

WEBINAIRE SAGE

Étude de cas

31 MAI 2021

Bernard GOIN
Estelle GOY

Étude de Choix d'Énergie (ECE)



- > Remplacer la chaudière de l'école
- > Étudier une solution de production de chauffage qui allie économie avec confort



- Description du bâtiment concerné
- Coût des énergies
- Hypothèses de calcul
- Estimation de la puissance de chauffe
- Utilisation du chauffage
- Solutions de production de chaleur envisageables
- Avantages / Inconvénients
- Chiffrage des solutions
 - a) Solution 1 : Chaudière à condensation gaz propane
 - b) Solution 2 : Chaudière à granulés de bois
 - c) Solution 3 : Pompe à Chaleur PAC Air/Eau (électricité)
- Calcul du coût global cumulé sur 20 ans
- Financements

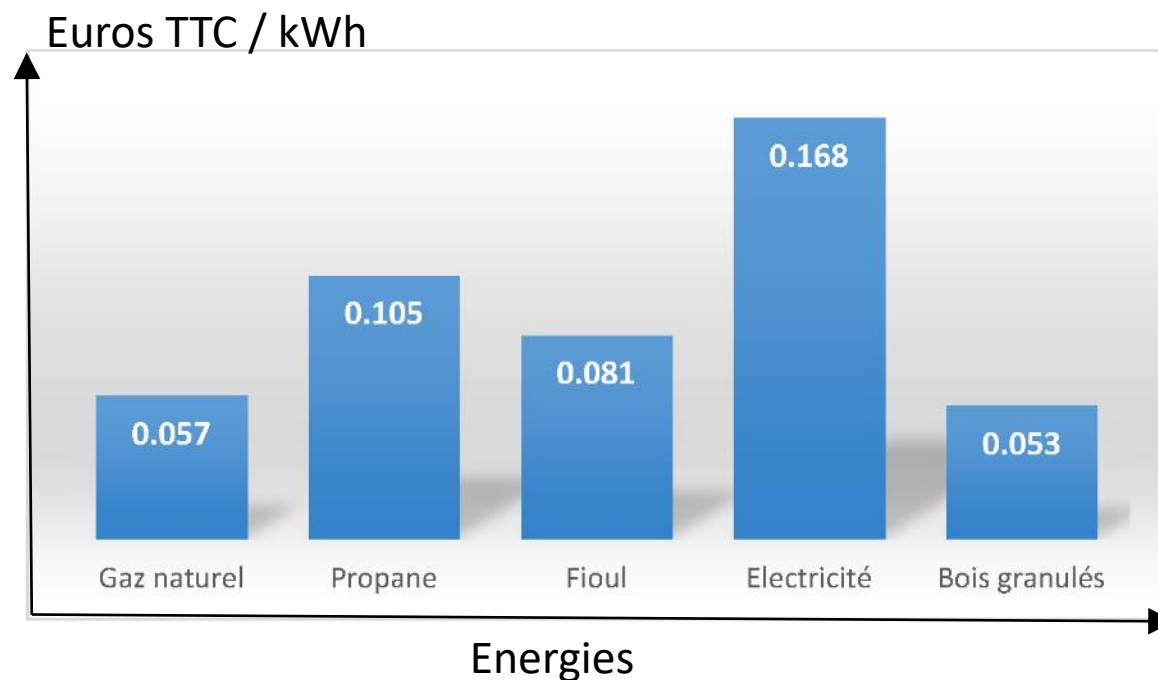


Étude de Choix d'Énergie (ECE)

Description du bâtiment

- Bâtiment situé au centre bourg de la commune
- Années 1890, structure maçonnée en pierre, plancher bas en bois, voutains briques et poutrelles métalliques
- Façade recouverte d'enduit.
- Ajout en 2018 d'une extension en ossature bois
- Composé de 2 niveaux, RDC : salles de classes et extension, étage : cuisine
- Chaudière mise en service en 1994.
- Enveloppe thermique identique entre les 2 étages
- Chaudière installée en sous-sol, reliée au réseau de distribution hydraulique
- Eau chaude sanitaire produite par ballon électrique

COÛT DU kWh PAR SOURCE ENERGETIQUE		
Energie	€ TTC	Evolution / an**
Gaz naturel	0.057	2%
Propane*	0.105	2%
Fioul	0.081	5%
Electricité*	0.168	2%
Bois granulés	0.053	2%



Solutions

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
SOLUTION 1	<ul style="list-style-type: none"> - récupération de la chaleur latente pour réchauffer le retour du circuit de chauffage = économie - facilité de mise en place - modulation de puissance - forte quantité d'énergie pour un faible volume de stockage - faible maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> - énergie de stockage - gaz propane fait partie des énergies fossiles responsables des Gaz à effet de serre - coût relativement élevé du combustible - obligation d'adhésion à un contrat d'exclusivité avec un propanier, variation du prix du propane imprévisible
SOLUTION 2	<ul style="list-style-type: none"> - surface de stockage suffisante dans les caves - solution écologique - faible coût du combustible - maîtrise d'œuvre pouvant être réalisée par le SIEL 	<ul style="list-style-type: none"> - décaissement à prévoir - contrainte d'isolation coupe-feu pour l'espace de stockage voire la chaufferie (en cours de validation par le bureau de contrôle) - investissement important - coût d'entretien élevé
SOLUTION 3	<ul style="list-style-type: none"> - pas de rejets de fumées - pas d'espace de stockage de l'énergie - facilité de mise en place - modulation de la puissance 	<ul style="list-style-type: none"> - baisse du rendement sous -5°C - nuisances sonores - investissement important - augmentation de la puissance souscrite électrique - coût élevé de l'énergie - coût d'entretien élevé

a. Solution 1 : Chaudière à condensation gaz propane

Le chiffrage comprend les opérations suivantes :

- Dépose des équipements
- Chaudière au sol propane condensation (De Dietrich Modulens G ; 24.8 kW)
- Fumisterie
- Raccordement gaz propane + mise aux normes
- Équipements divers (neutralisateur de condensats, rinçage de l'installation, etc.)
- Réseau hydraulique primaire
- Réseau hydraulique secondaire
- Télégestion + sondes T° + sonde CO2
- Mise en service
- Armoire électrique
- Main d'œuvre

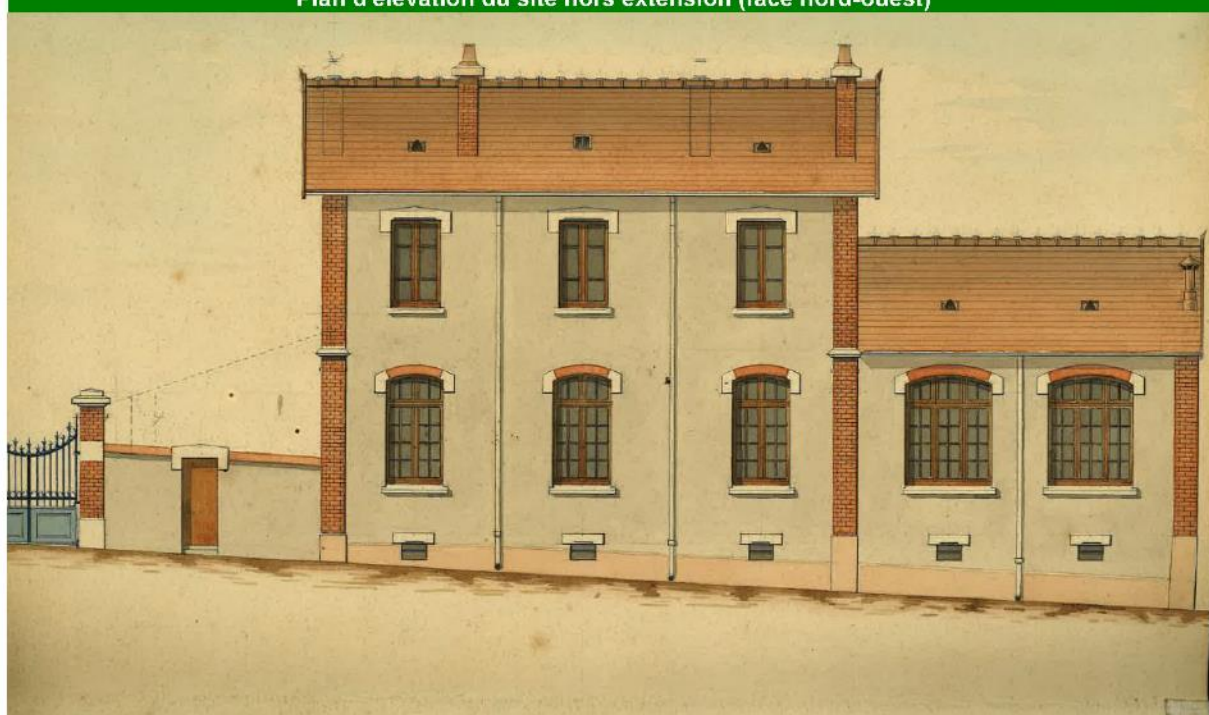
b. Solution 2 : Chaudière à granulés de bois

Le chiffrage comprend les opérations suivantes :

- Dépose des équipements
- Chaudière à granulés de bois (Oköfen Pellematic Condens PEK228)
- Réseau hydraulique primaire
- Réseau hydraulique secondaire
- Fumisterie + mise aux normes
- Silo + raccordement + trappe
- Création d'un local maçonné + décaissement + démolition des dalles en place
- Télégestion + sondes T° + sonde CO2
- Mise en service
- Armoire électrique
- Main d'œuvre
- Maîtrise d'ouvrage SIEL

Diagnostics

Plan d'élévation du site hors extension (face nord-ouest)



Fonctionnement et Bâti

Surfaces :

SHON	291	m ²
Utile chauffée*	291	m ²

Volumes :

Total	925	m ³
Chauffé**	925	m ³

Date de construction et/ou de rénovation :

Construction initiale datant des années 1890 + extension accueil école réalisée en 2018

Nombre de niveaux :

2

Environnement

Station météorologique de référence :

Roanne-Riorges DJU 18°C* 2 489 **

Températures :

Extérieure de base	-11	°C
Chauffage	20	°C
Non-chauffage	10	°C
ΔT à 20 °C	31	°C

* DJU = Degré Jour Utilisé (correction à la rigueur climatique annuelle)

** Moyenne sur 3 dernières années (2016, 2017 et 2018)

Vue du Bâtiment

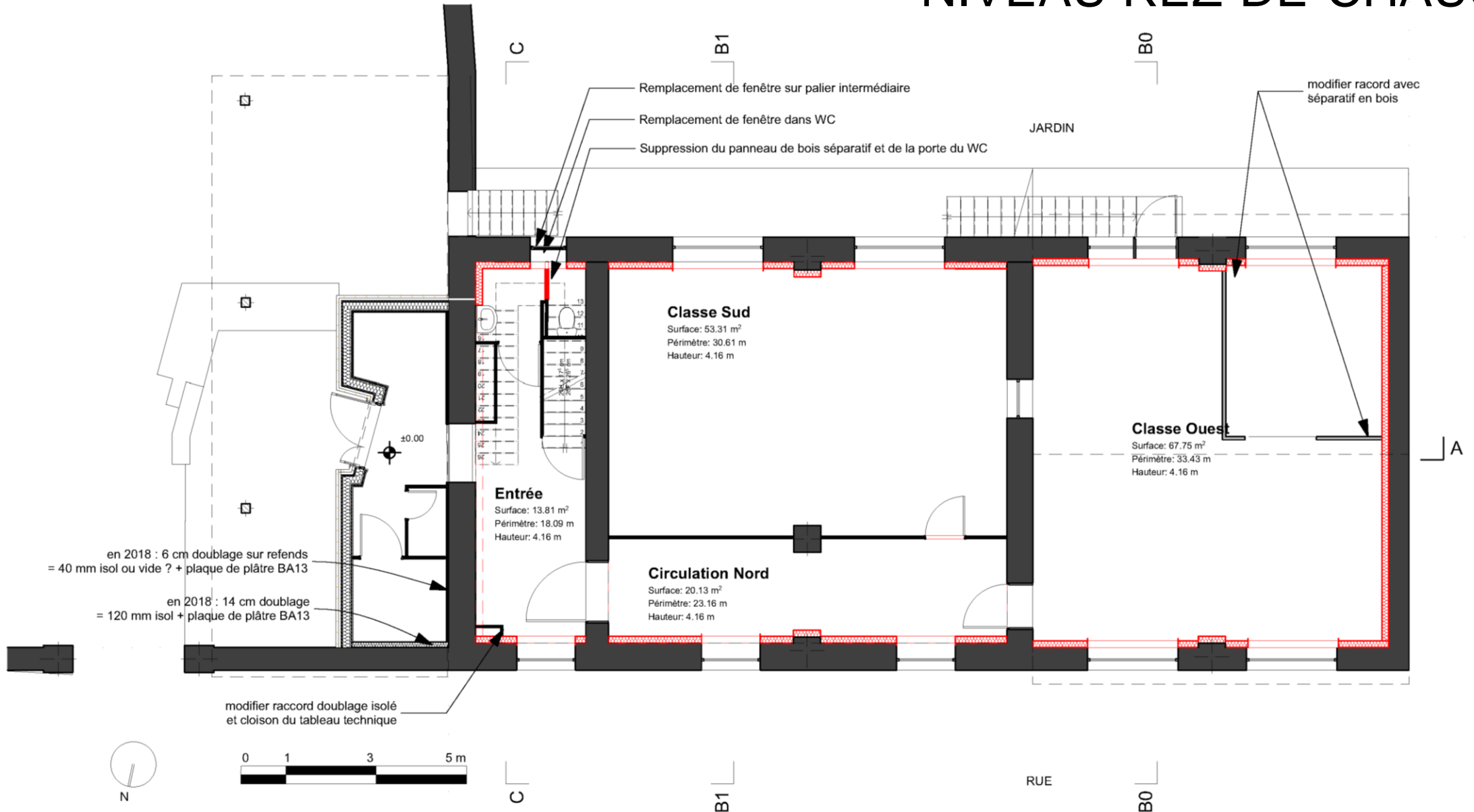


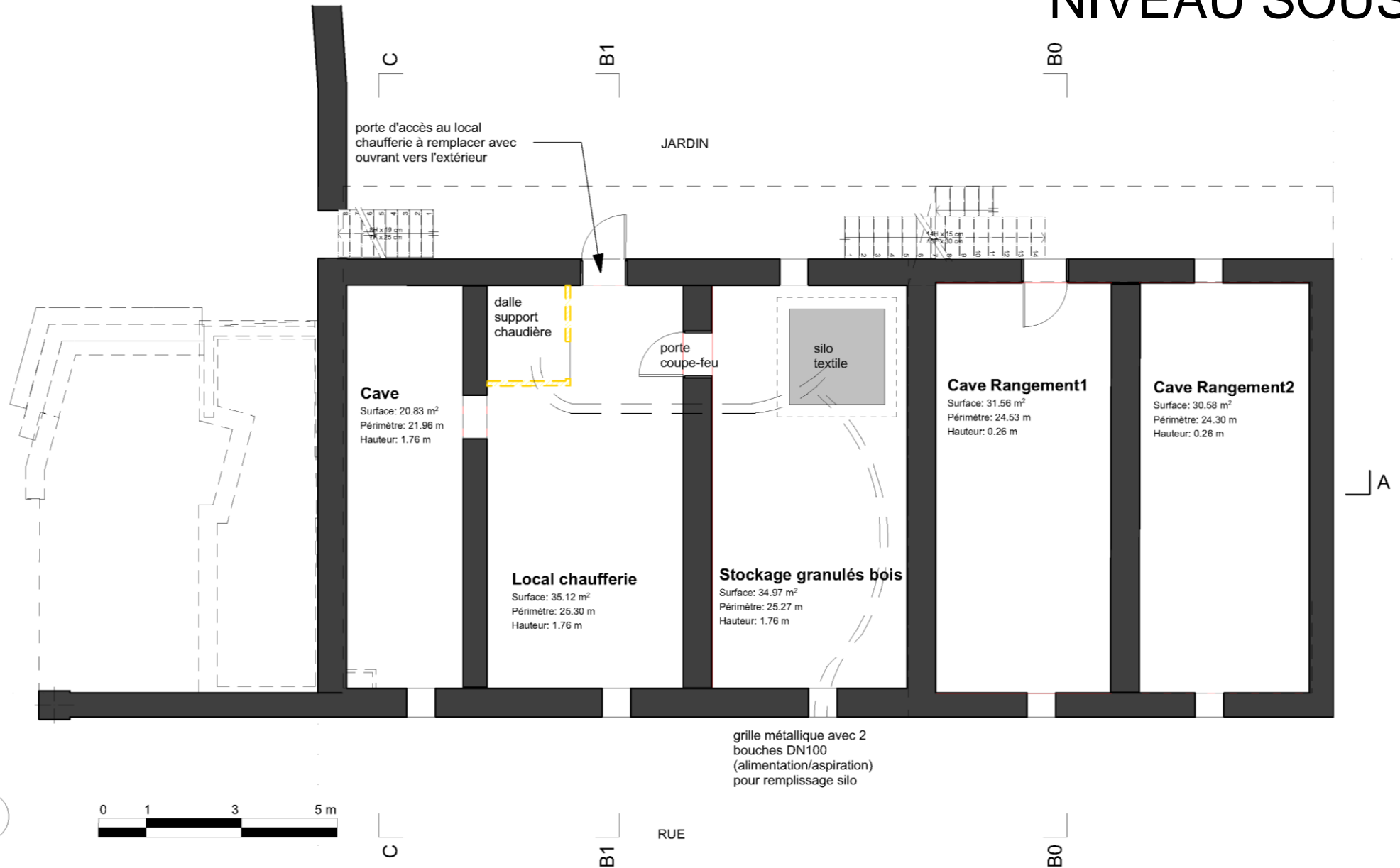
Commentaire(s)

L'étude porte sur un la rénovation de 3 postes :

- changement du système de production de chaleur,
- isolation des combles,
- isolation de la toiture,

Cependant nous proposerons également la rénovation d'autres postes (isolation des murs extérieurs, ventilation, éclairage).

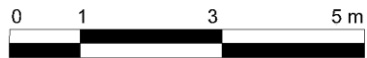
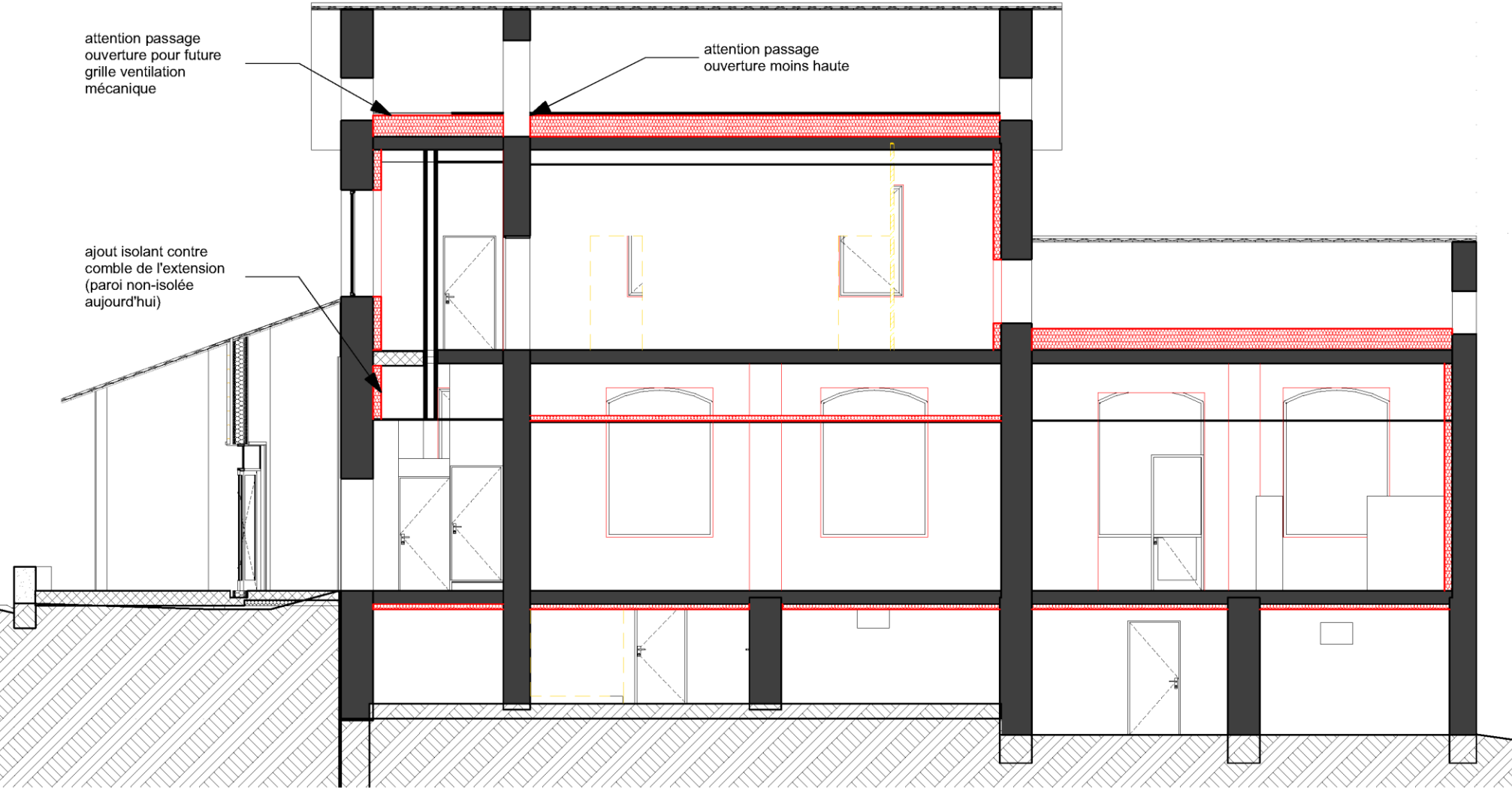


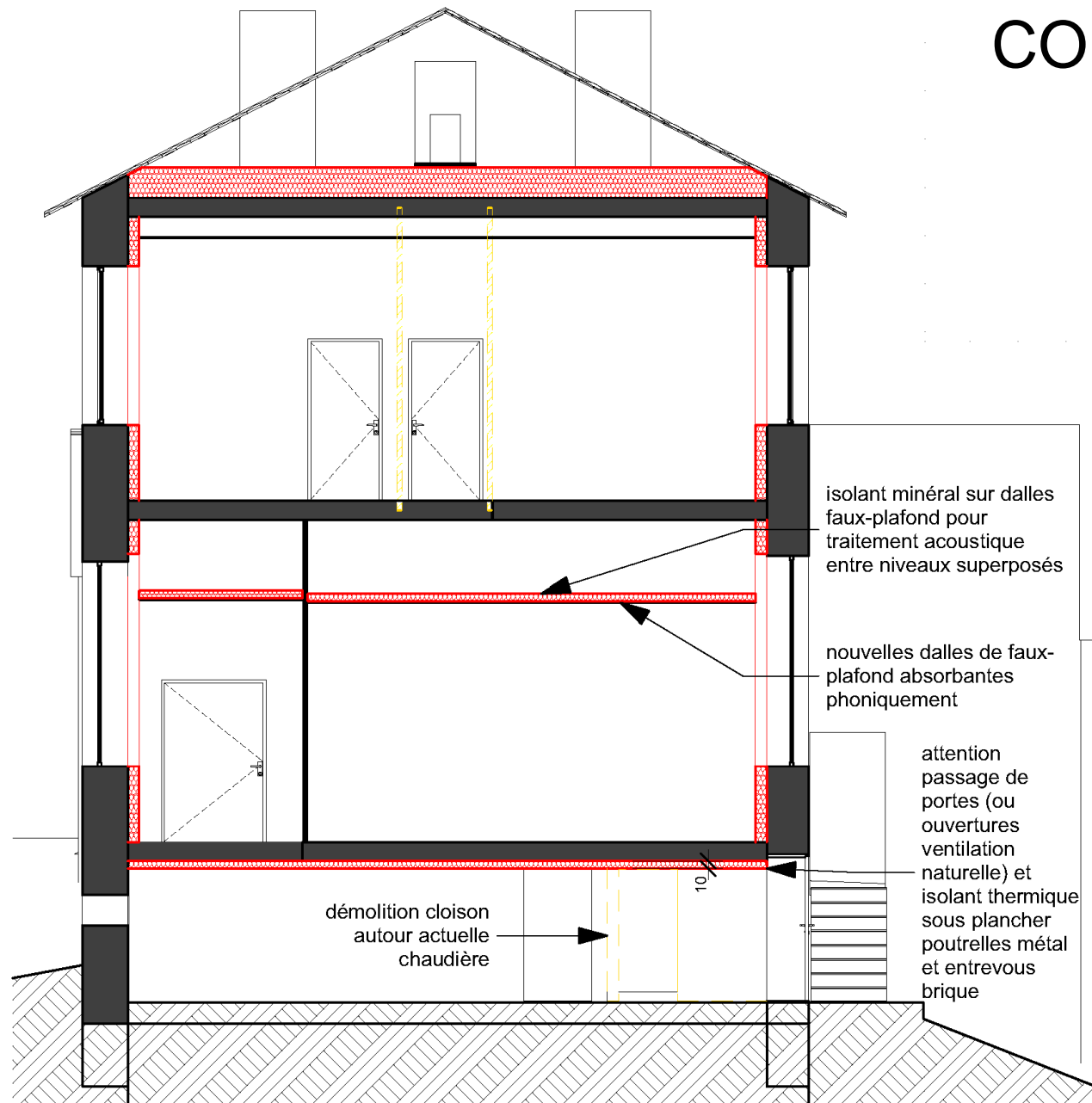


attention passage
ouverture pour future
grille ventilation
mécanique

attention passage
ouverture moins haute

ajout isolant contre
comble de l'extension
(paroi non-isolée
aujourd'hui)





Etude énergétique du bâtiment

Description de l'Existant

Observation(s) : Bâtiment de 2 niveaux sur sous-sol/cave

Partie école

Date de construction et de rénovation :

Années construction :

Bâtiment principal : datant des années 1890 constitué d'une structure maçonnée en pierre avec plancher bois sur voutains briques et poutrelles métalliques, façade en pierre recouverte d'enduit.

Extension : de type constructif différent en 2018 en ossature bois.

Nombre de niveaux :

2

Surfaces :

SHON 291 m²
Surf. chauffée 291 m²

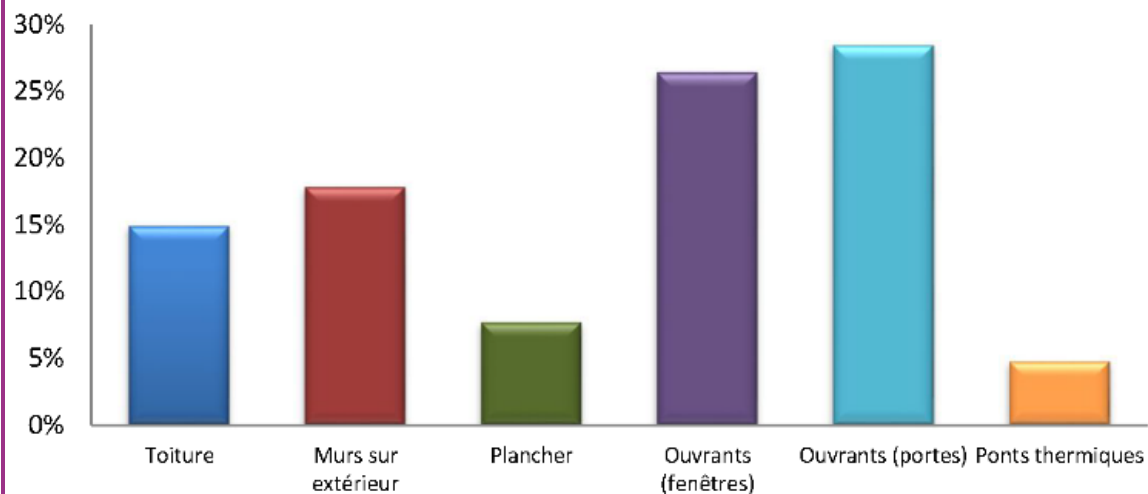
Volumes :

Total 925 m³
Chauffé 925 m³

Températures :

Extérieure de base -11 °C
Chauffage 20 °C
ΔT à 20 °C 31 °C

Déperdition par type par m²

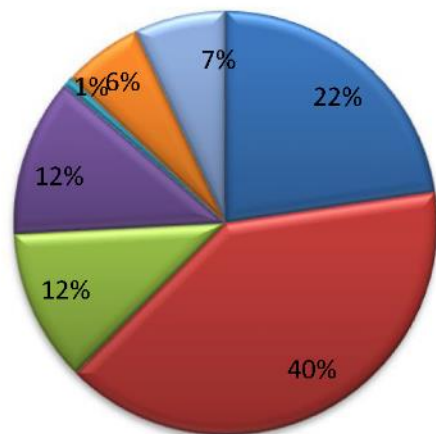


Evaluation des déperditions statiques

Nature	Parois / Composant	Coefficient U	Surface	Déperditions	Besoins
Toiture	Toiture non isolée / composition : volige sur chevron bois, l'ensemble repose sur des poutres bois, couverture tuiles	1.70	167.6	285	8 831
Toiture extension	Toiture isolée : 30cm de Laine de Verre. Composition : volige sur chevron bois, l'ensemble repose sur des poutres bois ancrées dans une dalle béton	0.37	17.9	7	206
Murs sur extérieur	Mur en pierre avec recouvrement d'enduit (sur env. 90% surf.)	2.00	250.7	501	15 544
Murs sur extérieur extension	Mur en ossature bois avec bardage en tasseaux bois verticaux (sur env. 10% surf)	0.50	22.1	11	342
Plancher	Plancher bois sur voutains briques	0.80	167.6	134	4 156
Plancher extension	Béton sur dalle béton	0.90	17.9	16	500
Ouvrants alu (fenêtres)	Menuiserie Alu double vitrage (4*12*4)	3.00	48.8	146	4 534
Ouvrants bois (fenêtres)	Menuiseries Bois Simple vitrage	1.80	2.0	4	109
Ouvrants ext(fenêtres)	Menuiserie Bois double vitrage (4*12*4)	1.80	5.0	9	281
Ouvrants (portes)	Porte-vitrée alu double vitrage (130*220)	3.00	3.4	10	314
Ponts thermiques	Calculés en ml	0.50	153.8	77	2 384
			Σ _d	915	37 201
			Σ _{Air}	90	2 790
			Σ _D (kW)		40

Préconisations

Déperdition des parois par type



- Toiture
- Murs sur extérieur
- Plancher
- Ouvrants (fenêtres)
- Ouvrants (portes)
- Ponts thermiques
- ventilation

Intervention : isolation des combles

Coût estimé : 8 300 €

Gain d'énergie potentiel annuel : 10%

Économie d'énergie : 4 239 kWhEF / an

Économie financière : 468 € TTC / an

Économie environnementale : 1 162 kg CO₂/an

Temps de retour annuel : 18



Intervention : isolation du plancher sur cave

Coût estimé : 8 228 €

Gain d'énergie potentiel annuel : 5%

Économie d'énergie : 2 120 kWhEF / an

Économie financière : 234 € TTC / an

Économie environnementale : 581 kg CO₂/an

Temps de retour annuel global : 35



Préconisations

Intervention : isolation intérieure des murs extérieurs

Coût estimé : 46 207 €

Gain d'énergie potentiel annuel : 25%

Économie d'énergie : 10 598 kWhEF / an

Économie financière : 1 171 € TTC / an

Économie environnementale : 2 904 kg CO₂/an

Temps de retour annuel global : 39



En plus des travaux d'isolation proprement dit, des travaux complémentaires sont à prévoir :

- Mise en peinture des murs intérieurs non isolé : 3360 €HT
- Pose de tablettes et plinthes : 3100 €HT
- Remplacement des faux plafond du RdC : 7883 €
- Déplacement des radiateurs compris reprise des tuyauteries + dépose des installations sanitaires inutilisées : 2250 €

Cette opération serait éligible à l'appel à projet Révolution du SIEL 2021.

Intervention : ventilation double flux

Coût estimé : 20 000 €

Gain d'énergie potentiel annuel : SO

Économie d'énergie : SO kWhEF / an

Économie financière : SO € TTC / an

Économie environnementale : SO kg CO₂/an

Temps de retour annuel global : SO



La mise en place du VMC DF permet de respecter les débits réglementaires tout en maîtrisant les consommations d'énergie (l'échangeur de chaleur permet de récupérer des calories sur l'air extrait du bâtiment). Ce système permet également un gain en confort et en qualité d'air grâce à la filtration des pollens, spores, moisissures et particules fines. Cependant l'implantation des gaines et de la machine peuvent être compliquée en rénovation. En outre la consommation électrique liée au fonctionnement de la VMC va augmenter.

Cette opération serait éligible à l'appel à projet Révolution du SIEL 2021.

Préconisations

Intervention : remplacement du système de production de chaleur

Coût estimé : 52 622 €

Gain d'énergie potentiel annuel : 20%

Economie d'énergie : 8 479 kWhEF / an

Economie Financière : 2 886 € TTC / an

Économie environnementale : 11 175 kg CO₂/an

Temps de retour annuel global : 18



L'installation de production de chaleur est vieillissante (1994), la commune a pris la décision de la remplacer. 3 solutions s'offrent à la commune :

- le remplacement de l'existant par une autre chaudière gaz propane haute performance
- la mise en place d'une PAC Air/Eau
- la mise en place d'une chaudière granulés bois.

Suite à une étude de choix d'énergie réalisée par le SIEL, c'est la solution de mise en place d'une chaudière granulés bois qui apparaît la plus pertinente si l'on considère le coût global (coût travaux + coût d'exploitation sur 20 ans)

Synthèse des préconisations

Cette synthèse sous forme de tableau a pour objectif de retranscrire les économies d'énergie, d'émission de gaz à effet de serre et financières. Le 1er tableau concerne les postes de travaux qui permettent d'améliorer les caractéristiques thermiques du bâtiment.

Le 2ème concerne l'éclairage qui permet de diminuer les consommations d'électricité spécifiques.

Enfin le 3ème concerne la ventilation qui ne permet pas un gain énergétique mais permet de garantir une bonne qualité d'air aux occupants.

Remarque :

Rappel :	Surface du	291	m²
	Usage :	Ecole	

Travaux	Montant travaux (€HT)	Economie de propane (%)	Economie de propane (kWhEF/an)	Economie Emission GES (kgCO ₂ /an)	Economie facture énergétique (€TTC/an)
Isolation des combles	8 300	10%			
Isolation du plancher	8 228	5%			
Isolation des murs	46 207	25%			
Chaudière bois	52 622	20%			
SOUS-TOTAL	115 357	60%	25 436	11 420	3 454

Travaux	Montant travaux (€HT)	Economie d'énergie (%)	Economie d'énergie (kWhEF/an)	Economie Emission GES (kgCO ₂ /an)	Economie facture énergétique (€TTC/an)
VMC Double Flux	20 000	SO	SO	SO	SO

Travaux	Montant travaux (€HT)	Economie d'électricité (%)	Economie d'électricité (kWhEF/an)	Economie Emission GES (kgCO ₂ /an)	Economie facture énergétique (€TTC/an)
Eclairage LED	3 000	22%	949	33	154

Travaux	Montant travaux (€HT)	Economie d'énergie (%)	Economie d'énergie (kWhEF/an)	Economie Emission GES (kgCO ₂ /an)	Economie facture énergétique (€TTC/an)
TOTAL TRAVAUX + MISSION D'ACCOMPAGNEMENT	143 112	56%	26 385	11 453	3 608

Synthèse situation avant/après travaux

	Consommation totale d'énergie (kWhEF/an)	Consommation totale d'énergie (kWhEF/m ² .an)	Emission GES (kgCO ₂ /an)	Emission GES (kgCO ₂ /m ² .an)	Facture énergétique totale (€TTC/an)
Situation avant travaux	46 709	161	11 931	41	5 026
Situation après travaux	20 324	70	478	2	1 418
GAINS APRES TRAVAUX	26 385	91	11 453	39	3 608



MERCI DE VOTRE ATTENTION