer de façon importante sur le poste de chauffage, et par conséquent sur la consommation globale d'énergie du bâtiment.

L'électricité (41% des coûts) constitue une part importante des consommations énergétiques et des coûts. Les consommations électriques sont néanmoins à manier avec prudence car tous les équipements de la cantine construite en 2016, y compris le chauffage et l'eau chaude (électriques) sont raccordés sur le compteur de la salle polyvalente.
Par ailleurs, la facture d'avril 2016 inclut les consommations électriques liées aux travaux de la cantine, ce qui ne permet d'exploiter cette donnée.
L'absence de sous-compteur ne permet pas d'identifier clairement les consommations électriques propres à la salle polyvalente. C'est également le cas pour l'eau froide.

La consommation d'ECS (production électrique) de la salle polyvalente a été estimée sur la base de la faible utilisation de la cuisine à environ 2000 kWh/ an.

5. Améliorations

5.1. Améliorations Prioritaires

Voici une liste des améliorations qui paraissent prioritaires et que nous vous conseillons d'apporter à votre site. Elles portent généralement sur l'usage, la régulation, l'optimisation tarifaire, le remplacement de matériel vétuste ou en fin de vie, des travaux économiquement pertinents...

Préconisations	Description	INVESTISSEMENT	ECONOMIES	
			ENERGETIQUE	FINANCIERES
		Budgets estimés	*Gains sur le chauffage ou chauffage + ECS ou électricité*	*Economies estimées sur 10 ans*
Remise en état avec VMC hygroréglable	Bouches d'extraction hygroréglables Caisson de ventilation….	3 000 €TTC	**5 % sur le chauffage 6 000 kWhef/an 2 TCO2/an**	**4 500 € Tri : 8 ans**
Rénovation chaufferie + conformité	Installation de deux chaudières et remplacement de la régulation. Les travaux comprennent la mise en conformité de la chaufferie.	24 000 €TTC	**15 % sur le chauffage 16 000 kWhef/an 5 TCO2/an**	**9 600 €**
Désembouage des réseaux	Un désembouage va permettre d'éliminer les boues qui se sont accumulées dans les réseaux, ce qui diminue l'efficacité de l'installation.	4 000 €TTC	**5 % sur le chauffage 6 000 kWhef/an 2 TCO2/an**	**4 500 € Tri : 9 ans**

Remplacement des menuiseries	Remplacement des menuiseries par double vitrage isolant de type securit.	82 000 €TTC	**40 % sur le chauffage 40 000 kWhef/an 13 TCO2/an**	**33 000 € Tri : 20 ans**
Sensibilisation usagers	Communiquer sur des indicateurs énergie et eau Développer des projets liés au Développement durable Augmenter le taux d'utilisation des locaux communs S'assurer de l'extinction des équipements de bureautique	0€ TTC	**Estimation : 5 % d'énergie 5 000 kWhef/an 1 TCO2/an**	**3 000 € Tri : 1 an**

Les travaux sont chiffrés **en € TTC avec une TVA à 20%.**

5.2 Améliorations également envisageables

Voici d'autres possibilités vous permettant d'améliorer le bilan énergétique de votre site. Ces travaux portent sur l'enveloppe, les systèmes des bâtiments et nécessite des investissements plus importants. Ils permettent généralement de grosses économies d'énergie et d'émission de CO2, de jouer de manières importantes sur le confort dans les bâtiments mais présentent des temps de retour importants.

Préconisations	Description	INVESTISSEMENT	ECONOMIES	
			ENERGETIQUE	FINANCIERES
		Budgets estimés	*Gains sur le chauffage ou chauffage + ECS + électricité*	*économies estimées sur 10 ans*
Isolation thermique extérieure des murs en maçonnerie	Isoler les murs extérieurs en béton avec environ 12 cm de laine de roche avec une finition de type vêture ou bardage. Traitement des ponts thermiques (poteaux béton, refends).	61 000 €TTC	**9 % d'énergie 10 000 kWhef/an 3 TCO2/an**	**7 000 € Tri : 40 ans ans**
Rénovation de l'isolation des toitures - sarking	Lors de la prochaine rénovation des toitures ajouter environ 18 cm de laine de bois ou de polyuréthane. Permet l'amélioration du confort d'été.	133 000 €TTC	**13 % d'énergie 14 000 kWhef/an 6 TCO2/an**	**10 000 € Tri : 50 ans ans**
Rénovation énergétique chaufferie + conformité	Installation de deux chaudières à condensation performante et remplacement de la régulation. Les travaux comprennent la mise en conformité de la chaufferie.	26 500 €TTC	**25 % sur le chauffage 27 000 kWhef/an 8 TCO2/an**	**18 500 € Tri : <2 ans (comparé à rénovation simple)**
Mise en place d'une production géothermique	**Dans le cas d'une rénovation complète de l'enveloppe (En raison des températures de fonctionnement de la PAC)**, il est envisageable d'installer une production géothermique de 45 kW sur sondes verticales (3 sondes de 200 m de profondeur). Ce système assurera la production de chauffage et d'ECS de la salle polyvalente et de la partie crèche par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur (15 kW).	114 000 €TTC (aide non comprise)	**74 % d'énergie 40 000 kWhef/an 14 TCO2/an**	**12 000 € Tri : 38 ans (comparé à rénovation chaufferie)**

Mise en place d'une production photovoltaïque	Installation de panneaux solaires photovoltaïque en autoconsommation pour les besoins en électricité de la **salle polyvalente (y compris cantine) et mairie.**	43 000 €TTC	**45 % sur la consommation d'électricité 19000 kWhef/an 3,4 TCO2/an**	**30 000 € Tri : 13 ans (Aide non comprise)**
Remplacement de l'aérotherme de la salle polyvalente	Remplacement de l'aérotherme dans la salle polyvalente. L'aérotherme assure un appoint de chauffage et un débit hygiénique en fonction de la pollution de l'air.	12 000 €TTC	Remise en état des installations	

Attention : les gains présentés ne sont pas cumulables de façon directe

Les chiffrages sont élaborés en lien direct avec l'architecte et le responsable CVC du bureau d'étude, à partir d'éléments issus de mission de maitrise d'œuvres récentes.

Pour chaque préconisation, des frais d'études de maîtrise d'œuvre sont à prévoir (les préconisations d'améliorations énoncées par nos soins devront impérativement être approfondies et étudiées de façon détaillée par un maitre d'œuvre ou dans le cadre d'un dimensionnement technique par une entreprise compétente.). Les frais de maitrise d'œuvre s'élèvent généralement de 10% à 15% du montant HT des travaux selon le programme de travaux retenu par l'établissement pour une mission de maîtrise d'œuvre complète (des études jusqu'à la réception des travaux) selon complexité et variété des lots techniques.

Les travaux sont toujours chiffrés **hors découverte d'amiante.**

Les travaux sont toujours chiffrés **y compris travaux induits.**

Les travaux sont chiffrés **en € TTC avec une TVA à 20%.**

5.3 Scénario recommandé

Réaliser des travaux de rénovation énergétique permettra de bénéficier de gains sur les consommations énergétiques et ainsi de diminuer la facture énergétique.

Dans l'objectif de rénovation énergétique de la salle polyvalente, nous vous conseillons un des scénarios suivant :

Scénario 1 : Rénovation de la chaufferie avec condensation (plutôt qu'une rénovation simple) comprenant :
- Installation de 2 chaudières à condensation performante en cascade,
- Remplacement de la régulation chauffage,
- Mise en conformité de la chaufferie,
- Désembouage des installations,
- Remise en état de la ventilation en VMC Hygroréglable.

Il s'agit du scénario minimum pour remettre en état les installations de la salle polyvalente avec des installations performantes.

Le budget estimatif de ces travaux est de **34 500 €TTC.**
Les économies d'énergies seront de **48% sur le chauffage soit 40 000€ sur 10 ans.**

Scénario 2 : Rénovation de la chaufferie + Installation de panneaux photovoltaïques:
- Scénario 1,
- Installation de panneaux photovoltaïques.

Le budget estimatif de ces travaux est de **77 500€TTC (34 500 €TTC + 43 000 €TTC).**
Les économies d'énergies seront de **48% sur le chauffage et 45 % sur l'électricité soit 70 000€ sur 10 ans.**

Scénario 3 : Rénovation de l'enveloppe, mise en place d'une production de chaleur géothermique et de panneaux solaires photovoltaïque
- Remplacement des menuiseries (82 000 €TTC),
- Isolation des murs extérieurs (61 000 €TTC),
- Remise en état de la VMC (3 500 €TTC),
- Mise en place d'une production géothermique (114 000 €TTC),
- Remplacement de la régulation,
- Désembouage des installations (4 000 €TTC),
- Remplacement de l'aérotherme de la grande salle (12 000 €TTC),
- Installation de panneaux photovoltaïques (43 000 €TTC).

Les Pompes à Chaleur de la solution géothermie permettent un régime de température de chauffage bas (Température maximum en production de 55°C), l'isolation de l'enveloppe est donc obligatoire afin de réduire les régimes de fonctionnement.
De plus, la pompe à chaleur fonctionnent avec de l'électricité qui a un coût élevé.
L'installation de panneaux solaires photovoltaïques est donc encore plus intéressante et permettra de réduire la facture énergétique. Sans cela, l'opération est encore moins pertinente économiquement.
Le budget estimatif de ces travaux est de **319 500€TTC.**
Les économies d'énergies seront de **87% sur le chauffage et 45 % sur l'électricité soit 83 000€ sur 10 ans.**

ANNEXES

Annexe 1 : Thermographie infrarouge
Annexe 2 : Masques solaires
Annexe 3 : CEE
Annexe 4 : Réglementation sanitaires
Annexe 5 : Fiches actions types
Annexe 6 : dimensionnement photovoltaïque

Annexe 1 : Thermographie infrarouge

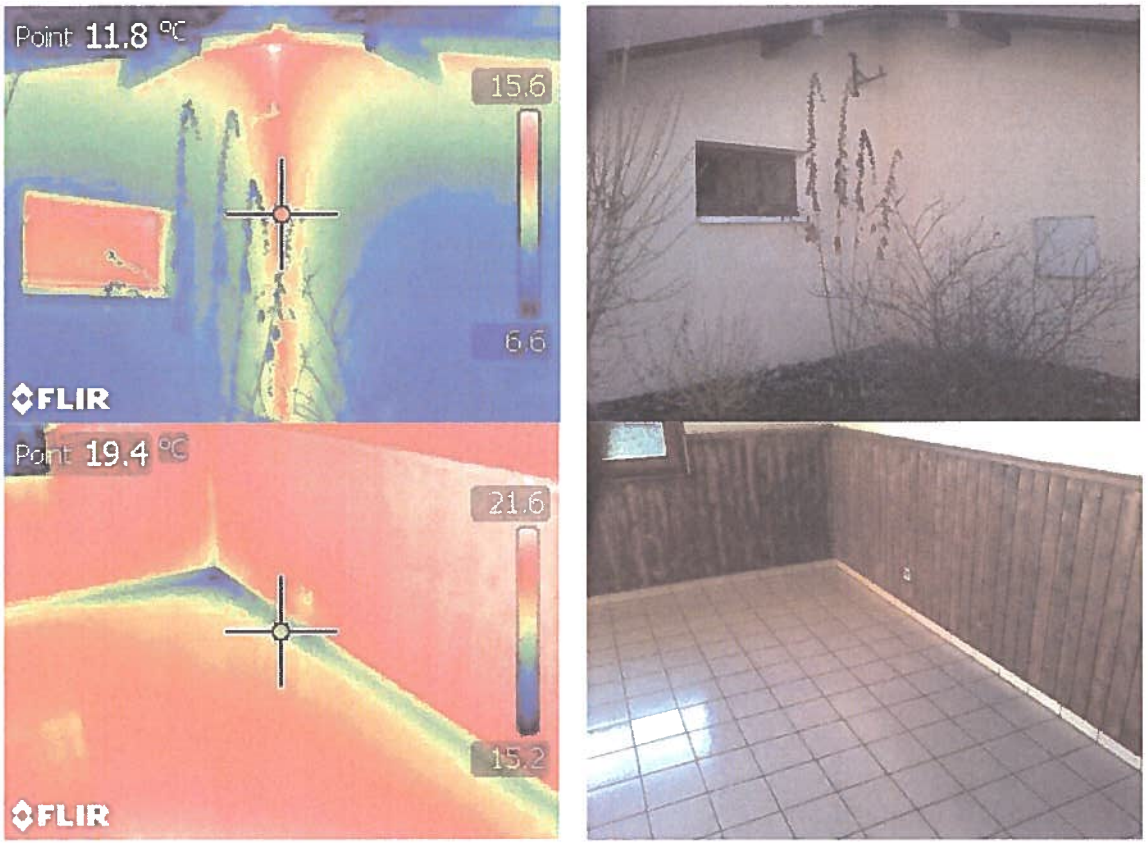
L'inspection thermographique par caméra infrarouge est une méthode d'observation des pertes énergétiques d'un bâtiment. Elle complète et illustre l'analyse de déperditions thermiques présentée dans cet audit.

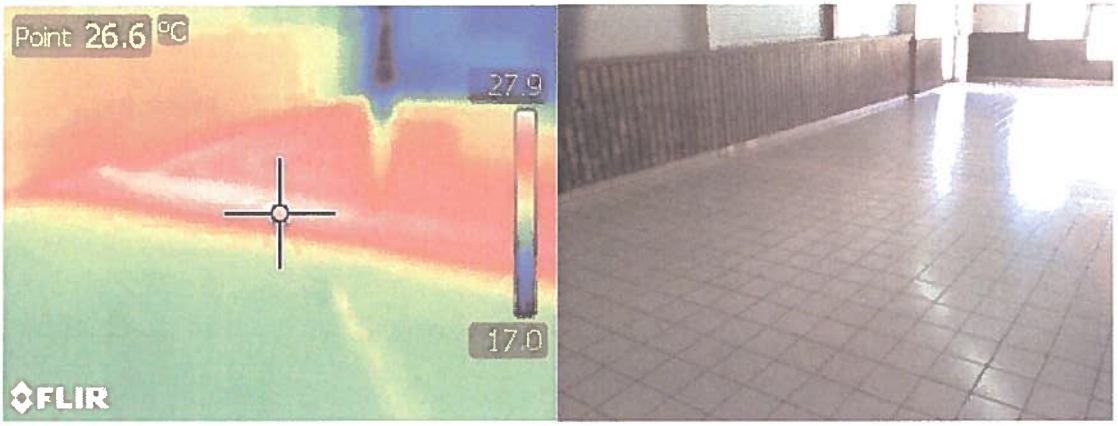
Analyse thermographique

Vu de l'extérieur, les déperditions thermiques correspondent aux flux d'air chaud sortant et apparaissent donc en **rouge** sur les clichés.

Vu de l'intérieur, les déperditions thermiques correspondent aux flux d'air chaud sortant et apparaissent donc en **bleu** sur les clichés.

Sur les photos infrarouges ci-dessous, nous remarquons des déperditions thermiques via les ponts thermiques (angle et plancher bas mur extérieur).

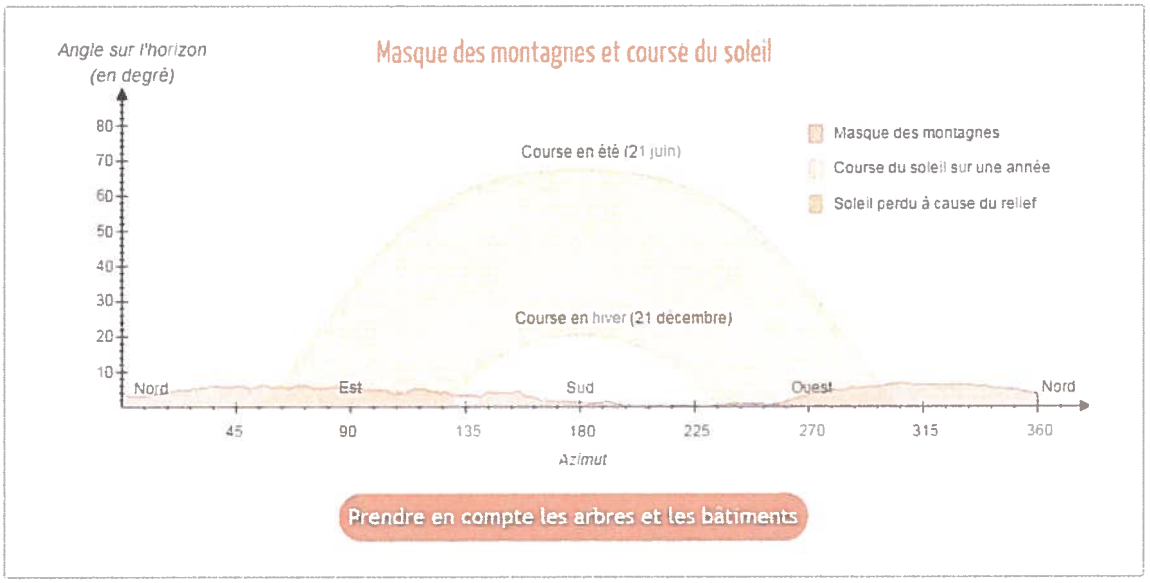


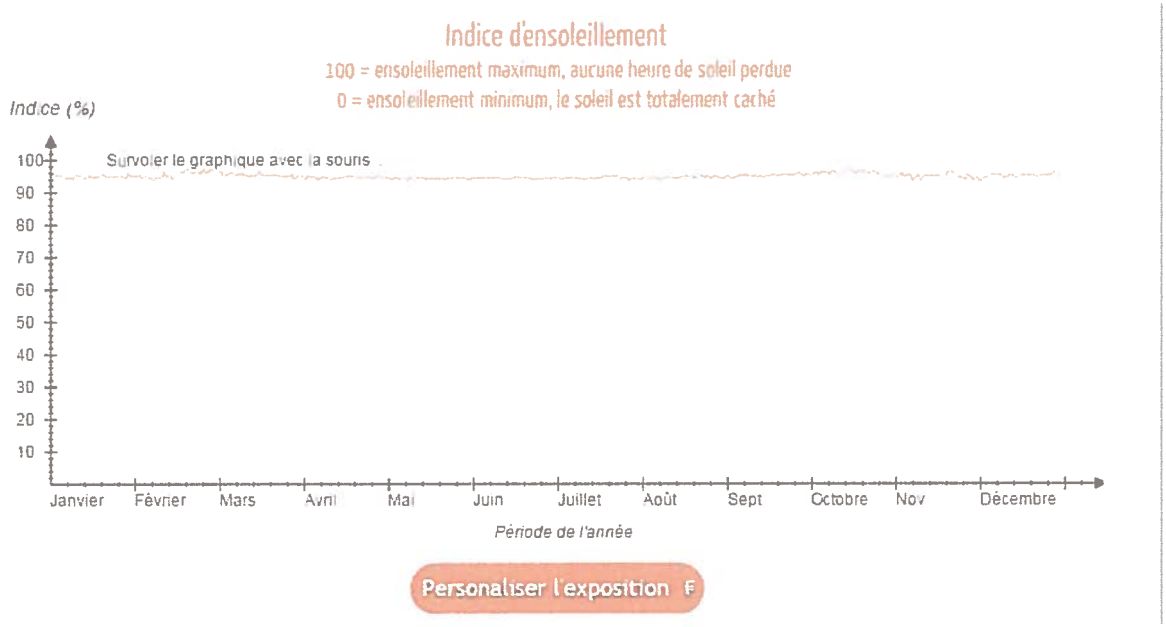


Sur la dernière photo, nous pouvons observer que le plancher chauffant ne fonctionne pas sur l'ensemble de la surface de plancher. Nous supposons qu'une des boucles du plancher est embouée.

Annexe 2 : Masques solaires

Lieu d'étude : 3 Place de la Mairie, 74360 Menthonnex-en-Bornes, France
Coordonnées GPS : 46.052931,6.172536





Annexe 3 : CEE

Les certificats d'économies d'énergie

Les détails de ce dispositif sont sur le site du ministère du Développement Durable:

http://www.developpement-durable.gouv.fr/1-le-secteur-du-batiment.html

Le tableau ci-après présente les gains en MWh cumulés actualisés (CUMAC) envisageables selon les solutions proposées.

Travaux	Mwh Cumac	€ HT au taux actuel
Isolation Toiture	1884	1884
Isolation thermique extérieure	1874	1874
Fenêtre avec vitrage isolant	636	636
Géothermie	202	202
TOTAL	**4596**	**4596**

Attention: les CEE sont soumis à une loi de marché. Le calcul sera à valider en phase MOE en fonction des travaux réellement réalisés et en fonction du taux en vigueur.

Annexe 4 : Réglementation sanitaires

Réglementation sanitaire

Extrait de la circulaire du 9 aout 1978, débits de ventilation :

Destination des locaux	Débit minimal d'air neuf en mètres cubes/heure et par occupant (air à 1,2 kg/m³)	
	Locaux avec interdiction de fumer	Locaux sans interdiction de fumer
Locaux d'enseignement :		
Classes, salles d'études, laboratoire (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) :		
Maternelles, primaires et secondaires du 1er cycle	15	»
Secondaires du 2e cycle et universitaires	18	25
Ateliers	18	25
Locaux d'hébergement :		
Chambres collectives (plus de trois personnes) (1), dortoirs, cellules, salles de repos	18	25
Bureaux et locaux assimilés :		
Tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques	18	25
Locaux de réunions :		
Tels que salles de réunions, de spectacles, de culte, clubs, foyers	18	30
Locaux de vente :		
Tels que boutiques, supermarchés	22	30
Locaux de restauration :		
Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22	30
Locaux à usage sportif :		
Par sportif :		
Dans une piscine	22	»
Dans les autres locaux	25	30
Par spectateur	18	30

(1) Pour les chambres de moins de trois personnes, le débit minimal à prévoir est de 30 mètres cubes/heure par local.

relatives à la ventilation

64.2. locaux à pollution spécifique

Dans les locaux à pollution spécifique, le débit de la ventilation est déterminé en fonction de la nature et de la quantité de polluants émis.

Pour les toilettes, les cuisines collectives et leurs dégagements, le débit minimal d'air neuf à introduire figure dans le tableau ci-après :

Destination des locaux	Débit minimal d'air neuf en mètres cubes/heure
Pièces à usage individuel :	
Salles de bains ou douches	15 par local
Salles de bains ou de douches commune avec cabinets d'aisances	15 par local
Cabinet d'aisances	15
Pièces à usage collectifs :	
Cabinet d'aisances isolé	30
Salle de bains ou de douches isolée	45
Salle de bains ou de douches commune avec un cabinet d'aisances	60
Bains, douches et cabinets d'aisances groupés	30 + 15 N*
Lavabos groupés	10 + 5 N*
Salle de lavage, séchage et repassage du linge	5 par mètre carré de surface de local (1)
Cuisines collectives :	
Office relais	15/repas
Moins de 150 repas servis simultanément	25/repas
De 151 à 500 repas servis simultanément (2)	20/repas
De 501 à 1 500 repas servis simultanément (3)	15/repas
Plus de 1 500 repas servis simultanément (4)	10/repas

N* Nombre d'équipement dans le local.
(1) Compte tenu des contraintes techniques, les débits retenus seront de préférence arrondis au multiple supérieur de 15.
(2) Avec un minimum de 3 750 mètres cubes/heure.
(3) Avec un minimum de 10 000 mètres cubes/heure.
(4) Avec un minimum de 22 500 mètres cubes/heure.

Ces débits ne sont valables que dans le cas d'une ventilation indépendante de ces pièces de service à pollution

Annexe 5 : Fiches actions types

ISOLATION DES PLANCHERS BAS

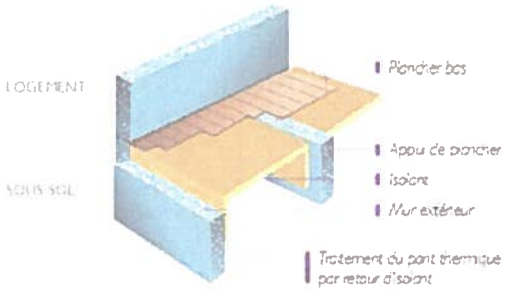
Objectif de l'intervention

Les planchers bas de votre habitation correspondent à des points sensibles de perte de chaleur. En moyenne **7 à 10% de déperdition thermique** s'effectuent par les planchers bas. Leur isolation permet donc d'**éviter la sensation de froid**, d'**améliorer le confort intérieur**, de limiter les remontées d'humidité et de **réduire les dépenses en chauffage** et les besoins des appartements au 1er niveau. A ne pas confondre avec les planchers intermédiaires. Ces derniers nécessiteront davantage une attention phonique.

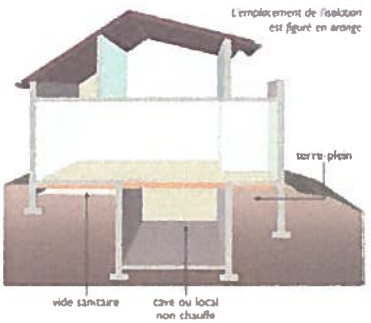
Différents cas de figure envisageables

Il peut s'agir de planchers bas donnant sur des locaux non chauffés accessible (type cave) ou sur vide sanitaire. En fonction de la situation, deux types d'interventions sont possibles :

- **Isolation par le bas** (sous face du plancher). Favorable lorsqu'il s'agit de caves ou garages accessibles. Cette solution a un bon rapport qualité/prix.
- **Isolation par le haut**, lors d'une intervention sur l'existant, où la hauteur sous vide sanitaire est réduite ou face à un plancher sur terre plein existant. Cette isolation ne peut pas s'effectuer en site occupé et elle entraine une réduction de la hauteur sous plafond.



Principe d'isolation par le bas
Source : ADEME, juillet 2015 ; « Isoler son logement »



Isolation des planchers bas, trois cas de figures
Source : ADEME, avril 2005

Les bons choix à faire

Il convient de bien choisir son isolant, en fonction de l'accessibilité, de l'interface avec des réseaux de distribution sous plafond et la technique de pose dans l'espace disponible.

- **Panneaux d'isolant rigides** (type polyuréthane). L'isolant peut être enduit d'une plaque de plâtre de finition. Ils sont vissés en sous face du plancher bas.
- **Isolant en laine minérale ou végétale sous forme de flocon** associé à un liant synthétique facilitant l'accroche. Le tout est projeté sur la sous face du plancher bas.
- **L'épaisseur** de l'isolant (traditionnel ou naturel) influera directement sur la performance thermique.

Problématiques à anticiper

Intervenir sur les planchers bas existant nécessite de prendre des précautions :

- Concilier l'isolation et les réseaux sous plafond avec une isolation par le haut.
- Intervenir dans des vides sanitaires de 1.50 m voire de seulement 60 cm de hauteur contraint les modes d'action.
- Réduire les ponts thermiques en traitant l'isolant en continu sur les retours d'angle.

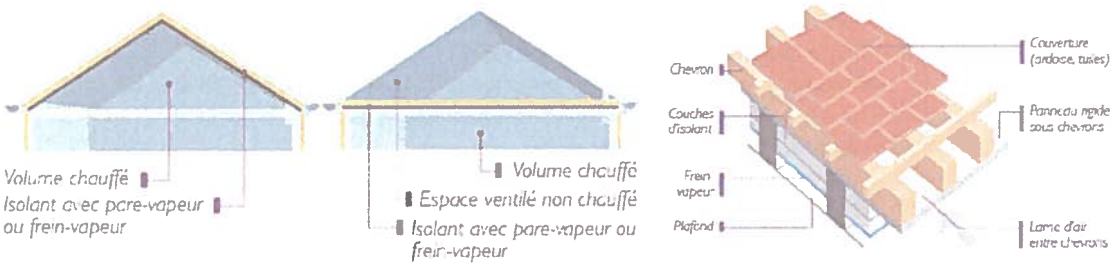
ISOLATION DES TOITURES ET DES COMBLES

Objectif de l'intervention

La toiture de notre habitation constitue un poste important de perte de chaleur. **Entre 25 et 30% de déperdition thermique** sont dues à des combles ou des toitures mal isolés. L'isolation de la toiture permet donc de limiter **les déperditions d'énergie** tout en **réduisant les besoins de chauffage** et améliore sensiblement le **confort thermique** en hiver et en été.

Différents cas de figure envisageables

Qu'il s'agisse d'intervenir sur un **toit rampant**, des **combles perdus,** une **toiture terrasse** voire une **toiture porte-neige** en milieu de montagne. En rénovation, l'isolation est à adapter en fonction de **l'usage des combles** et de **l'état existant** de la toiture.



Isolation sous toit rampant — Isolation de combles perdus — Isolation par panneaux

Source : ADEME, juillet 2015 ; « Isoler son logement » ; Schémas : Atelier des giboulées

Les bons choix à faire

En fonction de la configuration de votre toiture et de la performance énergétique voulue, bien **choisir son isolant** est important :

- **Isolant traditionnel** (laine minérale, polystyrène...)/ **Isolant naturel** (Ouate de cellulose, fibre de bois, chanvre...).
- **Résistance thermique du matériau (R)**. Un R minimum de 6 / 7 est souhaitable. Elle dépend de l'épaisseur et de la conductivité thermique de l'isolant. Une faible conductivité signifie que le matériaux transmettra peu de chaleur et assurera bien mieux son rôle protecteur.
- **Epaisseur et densité de l'isolant.** Entre 30 à 40 cm sont souhaitable et une densité moyenne de 30/40kg/m3 est recommandé pour éviter les effets de tassement.

Problématiques à anticiper

Intervenir sur l'existant nécessite de prendre des précautions :

- La **ventilation** doit être efficace afin d'évacuer l'humidité de l'air des espaces chauffés sous peine de modification d'équilibre hygrométrique et de condensation.
- Une bonne maitrise de l'**étanchéité à l'air** pour une meilleure performance de l'isolation. Une membrane d'étanchéité (pare-vapeur) évite les infiltrations d'air et limite les migrations d'humidité venant des pièces chaudes vers l'isolant.
- Réduire les **ponts thermiques** (liaisons mur/toiture ou mur/plancher)
- Concilier le confort d'hiver et d'été pour éviter la surchauffe en associant l'inertie thermique des matériaux.
- **L'accès aux combles** préfigurera le choix des matériaux et leurs épaisseurs.

ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTERIEUR (ITE)

Objectif de l'intervention

Le principe de l'Isolation Thermique par l'Extérieur, appelé ITE consiste à intervenir comme son noms l'indique sur l'enveloppe extérieure du bâtiment de manière à :

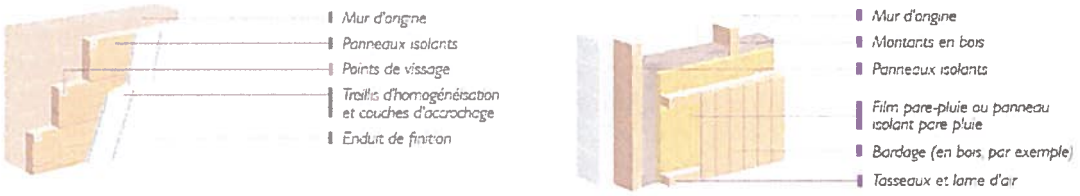
- **Supprimer les ponts thermiques,** lieux de pertes de chaleur de l'édifice au niveau des planchers intermédiaires et des murs de refend.
- **Valoriser l'inertie des murs,** en conservant la chaleur qu'ils emmagasinent.

Ce type d'intervention est privilégiée puisqu'elle n'affecte pas la surface habitable des logements et qu'elle peut s'effectuer en site occupé. Cette démarche reste relativement couteuse. Il est nécessaire, entre autre de réajuster les seuils des fenêtres et les descentes d'eau pluviale. Le bâtiment revêt une nouvelle peau extérieure.

Les bons choix à faire

Plusieurs solutions techniques sont pratiquées en fonction du choix des matériaux et de la performance thermique souhaitée. Les choix portent sur :

- **Isolant traditionnel** (laine minérale, polystyrène)/ **Isolant naturel** (Ouate de cellulose, fibre de bois, chanvre). Sous forme de panneaux rigides ou de rouleaux.
- **Deux types de procédés sont envisageables**
  Solution la moins chère correspond à une association de panneaux rigides d'isolant chevillés, recouverts d'un treillis puis d'un enduit de finition.
  Le deuxième procédé consiste à protéger les panneaux rigides ou semi rigides d'isolant par une armature en bois ventilée recouverte d'un bardage.



Isolation par panneaux enduits — Isolation protégé par un bardage

Source : Source : ADEME, juillet 2015 ; « Isoler son logement » ; Schémas : Atelier des giboulées

Afin de préserver la perspirance des murs, un simple **enduit isolant** (minéral ou végétal) peut être appliqué dans le cas de bâti ancien.

Problématiques à anticiper

Dans le choix des matériaux utilisés et associer les uns aux autres, il faut veiller à :

- La gestion de l'**acoustique**. Un bâtiment excessivement isolé enlèvera toutes nuisances extérieures mais accentuera les bruits intérieurs.
- La **résistance des matériaux choisis** devra être prise en compte pour assurer la durabilité de l'ITE, directement exposée aux chocs et aux intempéries.
- La **ventilation des volumes** et l'étanchéité des parois. Pour une structure en bardage, un pare-vapeur bien positionné prévient des risques de condensation. La ventilation (naturelle/mécanique) vient réguler l'humidité de l'air intérieure.

REMPLACEMENT DES MENUISERIES

Objectif de l'intervention

Les fenêtres d'une habitation représentent en moyenne 10 à 15% de déperdition thermique. Ces pertes de chaleur peuvent être évitées en améliorant la qualité de vos parois vitrées et de leur cadre.

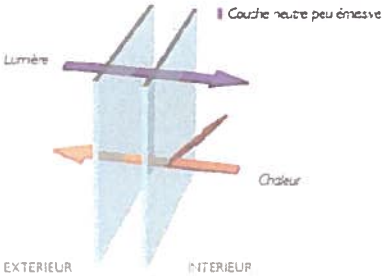
- La **qualité de votre vitrage** se détermine par le coefficient de **transmission thermique (Ug),** c'est à dire la quantité de chaleur qui traverse la surface vitrée.
- La qualité thermique globale de la menuiserie (vitrage, cadre) se détermine par le coefficient de **transmission thermique (Uw)**, c'est à dire la quantité de chaleur qui traverse l'ensemble de la menuiserie.
- Les cadres de fenêtre doivent être étanche à l'air et à l'eau afin d'être le plus performant. La **qualité de la menuiserie** et de sa pose n'est donc pas à négliger.

Les bons choix à faire

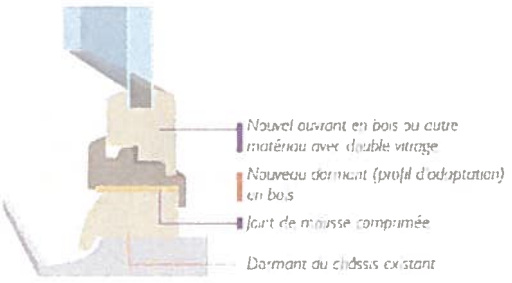
Dans le cas d'un **remplacement de menuiserie en rénovation**, les dormants existants peuvent être réutilisés et être le support au nouveau cadre de fenêtre. En **remplacement complet**, la position de l'ouvrant dépendra de vos futurs travaux d'isolation. Par exemple, pour une isolation extérieure, la fenêtre sera posée au nu extérieur du mur.

Suivant votre intervention les choix se portent sur :

- **Le type de paroi vitrée**: Simple, double vitrage, double vitrage à isolation renforcée (faible émissivité) ou triple vitrage. On notera qu'en rénovation, le triple vitrage n'est pas souvent justifié, mise à part dans le cadre d'une rénovation aux standards passifs. Tous paramètres pris en compte (orientation, luminosité, apports solaires, déperditions,...) le choix d'un double vitrage performant est toujours gagnant sur un simple vitrage.
- **Choix des matériaux** : Menuiseries bois, aluminium, P.V.C., combinaison alu/bois. En fonction de votre bâtiment et de votre budget, préférez un matériau recyclable (bois, aluminium) assurant de bonnes performances thermique (été/hiver) et acoustique.



Double vitrage à isolation renforcé



Changement de menuiserie avec conservation du dormant existant

Source: ADEME, juillet 2015 ; « Isoler son logement » ; Schémas : Atelier des giboulées

Problématiques à anticiper

Intervenir sur l'existant nécessite de prendre des précautions sur :

- La **mise en œuvre** et les **ponts thermiques**. L'objectif est d'assurer une bonne étanchéité à l'air et à l'eau, ainsi que des performances acoustiques.
- Les **protections solaires**. Elles sont présentes sous forme d'un traitement solaire sur le vitrage ou d'un dispositif extérieur mobile ou fixe (casquette, brise-soleil, volets).
- La **ventilation**. Des entrées d'air doivent être réalisées sur les encadrements des fenêtres dans les pièces sèches (salon, chambre).

Annexe 6 : Installation solaire photovoltaïque en autoconsommation collective :

Depuis la loi du 24 Février 2017, il existe 2 types d'autoconsommation, l'autoconsommation exclusive et l'autoconsommation collective.

L'autoconsommation exclusive consiste à consommer sa propre production (autoconsommation comme on l'entendait avant la loi).

L'autoconsommation collective consiste à envoyer le surplus de production photovoltaïque à d'autres consommateurs via le réseau EDF. Cela permet d'avoir des systèmes plus puissants sans « perdre » de l'énergie produite (et donc subvenir à plus de besoins de consommation directs, et par le biais du collectif).

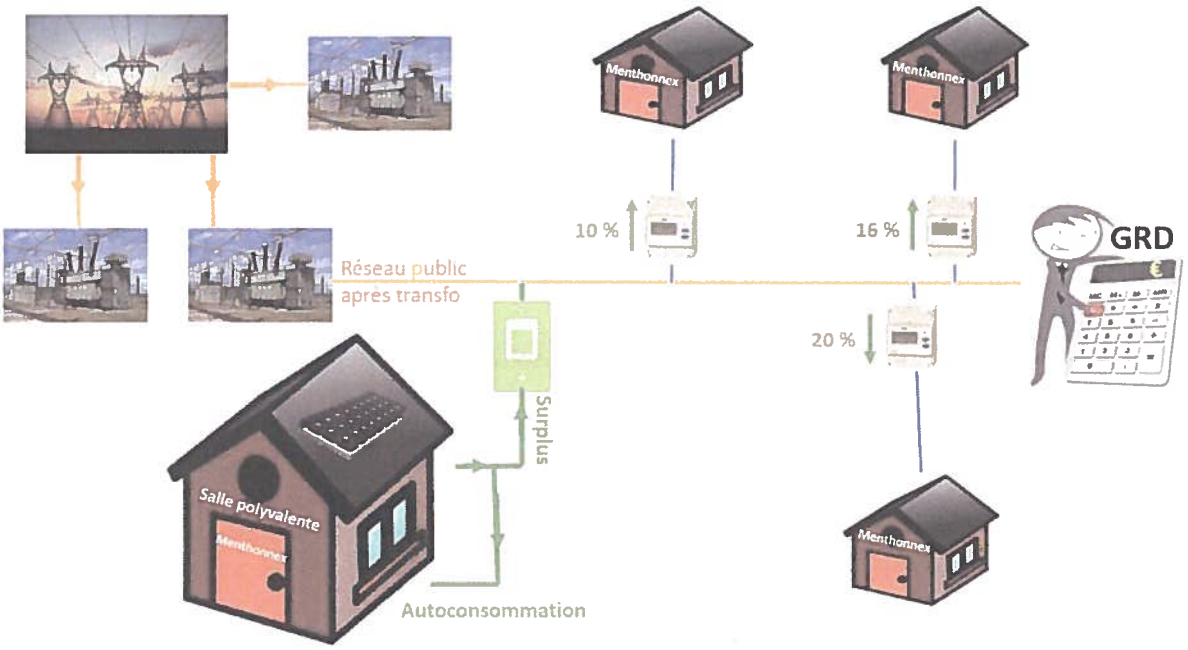
Le producteur consomme **directement** l'énergie provenant du système photovoltaïque. Le **surplus** de production est distribué aux autres consommateurs (faisant partie de l'opération d'autoconsommation collective) via le réseau EDF. Le **producteur fixe la répartition** de ce surplus pour chaque consommateur (%). Le surplus donné sera décompté des factures de chaque consommateur.

Pour pouvoir prétendre à de l'autoconsommation collective (nouvelle loi 2017-227 du 24 Février 2017) :

Article L315-2 :
L'opération d'autoconsommation est collective lorsque la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals liés entre eux ***au sein d'une personne morale et dont les points de soutirage et d'injection sont situés en aval d'un même poste public de transformation d'électricité de moyenne en basse tension.***

Ainsi, la salle polyvalente de Menthonnex en Bornes et sa Mairie peuvent prétendre à de l'autoconsommation collective. Le système photovoltaïque de la salle polyvalente alimentera celle-ci directement, et le surplus alimentera la Mairie.

Schéma de principe :



Dans le cas de l'étude, le surplus de l'installation solaire de la salle polyvalente sera redistribué à 100% vers la Mairie (seul consommateur autre que le producteur).