

Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Stage énergéticien du bâtiment

Obiose Ingénierie
2 avenue Georges Pompidou, 29200 Brest

Tuteur entreprise :
M. Claude Tournellec
Ingénieur Dirigeant

Tuteur académique :
M. Minjid Maïzia



Cyril Toussaint
IUT
2020-2021

Remerciements

Je tiens à remercier Claude TOURNELLEC, qui est à la fois le gérant de Obiose Ingénierie et aussi mon tuteur professionnel, de m'avoir permis d'intégrer son bureau d'études.

Je remercie Pauline AGUADO, qui a été stagiaire à peu près à la même période que moi ainsi que Alice CARRICART, avec qui j'ai pu échanger mes connaissances et qui ont pu toute les deux m'apporter leur savoir-faire.

Je remercie aussi mon tuteur pédagogique Minjid MAÏZIA, ainsi que le reste de l'équipe pédagogique de Polytech Tours.

Table des matières

Remerciements -----	2
Nomenclature-----	5
1) Présentation de l'entreprise -----	6
A) Généralités-----	6
B) Domaines et activités-----	7
C) Moyens humains et techniques-----	8
2) Missions confiées -----	9
3) Gestion des appels d'offres -----	9
A) Description d'un appel d'offres -----	9
B) Répondre à un appel d'offres-----	10
C) Création du dossier de candidature pour un appel d'offres-----	11
4) Mission de diagnostic énergétique à Amayé-sur-Orne -----	12
A) Réalisation de l'état existant-----	13
B) Réalisation des scénarios de travaux -----	17
C) Calcul des aides -----	19
D) Mise au point avec le client -----	21
5) Mission de diagnostic énergétique à Landerneau -----	21
A) Phase préliminaire à la modélisation -----	21
a) État des lieux du logement -----	21
b) Étude des plans-----	22
B) Modélisation du logement -----	22
a) Modélisation de l'enveloppe du logement -----	22
b) Équipements énergétiques du logement -----	24
c) Bilan énergétique de l'état existant-----	25
C) Modélisation des scénarios de rénovation -----	26
D) Calcul des aides -----	28
E) Bilan -----	29
6) Travail sur plan pour la réhabilitation des logements -----	29
A) Lot 7 CFA CFO -----	29
B) Lot 8 PCV -----	29
7) Missions diverses-----	30
8) Conclusion -----	30
Table des illustrations-----	31
Bibliographie -----	32

ANNEXES -----	33
Annexe 1 : Diagnostic énergétique à Amayé-sur-Orne, CAP RENOV -----	33
Annexe 2 : compte rendu de la modélisation du logement à Landerneau - BAO EVO2 -----	50
Annexe 3 : Plans du bâtiment de St Pol de Léon -----	68
Annexe 4 : Fiche de référence de St Pol de Léon -----	75

Nomenclature

Acronymes

AE	acte d'engagement
AO	appel d'offres
BBC	bâtiment basse consommation
CCP	cahier des clauses particulières
CEE	certificat d'économie d'énergie
Cef	consommation conventionnelle en énergie finale
CET	chauffe-eau thermodynamique
CFA	courant faible
CFO	courant fort
COP	coefficient de performance
CSTB	centre scientifique et technique du bâtiment
CUMAC	cumulé et actualisé
DC1	lettre de candidature
DC2	déclaration du candidat
DPE	diagnostic de performance énergétique
E+C-	énergie positive et réduction carbone
ECS	eau chaude sanitaire
EnR&R	énergie renouvelable et de récupération
EURL	entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée
ITE	isolation par l'extérieur
ITI	isolation thermique par l'intérieur
MOA	maître d'ouvrage
OPC	ordonnancement, pilotage et coordination
PAC	pompe à chaleur
PCV	plomberie chauffage ventilation
RC	règlement de consultation
RE2020	réglementation environnementale 2020
RT2012	réglementation thermique 2012
SCOP	coefficient de performance saisonnier
SHAB	surface habitable
SHON	surface hors d'œuvre nette
STD	simulation thermique dynamique
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VRD	voirie et réseaux divers

Symboles

DJU	degré jour unifié
R	résistance thermique
Sw	facteur solaire
U	coefficient de transmission thermique
Uw	coefficient de transmission thermique à travers un vitrage

1) Présentation de l'entreprise

A) Généralités

Obiose Ingénierie est une EURL dirigée par M. Claude Tournellec, dont le siège social se situe à Brest, au capital social de 6 000 €.



Figure 1 : Siège social de Obiose Ingénierie à Brest (Google Maps)

Ce bureau d'études en pleine croissance a vu son chiffre d'affaires constamment augmenter depuis sa création. Celui-ci a toutefois légèrement diminué en 2019, et surtout en 2020, période durant laquelle l'épidémie de coronavirus a commencé à impacter les activités de l'entreprise. 100 % de son chiffre d'affaires est lié aux services.

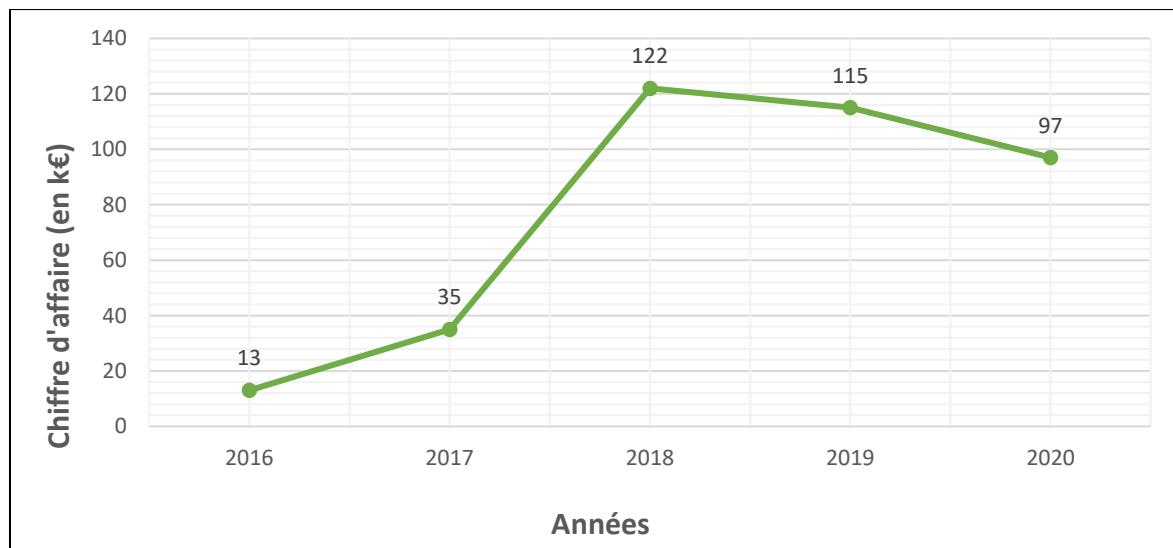


Figure 2 : Évolution du chiffre d'affaires de l'entreprise

Elle possède aussi 2 adresses, à Nantes et à La Réunion.

B) Domaines et activités

Le bureau d'étude possède une expertise dans les domaines de la maîtrise d'œuvre fluides, des énergies renouvelables, de la maîtrise de l'énergie et de l'environnement. Plus concrètement, ses compétences englobent les domaines du chauffage, de la ventilation, de la climatisation, de la plomberie, de l'électricité, des STD, des énergies renouvelables et bien d'autres.

Cette expertise, Obiose ingénierie la met en œuvre en accompagnant aussi bien les particuliers que les professionnels dès le lancement de leurs projets. L'entreprise réalise par exemple des études sur la thermique du bâtiment et va contrôler les objectifs de performance énergétique, en respectant les engagements liés à l'environnement, mais aussi techniques et financiers. Des mises en conformité avec la RT2012 sont réalisées, mais aussi avec la RE2020 à l'aide de l'expérimentation E+C-. Une autre de ses missions consiste à évaluer le potentiel d'un site par rapport au développement d'une ou plusieurs énergies renouvelables (solaire thermique, bois-énergie, photovoltaïque...).

Le déroulé typique d'un projet s'organise selon le schéma ci-dessous :

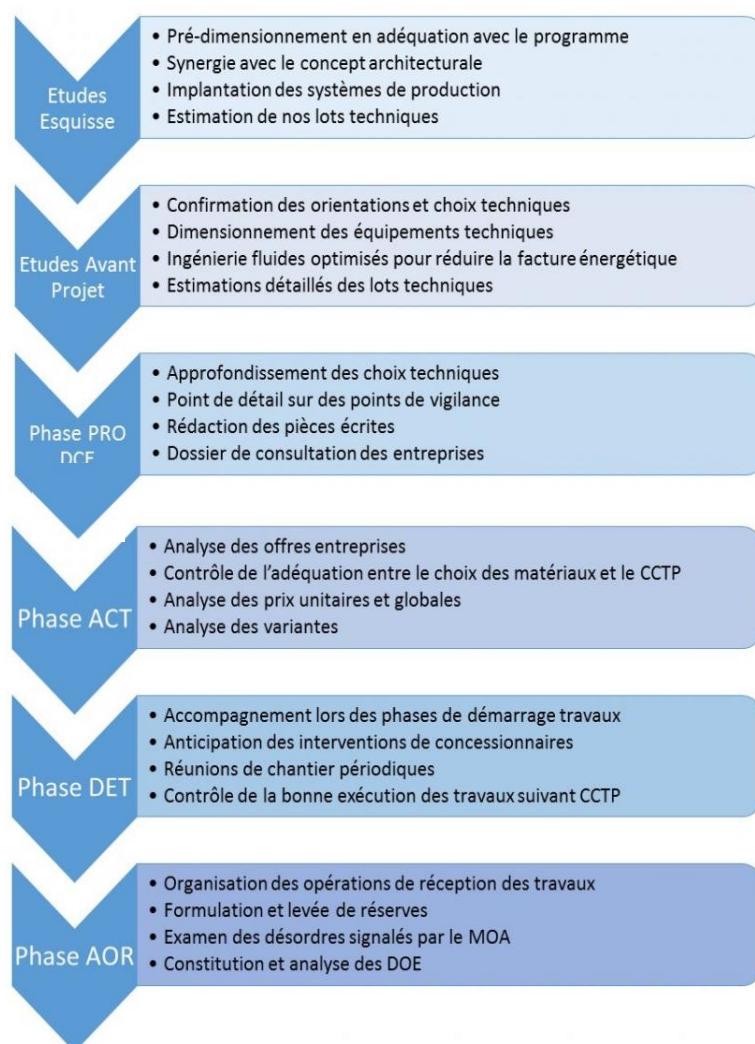


Figure 3 : Les différences étapes de réalisation d'un projet (Obiose Ingénierie)

C) Moyens humains et techniques

Le bureau d'étude est composé du gérant Claude Tournellec, ainsi que d'une ingénierie (Alice CARRICART) et de 2 ingénieurs stagiaires (Pauline AGUADO et Cyril TOUSSAINT).

Il a été créé en 2016 à Brest, mais il est le fruit de plus de 10 ans d'expériences, acquises par le dirigeant tout au long de son parcours en bureau d'études thermique et fluides. Titulaire d'un master en énergie, Claude Tournellec a travaillé aussi bien en France qu'à l'étranger. Il a exporté son savoir-faire à la Réunion, mais aussi au Maroc sur des projets de maîtrise de l'énergie dans l'habitat social, ainsi qu'en Afghanistan sur des programmes d'optimisation énergétique lors de la reconstruction du pays.

Le schéma ci-dessous représente l'organisation de l'entreprise :

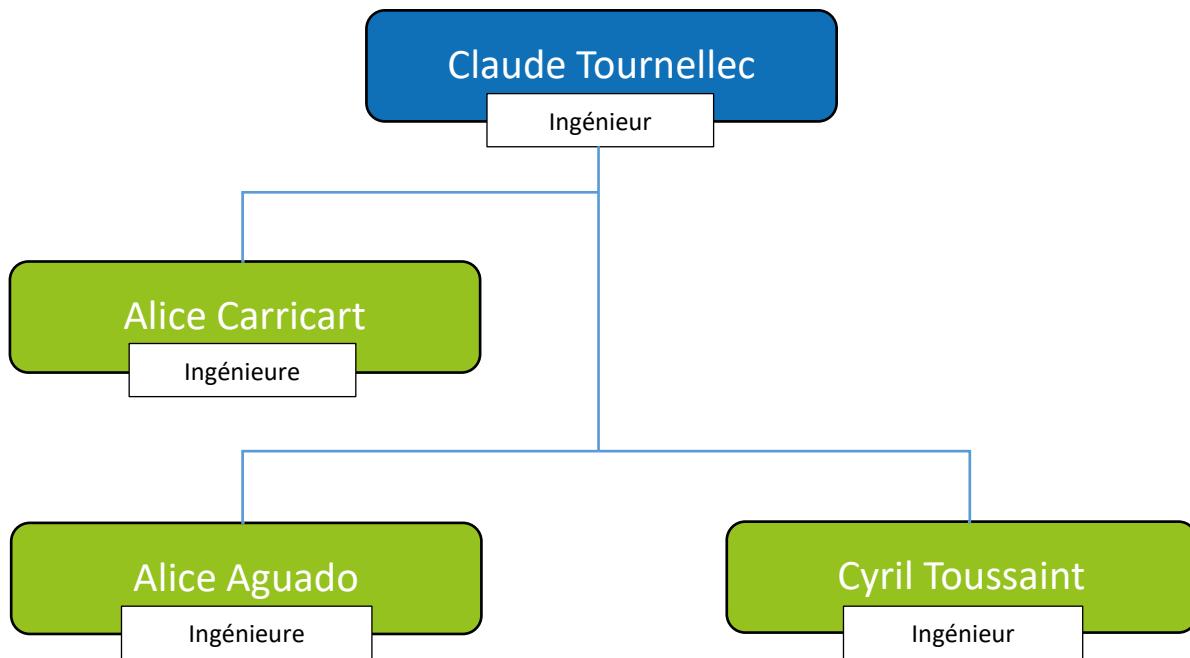


Figure 4 : Organigramme de l'entreprise

L'entreprise dispose aussi de ressources matérielles et logicielles, renseignées dans le tableau 1. Elles sont nécessaires pour mener à bien les projets sur le terrain lors des visites sur site, et aussi au bureau afin de traiter les informations recueillies.

Tableau 1 : Moyens matériels de l'entreprise

Équipement de mesures	Logiciels
<ul style="list-style-type: none"> - Caméra infrarouge Flir – E5 - Thermomètre infrarouge - Télémètre laser - Enregistreurs de température et hygrométrie TESTO 174 H - Anémomètre à hélice TESTO 417 et 2 cônes Testovent - Anémomètre à fil chaud TESTO 405 - Manomètre TESTO 510 - Vitromètre Merlin laser pour épaisseur de vitrage - Luxmètre, Wattmètre - Prises mesure de consommation - Pompe à épreuve VIRAX - Sonomètre détection de fuite - Clinomètre SUUNTO Tandem 360 	<ul style="list-style-type: none"> - Logiciel de facturation et de gestion de projet : Dolibarr - Logiciel de dessin : Plancal Nova 15, Sketchup - Logiciel RT2012 : Perrenoud U21 U22 - Calcul déperditions : Perrenoud U02 - Calcul de charge : Perrenoud U11 - Diagnostic énergétique : BAO EVO2 - Logiciel STD : Perrenoud ThermSTD - Logiciel dimensionnement solaire thermique : SOLO, TECSOL - Photovoltaïque : Archelios PRO - Logiciel dimensionnement Fluides : Plancal Nova 15 - Logiciel Eclairage FLJ : DIALux Evo - Logiciel BIM : Therm BIM, Plancal Nova 15, Tekla BIM Sight, BIM Vision

2) Missions confiées

Différentes missions m'ont été confiées tout au long du stage. Parmi celles-ci, j'ai dû effectuer des missions de diagnostic énergétique pour des maisons individuelles pour les particuliers. La plupart de ces diagnostics ont été réalisés à l'aide du logiciel de simulation de travaux de rénovation CAP RENOV, ainsi que le logiciel de diagnostic énergétique BAO EVO de Perrenoud. J'ai aussi réalisé une partie des plans d'un bâtiment accueillant des logements sociaux, sur le logiciel de DAO Autocad. Enfin, j'ai aussi participé à la recherche d'appels d'offres et à la constitution des dossiers de candidatures.

Toutes ces missions seront décrites et analysées dans les sections suivantes.

3) Gestion des appels d'offres

A) Description d'un appel d'offres

La gestion des appels d'offres a été la première mission qui m'a été confiée, et c'est aussi la mission qui revenait le plus souvent tout au long de mon stage.

Un appel d'offres (AO) désigne la procédure par laquelle l'acheteur, aussi appelé pouvoir adjudicateur ou maître d'ouvrage (MOA), choisit une entreprise ou un groupement d'entreprises afin de répondre à un cahier des charges pour répondre à un besoin.

Le marché public représente le contrat qui est conclu entre le MOA (public) et l'entreprise/groupement d'entreprises qui a été sélectionné.

L'appel d'offres peut être ouvert ou restreint. Dans le premier cas, n'importe quelle entreprise ayant les compétences requises peut candidater, tandis que dans le second seul certaines entreprises choisies au préalable par le MOA peuvent candidater à l'AO.

Après sélection d'une liste d'AO par mon tuteur, mon rôle a été de lire les différentes pièces constitutives du dossier d'appel d'offres, d'en tirer les informations pertinentes (nom du MOA, coût des travaux, compétences minimales requises, surface, date de remises des candidatures) et de les diffuser aux différents architectes afin de commencer à créer un groupement d'entreprises.

Si l'appel d'offres n'a pas l'air aussi avantageux qu'il en a l'air (coût prévisionnel des travaux trop bas par rapport aux missions demandées ou compétences minimales trop nombreuses par exemple), alors j'en parle à mon tuteur, et il décidera si oui ou non on candidate pour l'AO.

Le dossier d'AO est appelé DCE (Dossier de Consultation des Entreprises), il est composé de plusieurs pièces, et la quantité de documents fournis dans le DCE varie selon les MOA et selon l'AO. Voici certaines pièces que l'on peut trouver dans le DCE :

- **L'Acte d'Engagement (AE)** : ce document doit être signé par l'entreprise candidate ou l'ensemble des membres (entreprises) du groupement candidat, pour montrer qu'ils adhèrent aux clauses du marché public.
- **Le Cahier des Clauses Particulières (CCP)** : il regroupe les textes fixant les droits et obligations techniques et administratives spécifiques à un marché. Il se substitue aux CCTP et CCAP lorsqu'il n'est pas nécessaire de distinguer les deux.
- **Le règlement de consultation (RC)** : il fixe les règles de la consultation, c'est une sorte de mode d'emploi pour répondre (candidater) au marché. C'est dans ce document que figure l'essentiel des informations clés, qui détermineront si oui ou non il serait intéressant de candidater.

Il peut aussi y avoir des annexes, des plans, et un document qui recense toutes les questions et réponses entre les entreprises intéressées par l'AO et le MOA, afin d'éclaircir certains points.

B) Répondre à un appel d'offres

Afin de répondre à un AO, j'ai suivi 2 étapes :

1) Synthèse de l'AO

Je repère les informations clés évoquées plus hauts (coût des travaux, les compétences minimales exigées...), mais aussi le type de travaux, puis je synthétise toutes ces informations dans un email structuré, destiné aux différents architectes avec lesquels on souhaite collaborer.

Remarque : Cette étape doit se faire de manière efficace et sans perte de temps. En effet, Obiose Ingénierie n'est pas le seul bureau d'étude orienté thermique, énergie et environnement qui soit intéressé par l'AO. Tous les autres bureaux d'études ne perdront pas de temps à constituer leurs équipes, surtout si le projet est très intéressant du point de vue financier, et par rapport aux prestations exigées. C'est pour cela qu'il faut se concentrer sur les AO mis en ligne récemment.

2) Choix des architectes

De la même manière qu'on choisit les AO en fonction de notre zone géographique d'intervention, on sollicite les architectes qui interviennent dans le département où se situe le

projet. Il existe différents types d'architectes selon leurs domaines d'intervention (architecte des monuments historiques (patrimoine), aménagements intérieurs, écoles, logements individuels/collectifs, équipements sportifs pour ne citer que ceux-là), on fera donc un second « filtre » pour s'intéresser aux architectes dont les activités correspondent à l'ouvrage à réaliser (pour une mission d'extension ou de reconstruction d'un gymnase scolaire, il serait préférable de solliciter un architecte spécialisé dans les écoles ou les structures sportives par exemple).

Remarque : Un appel d'offres ne nécessite pas toujours un architecte. Dans ce cas, on envoi l'email à un ou plusieurs bureaux d'études susceptibles d'être intéressés par l'appel d'offres. Évidemment, il faut que ces entreprises soient spécialisées dans une des compétences citées dans le RC, qui peuvent être : - Structure - (pour les BE spécialisés dans la structure des bâtiments) - VRD - OPC – Acoustique – Thermique – CFO/CFA – économiste de la construction...

Aussi, une équipe est composée d'un mandataire (en général l'architecte), et de plusieurs co-traitants (les autres entreprises du groupement). Le mandataire a pour responsabilité de représenter les entreprises du groupement, c'est lui qui communique avec le MOA et coordonne les prestations des membres de l'équipe.

Il faut aussi noter qu'un bureau d'études cotraitant peut être présent dans plusieurs équipes à la fois (en général 3 à 5 maximum selon l'AO), contrairement au mandataire (l'architecte mandataire d'un groupement ne peut pas être présent dans un autre groupement, pas même en tant que co-traitant). Rappelons que le MOA sélectionne l'équipe proposant la meilleure offre (sur des critères objectifs figurant dans le RC), donc candidater à un AO en étant dans plusieurs équipes augmente les chances de gagner le marché (c.-à-d. d'être sélectionné par le MOA).

À partir de là soit on reçoit des réponses négatives de la part des architectes (par désintérêt envers le projet ou parce qu'ils ont déjà constitué leurs équipes), soit des réponses positives.

Chaque réponse positive d'un architecte (mandataire) représente une place dans un groupement différent en tant que co-traitant. À condition bien sûr que l'équipe soit complète avant la date de remise des candidatures au MOA.

C) Création du dossier de candidature pour un appel d'offres

À cette étape, lorsque nous avons reçu une réponse positive d'un (ou plusieurs) architecte, je réalise le dossier de candidature.

Celui-ci est constitué de plusieurs éléments qui prouvent notre capacité à réaliser la tâche pour laquelle on candidate. Par exemple, Obiose Ingénierie peut se présenter pour satisfaire la compétence « Thermique » ou « CFO/CFA » (présente dans le RC). Il faudra donc compléter le dossier avec des références mettant en avant des travaux liés à la thermique ou à l'électricité.

Ce dossier est constitué des éléments suivants :

- Le formulaire DC1 (lettre de candidature) : il y a dans ce document les informations principales concernant l'entreprise et aussi concernant le mandataire, le titre de la mission de l'AO et l'identité de l'acheteur.

- Le formulaire DC2 (déclaration du candidat) : il possède des informations plus nombreuses sur le candidat, tel que la capacité financière, professionnelle et technique. Il complète le DC1
- L'acte de candidature et la délégation de pouvoir en faveur du mandataire. Ce document est nécessaire que si l'on n'est pas mandataire.
- Une présentation de l'entreprise
- Une liste de références en lien avec la mission. L'idéal est de présenter des projets qui se rapprochent de ce que le MOA souhaite effectuer, et qui ne soient pas trop anciens (pas plus de 3 ou 4 ans). En général, il exige 3 à 5 références, sur les 3 à 4 dernières années.
- Le CV, les diplômes et les formations des membres du bureau d'étude. Pour les formations, on applique le même principe que pour les références. On met en avant les formations en lien avec les missions proposées.
- Les certificats et assurances.

4) Mission de diagnostic énergétique à Amayé-sur-Orne

Un audit énergétique vise à établir et à planifier un programme de travaux pour améliorer la performance énergétique du patrimoine bâti. Cela se fait à partir d'une analyse détaillée du logement (ADEME, 2021). Le parc immobilier français est vieillissant, ce qui démontre une performance énergétique moyenne pas très bonne. Il y a aussi une obligation depuis 2007 de fournir un DPE lors d'une vente ou location d'un logement¹. Tous ces éléments pris ensemble poussent de plus en plus de particuliers mais aussi d'entreprises à réaliser des audits énergétiques. C'est une des missions pour laquelle Obiose Ingénierie est sollicité.

L'une de mes premières missions d'audit énergétique dans le département du Calvados à Amayé-sur-Orne. La cliente souhaitait effectuer des travaux de rénovation dans son logement afin de réduire sa facture énergétique, et aussi pour augmenter la valeur immobilière de sa maison. Celle-ci avait pour projet de la mettre en vente.

La maison a été construite en 1962, elle mesure 123 m² et l'énergie de chauffage principale est le fioul.

¹ <https://www.preventimmo.fr/diagnostics-immobiliers/diagnostic-dpe>



Figure 5 : vue aérienne de la maison de Mme Faucon (Géoportail)

L'audit énergétique s'est organisé comme suit :

1) Visite sur le terrain

On rencontre le client et on écoute ses requêtes, ses objectifs. Puis on relève toutes les informations pertinentes pour la réalisation de l'audit. Il arrive aussi que l'on oriente le client vers certains travaux à effectuer, dans le but d'atteindre ses objectifs de performance énergétique de manière plus efficace.

2) Modélisation du logement sur CAP RENOV

On réalise un modèle de la maison sur le logiciel, et ont créé des scénarios d'amélioration.

3) Mise au point avec le client

On contacte le client pour faire le point sur la consommation d'énergie actuelle, le gain énergétique engendré par les scénarios, le coût des travaux et les aides disponibles.

4) Versement des aides

Les organismes qui versent les aides liées à la rénovation énergétique prennent connaissance de l'audit. Si l'audit est validé, les aides sont versées sinon elles ne le sont pas (s'ils repèrent une incohérence ou si quelque chose d'autre ne convient pas, l'audit sera à refaire ou à modifier).

A) Réalisation de l'état existant

La modélisation de l'état existant permet de connaître la performance énergétique du logement (sa consommation énergétique annuelle ainsi que la quantité de CO₂ rejeté sur une année). Certaines informations nous permettront de modéliser la maison au mieux.

La forme de la maison a un impact direct sur sa consommation énergétique, 2 indices indiquent la compacité d'un logement afin de les classer du moins déperditif au plus énergivore, en ne prenant en compte que la géométrie. Ces indices devront être les plus petits possible².

² <http://nrlog.fr/index.php/2016/06/06/comment-comparer-la-compacite-de-2-maisons/>

$$C_{\text{surfacique}} = \text{Surface paroi}/\text{Surface habitable}$$

$$C_{\text{volumique}} = \text{Surface paroi}/\text{Volume intérieur}$$

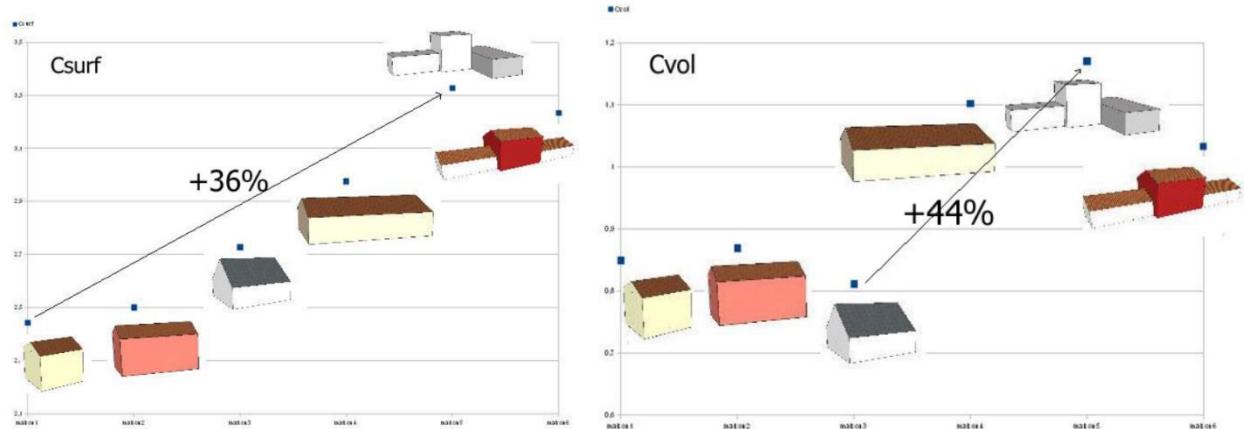


Figure 6 : Compacité d'une maison en fonction de sa géométrie

Comme on peut le voir, la maison de la cliente a une forme très compacte minimisant les déperditions :



Figure 7 : Géométrie de la maison (Obiose Ingénierie, Google Maps)

Le logement possède 10 fenêtres double vitrage à battants, 1 fenêtre en aluminium qui donne sur un volume non chauffé et 1 porte en bois avec <30 % de surface vitrée. Elle possède aussi des murs en pierre maçonnés.

Il y a 2 éléments liés à l'environnement extérieur qui impacteront la consommation du logement, les masques solaires et les mitoyennetés.

Il y a un local non chauffé sur la façade ouest. Cette information a son importance, car le flux thermique à travers la surface mitoyenne (entre la maison et le local non chauffé) est plus faible comparé au flux thermique à travers la même façade, entre l'intérieur de la maison et l'extérieur. L'arbre à proximité du logement bloquera quant à lui le rayonnement direct sur une partie de la façade est.

La première étape consiste à renseigner ces informations dans le logiciel.

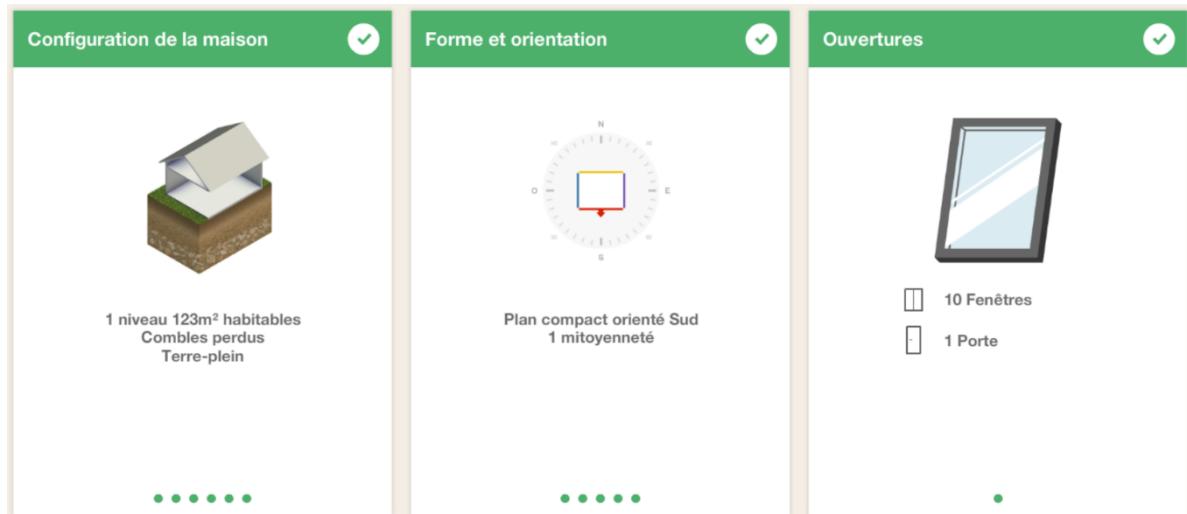


Figure 8 : Description générale de la maison

On renseigne aussi les éléments composants le bâti : la composition des murs, le type de plancher haut, bas, la présence ou non d'isolation, le type de fenêtre...

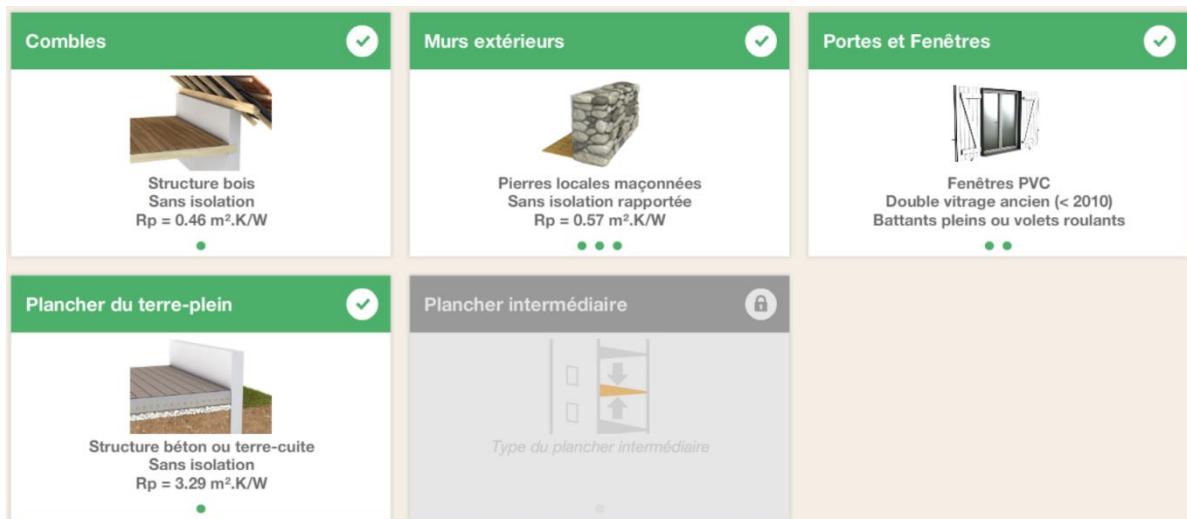


Figure 9 : Description détaillée de l'architecture de la maison

Les éléments relatifs à la ventilation et aux infiltrations sont aussi à prendre en compte. Il existe divers types de ventilation, elle peut être naturelle par ouverture des ouvrants ou à l'aide des grilles d'aérations, mais elle peut aussi être forcée à l'aide d'un **VMC**.

3 possibilités de systèmes s'offrent à nous : la VMC simple flux autoréglable, hygroréglable et la VMC double flux.

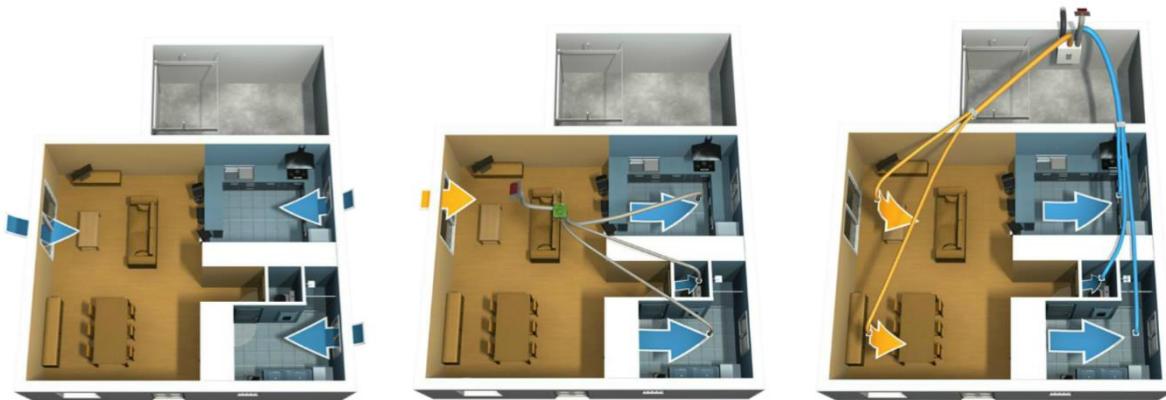


Figure 10 : 4 types de ventilation, de gauche à droite : par infiltrations ; VMC simple flux autoréglable/ hygroréglable ; VMC double flux (CAP RENOV)

Des critères liés aux conditions climatiques, aux économies d'énergies engendrées et aussi financiers nous aideront à choisir le système de ventilation le plus adapté pour la cliente.

Les VMC simples n'assurent que l'extraction de l'air, et adaptent l'entrée à leurs façons. L'autoréglable ajuste l'ouverture des entrées d'air en fonction de la pression ambiante pour assurer un débit stable, tandis que l'hygroréglable ajuste l'ouverture des entrées d'air ainsi que le débit d'air aspiré en fonction de l'humidité ambiante. Le modèle hygroréglable sera plus fortement conseillé dans les zones où le climat est assez rigoureux afin de limiter la consommation d'énergie liée au chauffage. Ce modèle est toutefois plus cher que l'autoréglable.

La VMC double flux quant à elle assure l'extraction de l'air vicié et l'introduction de l'air neuf qui a subi un prétraitement (réchauffement en hiver) dans un échangeur (transfert de chaleur par conduction entre les 2 airs, sans mélanges), afin que sa température se rapproche de la T° de consigne. Ce modèle est bien plus cher que les 2 précédents, mais le gain énergétique engendré est supérieur.

La cliente ne possède pas de systèmes de ventilation, l'aération se fait donc par ouverture des ouvrants.

Elle possède aussi une chaudière fioul assure le chauffage du logement par l'intermédiaire des radiateurs en fonte, ainsi que l'**ECS**.

Au final, j'ai pu réaliser le diagnostic de performance énergétique du logement de la cliente.

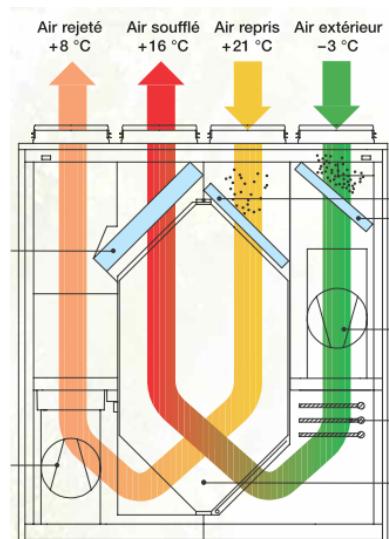


Figure 11 : caisson de ventilation d'un VMC double flux (www.fiabitat.com)

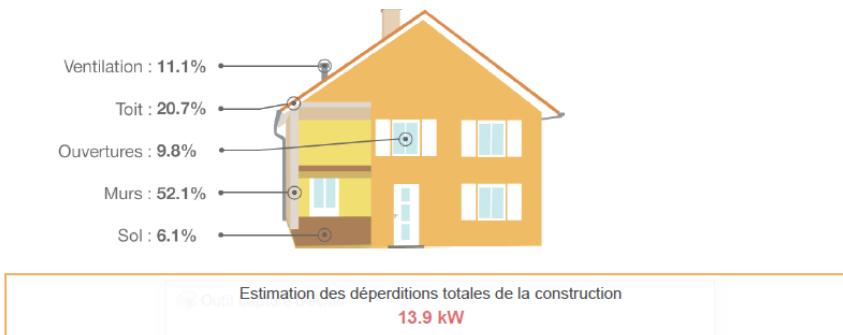


Figure 12 : Résumé des déperditions du logement

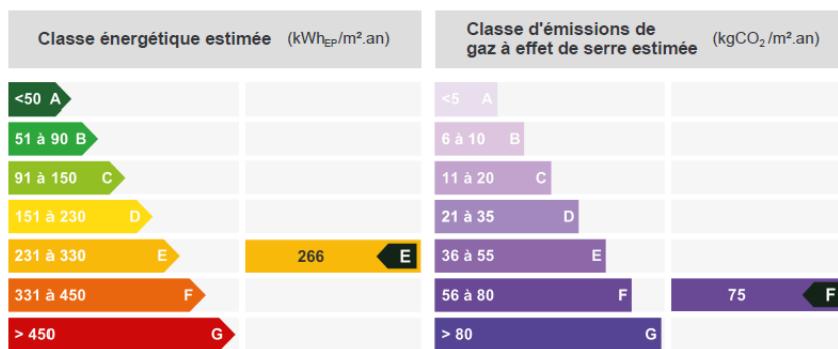


Figure 13 : Estimation du bilan énergétique du logement

En voyant ces résultats, il paraît évident qu'une rénovation énergétique du logement allègera non seulement la facture énergétique, mais aussi l'empreinte carbone du ménage.

B) Réalisation des scénarios de travaux

Lorsque l'on réalise les propositions de scénarios de travaux (à partir des envies du client et des conseils qu'on peut lui apporter), il faut avoir à l'esprit l'aspect énergétique et l'aspect financier, qui sont très liés entre eux.

L'aspect énergétique concerne la volonté de valider certains critères liés aux normes énergétiques, et la volonté de réduire ses dépenses liées à la consommation d'énergie.

Dans le cadre de la rénovation énergétique d'un logement, afin de bénéficier des aides aux travaux, il est important de fournir 3 choses. Au moins 1 scénario qui présente une réduction d'au moins 55% de la consommation d'énergie primaire initiale, 1 scénario où l'étiquette B est atteinte après travaux (label BBC rénovation) et un taux de EnR&R d'au moins 50 % pour chaque scénario.

Les Énergies renouvelables et de Récupération (EnR&R) désignent les sources d'énergie dont le renouvellement est naturel et se fait assez rapidement pour être considéré comme inépuisable sur l'échelle de temps de l'être humain (Avis, 2017).

Les EnR&R sont la quantité de chaleur renouvelable et de récupération apportée par les systèmes ci-dessous :

- Raccordement à un réseau de chaleur : **EnR&R = chaleur livrée × taux d'énergie renouvelable ou de récupération du réseau de chaleur**

- Production locale de chaleur renouvelable
- Solaire thermique (EnR&R = chaleur solaire utile)
- Géothermie en utilisation directe (EnR&R = chaleur géothermique utile)
- Géothermie ou aérothermie assistée par pompe à chaleur : **EnR&R = (COP – 2,3) * consommation d'électricité**
- Pompe à chaleur assurant le chauffage ou double service
- Chauffe-eau thermodynamique
- Récupération locale de chaleur fatale (EnR&R = chaleur récupérée et utilisée)
- Récupération de chaleur sur l'eau usée par échangeur direct
- Consommation de chaleur renouvelable ou de récupération (EnR&R = chaleur utile produite)
- Biomasse
- Biogaz, biocarburant en approvisionnement direct

Son taux est calculé de la manière suivante :

$$\text{Taux EnR&R} = \frac{\text{EnR&R}}{\text{consommation de chaleur utile pour le chauffage et l'ECS}}$$

(Légifrance, 2021)

L'aspect financier concerne les aides apportées au client pour les travaux, et dépend entre autres du niveau d'amélioration énergétique causé par les travaux. Plus de détails liés aux aides seront fournis dans le sous-titre suivant.

Voici le tableau 2 décrivant les travaux envisagés :

Tableau 2 : Détail des travaux envisagés à Amayé-sur-Orne selon les scénarios

Scénario 1	Matériel choisi	Scénario 2	Matériel choisi
Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3.5 à 55°C et COP > 3.01 à +7°C	Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3.5 à 55°C et COP > 3.01 à +7°C
Chauffe-eau thermodynamique	COP ≥ 2,6	Chauffe-eau thermodynamique	COP ≥ 2,6
Isolation du plancher des combles	R ≥ 7 m².K/W	ITE sous bardage entre deux lames d'air	R ≥ 4,37 m².K/W
Sonde extérieure	-	Sonde extérieure	-

Les travaux sont classés en 4 catégories sur le logiciel : **Bâtiment** (isolation du plancher des combles, ITE sous bardage entre deux lames d'air) - **renouvellement d'air – chauffage climatisation et eau chaude** (Pompe à Chaleur Air-eau, chauffe-eau thermodynamique, sonde extérieure) – **Éclairage et appareils électriques**.

Comme on peut le voir, ces équipements (PAC et chauffe-eau thermodynamique notamment) ont une performance minimale à respecter, en termes de COP et de SCOP.

$$COP = \frac{\text{Quantité d'énergie transférée par l'installation}}{\text{puissance électrique appelée par l'installation}}$$

$$SCOP = \frac{\text{production thermique annuelle de la PAC + l'appoint}}{\text{consommation électrique annuelle de la PAC + l'appoint}}$$

Nous pouvons voir ci-dessous les résultats de la simulation pour les 2 scénarios de travaux.



Figure 14 : Évaluation thermique après travaux, scénario 1 (objectif -55% de la consommation d'énergie primaire)



Figure 15 : Évaluation thermique après travaux, scénario 2 (objectif BBC)

C) Calcul des aides

Chaque particulier a droit à un montant d'aide pour ses travaux énergétiques, qui dépendent des travaux envisagés, de la ville/département concerné (il existe des aides spécifiques pour Guilers, et d'autres pour Plougastel par exemple). Notre cliente a droit à 2 types d'aides, **MaPrimeRénov'** et le **Coup de pouce BAR-TH-164.**

L'aide MaPrimeRénov' a été créée le 1^{er} janvier 2020 en remplacement du crédit d'impôt transition énergétique et des aides de l'Anah. Il s'adresse à tous les ménages ainsi qu'aux copropriétés et propriétaires bailleurs, et concerne les résidences principales. Il est calculé en fonction des revenus et du niveau d'amélioration énergétique apporté³.

La cliente possède un revenu fiscal compris entre 26 170 € et 22 547 € et le ménage est composé de 3 personnes, ce qui la classe dans la catégorie de revenu « Jaune » selon le barème de MaPrimeRénov' dans le tableau 3.

³ <https://www.economie.gouv.fr/particuliers/prime-renovation-energetique>

Tableau 3 : Barème MaPrimeRénov' en fonction de la situation fiscale du ménage (www.quelleenergie.fr)

Plafonds de ressources hors Île-de-France				
Nombre de personnes composant le ménage (foyer fiscal)	Revenu fiscal de référence (RFR) Mon RFR est indiqué sur mon avis d'imposition			
	MaPrimeRénov'Bleu Mieux chez moi, mieux pour la planète	MaPrimeRénov'Jaune Nieuw chez moi, mieux pour la planète	MaPrimeRénov'Violet Mieux chez moi, mieux pour la planète	MaPrimeRénov'Rose Meilleur chez moi, mieux pour la planète
1	jusqu'à 14 879 €	jusqu'à 19 074 €	jusqu'à 29 148 €	> 29 148 €
2	jusqu'à 21 760 €	jusqu'à 27 896 €	jusqu'à 42 848 €	> 42 848 €
3	jusqu'à 26 170 €	jusqu'à 33 547 €	jusqu'à 51 592 €	> 51 592 €
4	jusqu'à 30 572 €	jusqu'à 39 192 €	jusqu'à 60 336 €	> 60 336 €
5	jusqu'à 34 993 €	jusqu'à 44 860 €	jusqu'à 69 081 €	> 69 081 €
Par personne supplémentaire	+ 4 412 €	+ 5 651 €	+ 8 744 €	+ 8 744 €

Dans le scénario 1, les travaux ne permettent pas de bénéficier des aides MaPrimeRénov', tandis que dans le 2^e la cliente bénéficie du bonus BBC.

La 2^e aide est liée aux CEE (Certificats d'Économies d'Énergie). Les CEE sont un dispositif gouvernemental obligeant les fournisseurs d'énergie à verser des primes à des particuliers ou entreprises voulant réaliser des travaux d'amélioration énergétique, et les fiches d'opération standardisées décrivent les travaux éligibles à ces CEE⁴.

Lancé en octobre 2020, le dispositif Coup de pouce BAR-TH-164 concerne la réalisation de travaux se reportant à ceux de la fiche d'opération standardisée CEE BAR-TH-164 « Rénovation globale d'une maison individuelle »⁵.

Pour y bénéficier, le client devra justifier pour ses scénarios d'une baisse de 55% de la consommation d'énergie primaire annuelle (pour les 3 usages que sont : le chauffage, le refroidissement et l'ECS), d'avoir une classe énergétique supérieure à F et d'un taux d'EnR&R d'au moins 50%.

Le montant du certificat est calculé de la façon suivante⁶ :

$$\text{CEE} = (\text{Cef initial} - \text{Cef projet}) * \text{SHAB} * 18$$

Il est calculé en kWh CUMAC, qui est la contraction de cumulé et actualisé, car l'énergie économisée est ramenée à la durée de vie du produit et actualisé au marché. L'actualisation désigne le fait de diminuer l'importance du kWh économisé à mesure que les années passent, sur toute la durée de vie de l'installation énergétique.

Il est par la suite multiplié par un taux de valorisation de 5,6 €/kWh CUMAC

Dans le 1^{er} scénario, le montant du coup de pouce s'élève à 14 658 €, et à 16 243 € pour le 2^e. Le reste à charge après déduction des aides est de 5 127 € pour le 1^{er} scénario et 13 756 € pour le second (Annexe1).

⁴ <https://faq.hellio.com/definition-fiche-standardisee-cee>

⁵ [Coup de pouce "Rénovation performante d'une maison individuelle" | Ministère de la Transition écologique \(ecologie.gouv.fr\)](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/BAR-TH-164.pdf)

⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/BAR-TH-164.pdf>

D) Mise au point avec le client

À la fin de l'audit, les résultats sont exposés aux clients, le gain énergétique, l'impact sur la facture, le montant des travaux déduit des aides, puis le client approuvera ou non. En général il est satisfait, mais il est possible qu'il veuille changer certains travaux. Personnellement je n'ai pas été confronté à cette situation.

Ma mission s'arrête à ce niveau-là, mais par la suite, le client bénéficie des aides pour ses travaux.

5) Mission de diagnostic énergétique à Landerneau

Cette mission d'audit énergétique s'est réalisée cette fois-ci sur le logiciel BAO Évolution SED de Perrenoud.

Le client est un particulier se trouvant à Landerneau (29800) et sa maison s'étend sur plusieurs niveaux (R-1, R+1, R+2 et R+3). Le RDC est un commerce et n'est donc pas concerné par l'étude. Le R-1 quant à lui n'est pas une zone habitable et n'est pas non plus chauffé, il est donc exclu de l'étude.



Figure 16 : Vue aérienne de la maison à Landerneau (Géoportail)

A) Phase préliminaire à la modélisation

a) État des lieux du logement

Une visite complète du logement est effectuée, pour faire des relevés (épaisseur vitrage, présence ou non d'isolant...) afin d'avoir tous les éléments à sa disposition pour mener à bien la modélisation au bureau. La visite permet aussi de prendre connaissance des systèmes énergétiques présents, et d'avoir des pistes d'amélioration possibles.



Figure 17 : Quelques photos du bâti (Obiose Ingénierie)

b) Étude des plans

L'objectif ici est de se concentrer sur les plans papiers en mettant en évidence 3 éléments que sont : les ponts thermiques, les murs déperditifs ainsi que les ouvrants. On dispose de 3 exemplaires de chaque plan pour bien séparer ces 3 catégories pour chaque niveau qui nous intéresse, et on annote les plans avec des couleurs et des codes qu'on attribue à chaque élément du logement (mur intérieur « MI », mur extérieur $e = 0,6 \text{ m}$ « ME1 », par exemple). Cette étape permet de faciliter la modélisation sur le logiciel, et elle simplifie aussi la prise de connaissance du logement diagnostiquée si une nouvelle personne reprend l'audit.

B) Modélisation du logement

a) Modélisation de l'enveloppe du logement



Figure 18 : Plans du logement, de gauche à droite : façade ouest, R+1.

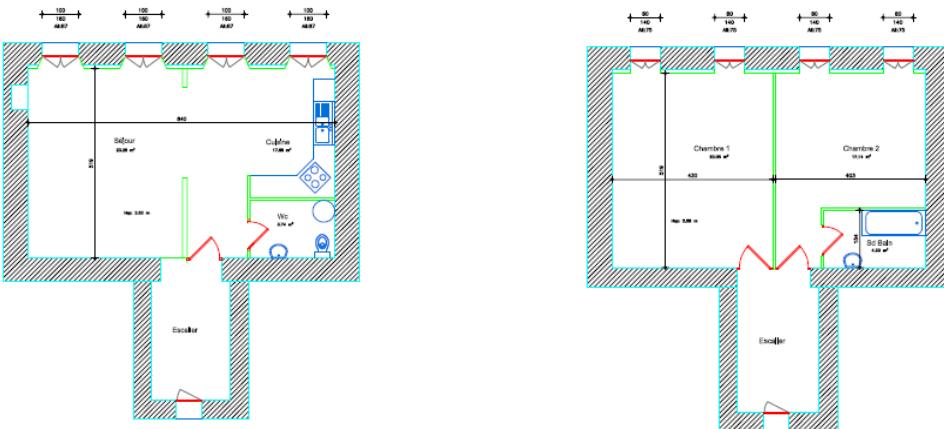


Figure 19 : Plans du logement, de gauche à droite : R+2, R+3. Voir aussi annexe 2.

La première étape consiste à renseigner les données administratives (renseignements sur l'entreprise et sur le client) et techniques générales du logement, comme le département, la zone climatique, l'année de construction, les DJU. Puis on entre dans la partie technique, où l'on enregistrera dans la bibliothèque du logiciel les différentes caractéristiques du logement à partir du plan de l'étape précédente.

Concernant les parois, on renseignera les différents types de murs avec leurs épaisseurs, leurs constitutions (béton, laine de verre) ainsi que le coefficient de conductivité thermique associé. Le logiciel en déduit les valeurs de résistance thermique R et le coefficient de conductivité thermique U. Des précautions sont à prendre lorsque l'on enregistre les murs. Il faut faire la distinction entre les murs extérieurs ($b=1$), les murs/planchers intérieurs donnant sur un local non chauffé ou commercial ($b=0,2$) et les murs/planchers intérieurs donnant sur un local chauffé ($b=0$). Plus le coefficient de réduction de Température « b » se rapproche de 0, moins la paroi est déperditive. Les parois non déperditives ne sont donc pas prises en compte, d'où l'importance aussi de connaître l'usage des bâtiments mitoyens.

Les menuiseries constituent une autre catégorie de la bibliothèque, où l'on renseignera les types de vitrages du logement (simple, double triple), leurs épaisseurs, les coefficients U_w , S_w du vitrage. On peut aussi renseigner la présence éventuelle de masques, qui ont pour effet de réduire les apports solaires.

La 3^e catégorie concerne les ponts thermiques linéaires, représentés par le coefficient « Ψ » (psi). Globalement, un pont thermique est un défaut dans l'isolation d'une construction qui est en général dû à l'utilisation de matériaux inappropriés, de faible qualité, ou dû à une mauvaise conception du bâti. La bibliothèque propose des exemples de pont thermique avec leurs coefficients, mais il est aussi possible d'entrer manuellement les valeurs de psi si à l'aide d'ouvrages dédiés, ce qui renforcera la fidélité de la modélisation par rapport à la réalité.



Figure 20 : Exemples de masques solaires verticaux et horizontaux (Santos, Akutsu, & Brito, 2016)

La méthode de calcul utilisée est la Th-CE ex. c'est la méthode de calcul des consommations d'énergie établie par le CSTB. Elle concerne les logements existants, par opposition à la méthode Th-CE qui concerne les logements neufs.

Pour les audits de logements, la SHON et la SHAB sont utilisées pour le calcul des surfaces. La SHON désigne l'ensemble des surfaces d'emprise de la construction, en déduisant les combles, sous-sols non habitables ou non utilisables pour une quelconque activité. Les terrasses, balcon, véranda non chauffée, et surfaces non closes au RDC ou aux niveaux supérieurs, ont elles aussi leurs surfaces déduites de la SHON. La SHAB désigne la SHON auquel on déduit la surface d'emprise des murs (Goujon, 2015).

Après avoir identifié les éléments caractéristiques du logement, on passe à l'étape du métré. C'est ici que je vais renseigner les dimensions des différents types de murs et de planchers, selon les différentes orientations. Après cela, je passe aux menuiseries, et mettant la quantité correspondante, puis aux ponts thermiques (on peut avoir par exemple : mur « ME 1-1 » 15m² au sud, 15m² au nord, menuiserie « F1-1 » *6 au sud et *3 au nord, linéique « L1 » 16m). Une fois cette étape terminée, la modélisation de l'enveloppe de la maison est achevée.

b) Équipements énergétiques du logement

Dans ce logement, le chauffage est pris en charge par une chaudière au fioul de 35 kW. Cette énergie sert à chauffer les pièces à l'aide des radiateurs.

Quant à l'ECS, celui-ci est généré par un chauffe-eau électrique, qui produit l'eau chaude par accumulation au sein d'un ballon de 200 l. Elle fonctionne donc sur le principe de la production et du stockage d'eau chaude, idéalement durant les heures creuses.



Figure 21 : Chaudière au fioul double service, avec ballon d'ECS et radiateurs (Obiose Ingénierie)

La ventilation se fait par infiltration au niveau des ouvrants, ce qui est assez commun pour les logements anciens datant d'avant 1948, et il n'y a pas de climatisation.

Dans le logiciel, il y a une distinction qui est faite entre les générateurs d'énergie (chaudière, électricité, panneaux solaires...) et les générations (radiateur, ballon d'ECS, plancher chauffant...). C'est à

l'utilisateur de relier chaque génération au générateur correspondant. Pour ce logement, j'ai relié la chaudière à fioul aux 2 types de radiateurs (fonte et acier), et l'électricité au chauffe-eau électrique.

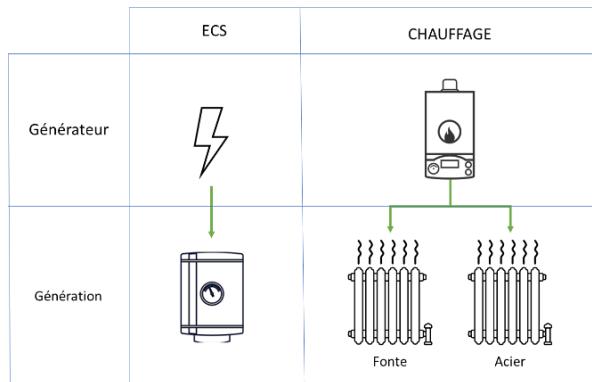


Figure 22 : Équipements énergétiques du logement, état existant

Il existe encore d'autres informations à renseigner tel que la régulation du chauffage avec une sonde extérieure, la présence du ballon d'eau chaude dans le volume chauffé. L'état du réseau de distribution du chauffage a aussi son importance, notamment le niveau de détérioration du calorifugeage qui l'enveloppe.

c) Bilan énergétique de l'état existant

Au final, le logement se trouve en classe G (passoire énergétique), aussi bien au niveau des consommations d'énergie qu'au niveau des rejets de CO₂. Cette maison fait partie des 6% des logements du parc actuel appartenant à cette classe énergétique (ONRE, 2020), mais cela n'est pas vraiment étonnant pour plusieurs raisons. D'abord, il n'y a pas d'isolant sur les parois (plancher des combles perdus compris), ce qui génère une énorme déperdition d'énergie (~ 60 % des déperditions totales) malgré une épaisseur de murs importante (60 cm). Aussi, ce logement a été construit au 17^e siècle, à une époque où aucune loi ou règlement n'encadrait les constructions de logement du point de vue énergétique. Cela a un impact sur la qualité de la construction, de son taux d'étanchéité à l'air et de la performance des vitrages (résistance thermique notamment). Quelques fenêtres ont toutefois été remplacées après les années 2000.

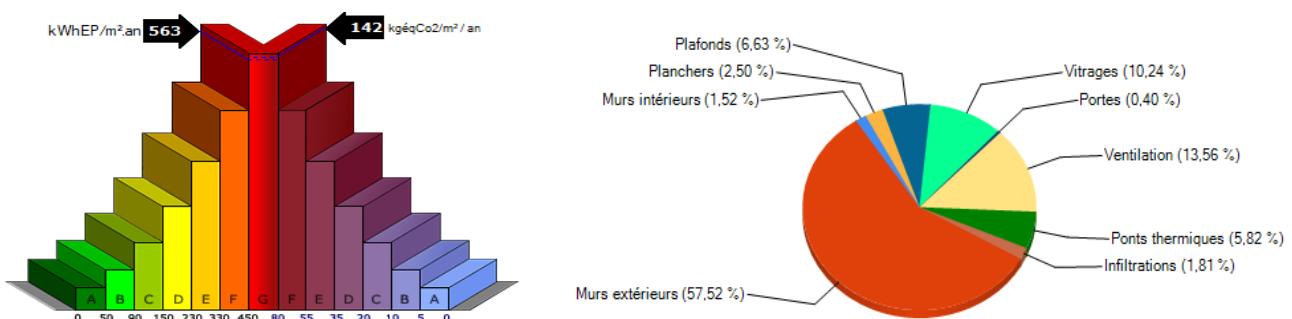


Figure 23 : Bilan des consommations et des déperditions d'énergie

C) Modélisation des scénarios de rénovation

À l'issue des visites avec le client et des dialogues avec celui-ci, une liste de travaux a pu être établie selon les différents scénarios, décrits au tableau 4.

Tableau 4 : Détail des travaux envisagés à Landerneau selon les scénarios

	Scénario 1	Matériel choisi	Scénario 2	Matériel choisi
Détails des travaux	Isolation du réseau de distribution	-	Isolation du réseau de distribution	-
	Thermostat d'ambiance + sonde extérieure	-	Thermostat d'ambiance + sonde extérieure	-
	Isolation du plancher des combles 25cm de ouate de cellulose	$R \geq 7,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Isolation du plancher des combles 35cm de ouate de cellulose	$R \geq 10,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	Isolation toiture réserve 15cm de laine de verre	$R \geq 4,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Isolation toiture réserve 15cm de laine de verre	$R \geq 4,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	ITI 12cm de laine de verre	$R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	ITI 12cm de laine de verre	$R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	Changement des menuiseries PVC 4-16-4 argon	$Uw \leq 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $Sw \geq 0,36$	Changement des menuiseries double vitrage très performant	$Uw \leq 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ et $Sw \geq 0,36$
	Chaudière gaz condensation 40 kW	rendement $\geq 97\%$	VMC double flux	-
	Radiateur basse température	-	Chaudière gaz condensation 40 kW	rendement $\geq 97\%$
	Panneaux rayonnants 500 W	-	Radiateur basse température	-
	Remplacement porte pallière	-	Panneaux rayonnants 500 W	-
	VMC hygro A	-	Remplacement porte pallière	-
	Chauffe-eau électrique	-	Chauffe-eau électrique	-

Comme avec l'autre audit, on a pour objectif un scénario -55 % de réduction d'énergie primaire pour les 3 usages (chauffage, climatisation et ECS) et un scénario BBC. En partant d'une mauvaise classe énergétique, il n'est pas difficile d'atteindre le 1^{er} objectif des -55 % avec peu de travaux, tandis que le 2nd scénario est à l'inverse difficile à atteindre.

Sur le logiciel, on va paramétriser les éléments travaux en créant des modifications par impact.

Un peu à l'image de CAP RENOV, on se base sur l'état existant pour créer les améliorations, avec toutefois plus de personnalisation et de détails à renseigner.

Pour l'enveloppe de la maison, il a été choisi une isolation des combles pour un $R > 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour le 1^{er} scénario et supérieur à $10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour le second. 12 cm de laine de verre ont aussi été prévus dans les travaux pour l'isolation thermique par l'intérieur (ITI) des murs déperditifs, afin d'atteindre une résistance thermique d'au moins $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Ces valeurs minimales ont été définies par les fiches BAR donnant droit aux CEE. L'isolation des murs, par exemple, se base sur la fiche BAR-EN-102 (ADEME, 2017).

Concernant les équipements, il a été décidé de séparer la maison en 2 zones. Une première zone où l'on a décidé de remplacer la chaudière au fioul de 35 kW par une chaudière de 40 kW doubles service, c'est-à-dire qui prend en charge à la fois le chauffage (avec les radiateurs basse température) et l'ECS en gardant le ballon existant. Une 2^{ème} zone où le chauffage (panneaux rayonnants 500 W) et l'ECS

(ballon électrique) sont alimentés à l'électricité. Cette requête a été formulée par le client, afin de bien distinguer la consommation énergétique des 2 zones de la maison, car celui-ci veut mettre une partie de son logement (la 2^{ème} zone) à la location.

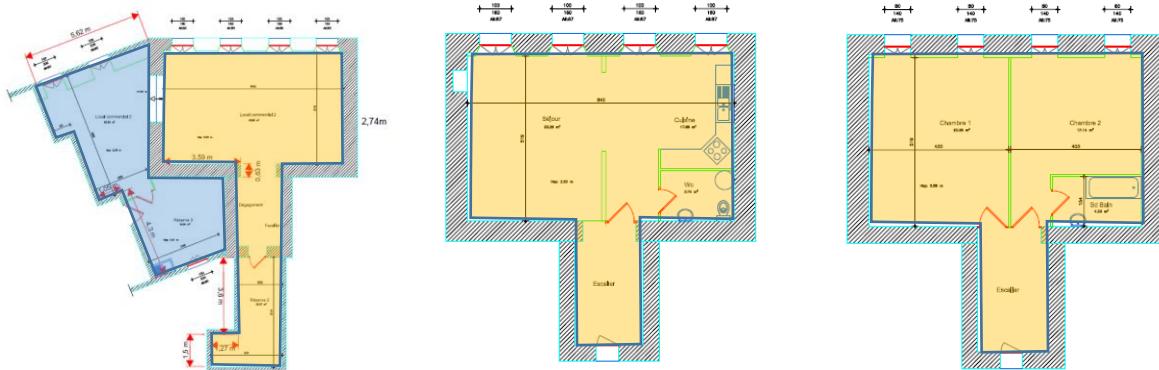


Figure 24 : Zone 1 en jaune et zone 2 en bleu

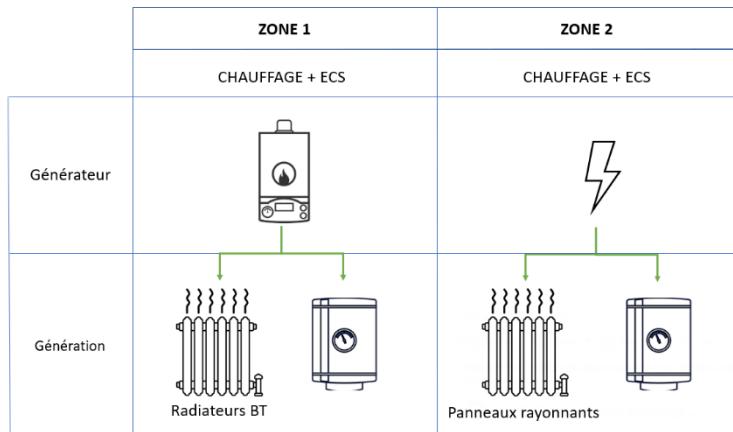


Figure 25 : Équipements énergétiques du logement, scénario 1 et 2

La ventilation du logement à l'état existant repose sur les infiltrations et l'ouverture des ouvrants, mais il est prévu de mettre d'installer une VMC hygro A (débit d'extraction variable et entrée d'air autoréglable) en scénario 1 et une VMC double flux en scénario 2. L'usage de l'hygro A peut être un choix plus judicieux que l'hygroréglable B (débit d'extraction variable et entré d'air hygroréglable) lorsqu'il y a des pièces pas très occupées et peu humides, comme un débarras. Dans cette configuration, les VMC hygro B n'assureront pas très bien le renouvellement d'air, contrairement au modèle hygro A.

La VMC double flux a quant à elle été choisi, pour viser un plus grand gain énergétique pour le scénario 2.

À l'image du chauffage, la ventilation sera séparée entre les 2 zones. La première mesurant 153 m² et la seconde 37m² (en prenant en compte la réduction de la SHAB due à l'épaisseur de l'isolant). En plus des surfaces, on rentrera aussi dans le logiciel le nombre de WC, de salle de bain, de salle de bain + WC ainsi que le nombre de pièces, puis on sélectionnera le modèle de VMC. En fonction du type de

logement (T1 à T7) les débits ne seront pas les mêmes, on a donc 165 m³/h et 75 m³/h de débit de base pour les zones 1 et 2 respectivement, valeurs qui seront aussi enregistrées.

Le choix s'est porté sur le modèle *hygrocosy BC* pour la zone 1 et *hygrocosy* pour la zone 2, après avoir cherché dans la documentation du constructeur, on a pu déterminer la puissance des 2 modèles ce qui nous amène à 9,7 W-Th-C pour la zone 1 et 19,3 W-Th-C pour la zone 2.

Le W-Th-C est une unité adaptée aux systèmes de ventilation mécanique, qui prend en compte 22h de consommation à basse vitesse et 2h en vitesse élevée, le tout ramené à une consommation horaire.

La première zone, bien que plus grande que la seconde, possède une VMC basse consommation adaptée aux logements possédants plusieurs pièces, ce qui explique la puissance de ventilation 2 fois moindre.

Après avoir modélisé les changements de menuiserie, le remplacement du calorifugeage du réseau de distribution du chauffage, ainsi que la pose d'un thermostat d'ambiance et d'une sonde extérieure pour réguler au mieux la température ambiante du logement, la modélisation fut terminée. Les résultats ont donc pu être extraits.

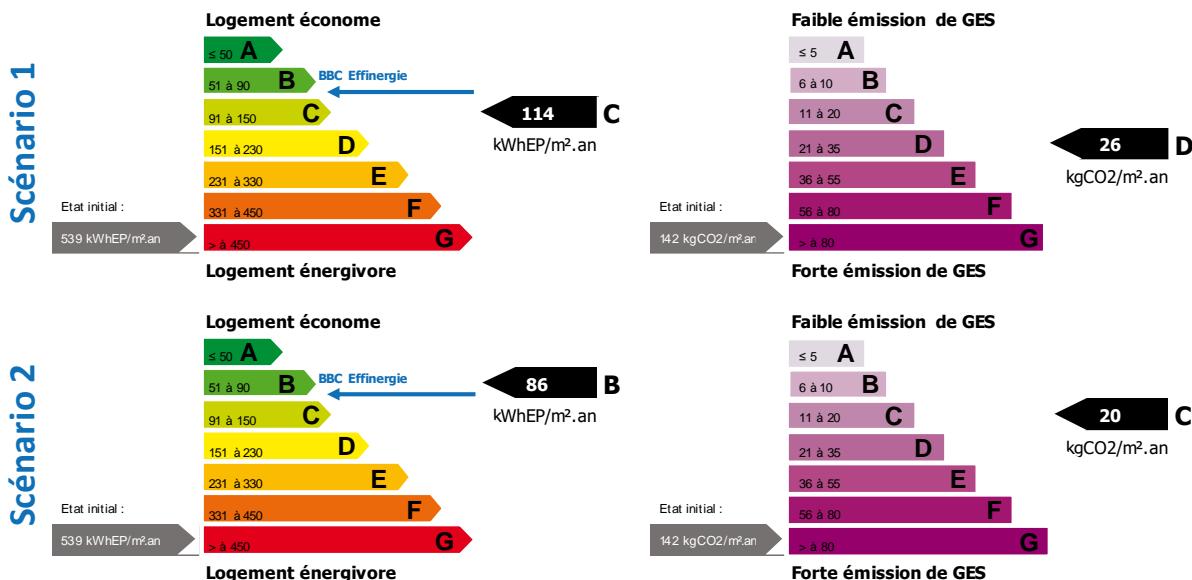


Figure 26 : Bilan énergétique et environnemental des 2 scénarios de travaux

Comme on peut le voir, les exigences de performance énergétiques ont été atteintes.

D) Calcul des aides

Le calcul des aides se fait à part, sur un tableau EXCEL qui recueille le prix de nombreuses références en termes d'équipements énergétiques, de vitrage, de VMC, de surface d'isolant, etc. Au final, nous avons 46 300 € de reste à charge après déduction des aides pour le 1^{er} scénario et 45 800 € pour le 2nd. Le coût des travaux du 2^{ème} scénario est plus élevé, mais le bonus BBC et le montant du coup de pouce BAR-TH-164 procurent une aide suffisamment élevée pour rendre ce scénario plus intéressant, tant au niveau économique qu'énergétique.

E) Bilan

Comme on peut le voir, ces 2 outils de diagnostic énergétique répondent (presque) aux mêmes besoins pour les clients, mais ils n'ont pas grand-chose à voir. Comparé à Cap RENOV, BAO EVO permet de faire une modélisation plus poussée, qui renvoie des résultats plus précis, mais en contrepartie demande plus de temps pour la réalisation de l'audit, ce qui se répercute sur le prix de la prestation. Le compte rendu de la modélisation à Landerneau est disponible en annexe (Annexe 2).

6) Travail sur plan pour la réhabilitation des logements

J'ai été amené lors de cette mission à réaliser les plans électriques et chauffages des logements de la résidence Jean Jaurès, à Saint-Pol-de-Léon. Cela consistait à compléter les plans d'architecte vierges en fonction des divers équipements à placer aux bons endroits, selon les retours du maître d'ouvrage et en prenant en compte la forme du logement (longueur et largeur des couloirs, taille du volume enveloppe de la salle de bain, etc.). Ces logements sociaux se trouvent au 2^e et 3^e étage d'un bâtiment, avec des salles de classe au RDC et au 1^{er} étage (Annexe 3 et Annexe 4). Le maître d'ouvrage Espacil Habitat a fait un appel d'offres pour une mission de réhabilitation de 18 logements sociaux, et Obiose Ingénierie a été en charge du lot 7 (CFA CFO) et 8 (PCV).

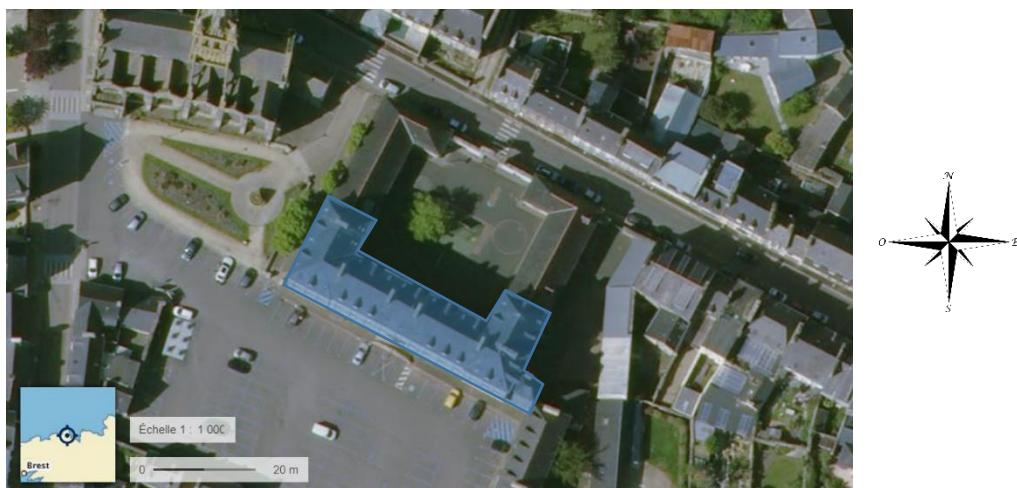


Figure 27 : Vue aérienne du bâtiment (en bleu) au sein de l'école

A) Lot 7 CFA CFO

L'objectif est de réaliser l'installation électrique des logements sur plan Autocad en se basant sur les recommandations minimales requises par la norme NFC 15 100. Cette norme fixe des règles de conception, de réalisation et d'entretien des installations électriques basse tension (Legrand, 2016). Elle énumère le nombre minimal de prises de courant, de luminaires, d'interrupteurs, selon les pièces et leurs surfaces. Les

B) Lot 8 PCV

Pour cette partie j'ai dû positionner les radiateurs et les sèches serviettes dans chacun des logements. Bien qu'on ne soit pas en charge du dimensionnement des radiateurs sur cette mission, j'ai quand

ajusté leurs tailles selon leurs puissances (500 W ou 1500 W). Ce dimensionnement s'est fait selon le ratio de 75W/m².

7) Missions diverses

D'autres missions m'ont aussi été confiées. Cela concerne d'autres missions d'audit énergétiques, à Cagny (14 630) dans le Calvados ainsi qu'à Caen. Ces audits ont été réalisés sur CAP RENOV, mais je n'ai pas jugé utile d'en parler, car cela n'aurait presque aucune valeur ajoutée par rapport à l'audit d'Amayé-sur-Orne.

Une autre de mes missions a été de faire la demande de plan de raccordement, auprès de différents concessionnaires opérants dans la zone entourant les chantiers sur lesquels le bureau d'études travaille. Ces concessionnaires peuvent être : Orange, SFR, Eau du ponant, GRDF et bien d'autres. Ces plans serviront à éviter au mieux les problèmes qui peuvent survenir en cas de travaux sur un terrain, par exemple des dommages sur un réseau de gaz, ou électrique souterrain.

J'ai aussi pendant quelques semaines travaillé à améliorer un ancien bilan de puissance sur Excel. Plus concrètement je l'ai alimenté en base de données et contribué à l'automatiser afin de le rendre le plus pratique et accessible possible.

8) Conclusion

Pour conclure, l'ensemble des missions que j'ai effectuées ont rendu ce stage très intéressant et formateur. J'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques, dans des missions concrètes, que ce soient les différentes missions d'audit énergétique, à Amayé-sur-Orne, Landerneau et dans d'autres villes auprès des particuliers.

Les projets sur lesquels j'ai travaillé, notamment la réalisation de plan pour la réhabilitation des logements m'a bien montré l'importance de la communication, avec les différents partenaires avec qui on travaille. En effet, derrière ce projet et aussi bien d'autres, il y a d'importants enjeux, économiques notamment, ce qui montre l'importance pour un ingénieur de posséder de bonnes compétences techniques, mais aussi relationnelles.

L'écoute du client et la compréhension de son besoin sont des éléments importants, je me suis vite rendu compte qu'il n'est pas toujours facile de faire les bons compromis entre les attentes du client et son budget. Lors de certains audits, j'ai été amené à réfléchir à des solutions techniques différentes de ce qui était convenu, lorsque les objectifs n'ont pas été atteints du premier coup. Il faut donc savoir faire part de nos idées au client, lui expliquer pourquoi un scénario a dû être changé en restant clair dans ses propos, concis et courtois.

Finalement, j'ai encore plus pris conscience de l'importance d'être organisé et réactif, surtout à certains moments du stage. La gestion des appels d'offres m'a aidé à travailler sur ces qualités qui sont indispensables en bureau d'études. Les missions principales telles que les audits, la réalisation de plan et les autres missions plus anecdotiques m'ont donné un bon aperçu du travail en bureau d'études, et plus généralement en entreprise en tant qu'ingénieur.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Siège social de Obiose Ingénierie à Brest (Google Maps)	6
Figure 2 : Évolution du chiffre d'affaires de l'entreprise.....	6
Figure 3 : Les différences étapes de réalisation d'un projet (Obiose Ingénierie)	7
Figure 4 : Organigramme de l'entreprise	8
Figure 5 : vue aérienne de la maison de Mme Faucon (Géoportail)	13
Figure 6 : Compacité d'une maison en fonction de sa géométrie	14
Figure 7 : Géométrie de la maison (Obiose Ingénierie, Google Maps).....	14
Figure 8 : Description générale de la maison	15
Figure 9 : Description détaillée de l'architecture de la maison	15
Figure 10 : 4 types de ventilation, de gauche à droite : par infiltrations ; VMC simple flux autoréglable/ hygroréglable ; VMC double flux (CAP RENOV)	16
Figure 11 : caisson de ventilation d'un VMC double flux (www.fiabitat.com)	16
Figure 12 : Résumé des déperditions du logement	17
Figure 13 : Estimation du bilan énergétique du logement	17
Figure 14 : Évaluation thermique après travaux, scénario 1 (objectif -55% de la consommation d'énergie primaire)	19
Figure 15 : Évaluation thermique après travaux, scénario 2 (objectif BBC)	19
Figure 16 : Vue aérienne de la maison à Landerneau (Géoportail)	21
Figure 17 : Quelques photos du bâti (Obiose Ingénierie)	22
Figure 18 : Plans du logement, de gauche à droite : façade ouest, R+1.....	22
Figure 19 : Plans du logement, de gauche à droite : R+2, R+3. Voir aussi annexe 2.	23
Figure 20 : Exemples de masques solaires verticaux et horizontaux (Santos, Akutsu, & Brito, 2016).....	24
Figure 21 : Chaudière au fioul double service, avec ballon d'ECS et radiateurs (Obiose Ingénierie)	24
Figure 22 : Équipements énergétiques du logement, état existant	25
Figure 23 : Bilan des consommations et des déperditions d'énergie	25
Figure 24 : Zone 1 en jaune et zone 2 en bleu	27
Figure 25 : Équipements énergétiques du logement, scénario 1 et 2	27
Figure 26 : Bilan énergétique et environnemental des 2 scénarios de travaux	28
Figure 27 : Vue aérienne du bâtiment (en bleu) au sein de l'école	29

Tableaux

Tableau 1 : Moyens matériels de l'entreprise.....	9
Tableau 2 : Détail des travaux envisagés à Amayé-sur-Orne selon les scénarios.....	18
Tableau 3 : Barème MaPrimeRénov' en fonction de la situation fiscale du ménage (www.quelleenergie.fr)	20
Tableau 4 : Détail des travaux envisagés à Landerneau selon les scénarios	26

Bibliographie

- ADEME. (2017). ADEME CEE. Retrieved August 19, 2021, from <https://calculateur-cee.ademe.fr/user/fiches/BAR>
- ADEME. (2021). Faire un audit énergétique – Ademe. Retrieved August 20, 2021, from <https://www.ademe.fr/collectivites-secteur-public/patrimoine-communes-comment-passer-a-laction/batiments-publics-reduire-depense-energetique/faire-audit-energetique>
- Avis, F. (2017). *DE L'ADEME Les énergies et de récupération*. 1–7.
- Légifrance. (2021). Article Annexe IV-1 - Arrêté du 29 décembre 2014 relatif aux modalités d'application du dispositif des certificats d'économies d'énergie - Légifrance. Retrieved August 21, 2021, from https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000041774674
- Legrand. (2016). Norme NF C 15-100 : suivez le guide - Espace Pro | Legrand. Retrieved August 21, 2021, from <https://www.legrand.fr/pro/normes-et-reglementations/norme-nf-c-15-100/norme-nf-c-15-100-suivez-le-guide>
- ONRE. (2020). *LE PARC DE LOGEMENTS PAR CLASSE DE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE septembre 2020 ONRE Observatoire national de la rénovation énergétique*.
- Santos, M., Akutsu, M., & Brito, A. de. (2016). Method for determining the efficiency of shading devices. *Researchgate*, (December), 457–466. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Adriana_Brito2/publication/311427263_Method_for_determining_the_efficiency_of_shading_devices/links/5845cd808aeda69681a5eef/Method-for-determining-the-efficiency-of-shading-devices.pdf

ANNEXES

Annexe 1 : Diagnostic énergétique à Amayé-sur-Orne, CAP RENOV



Maitrise d'œuvre fluides

Energies renouvelables

Maitrise de l'énergie

Environnement



Maison individuelle à Amayé-sur-Orne

ETUDE ENERGETIQUE

Rapport

Mars 2021

Siège Obiose Ingénierie
2, avenue Georges Pompidou
29200 Brest

Nantes
24, rue Alfred de Vigny
44300 Nantes

La Réunion
149, chemin Toby Les Hauts
97432 Saint Pierre

RGE RECONNUE GARANT OPOIBI
ENVIRONNEMENT N° 19 04 3789

SARL au capital de 6000€ | RCS de Brest | Siret 820 698 868 00040 | APE7112B | Tél : 02 98 44 80 13 | contact@obiose.com

www.obiose.com

SOMMAIRE

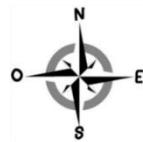


PREAMBULE	3
1- PRÉSENTATION DU PROJET	3
2- QUALIFICATIONS.....	3
3- CADRE DE L'ÉTUDE ENERGETIQUE	4
4- OBJECTIFS	4
GLOSSAIRE	5
SYNTHESE DE L'ÉTUDE THERMIQUE	6
1- CONTEXTE REGLEMENTAIRE POUR LES AIDES.....	6
2- DESCRIPTIF SUCCINCT.....	6
3- INFORMATION RELATIVES A LA SITUATION INITIALE	7
4- SYNTHESE DE L'ÉTUDE.....	7
DESCRIPTIF DU PATRIMOINE ETUDIE.....	8
1- ARCHITECTURE	8
2- PAROI OPAQUES (MURS)	8
3- ISOLATION DES MURS.....	9
4- PAROIS VITREES (MENUISERIES).....	10
5- CHAUFFAGE	11
6- CLIMATISATION	11
7- EAU CHAUDE SANITAIRE.....	11
8- VENTILATION.....	12
9- COMPTEUR ELECTRIQUE.....	12
10- FACTURES	12
SCENARIO 1.....	13
SCENARIO 2	15

PREAMBULE

La présente étude a pour objet la réalisation d'une étude thermique éligible au financement « Ma Prime Renov' ».

1- PRÉSENTATION DU PROJET



Vue aérienne

Phase	Date
Relevé de terrain	25/03/2021
Simulation	31/03/2021
Rendu	31/03/2021

2- QUALIFICATIONS



Obiose Ingénierie s'est vu attribuée la qualification OPQIBI qui a pour objet de reconnaître la compétence et le professionnalisme d'un prestataire d'ingénierie (personne morale) : Ingénieurs-conseils, bureaux d'études, sociétés d'ingénierie... Elle atteste de la capacité d'une structure à réaliser, à la satisfaction de clients, une prestation déterminée. Obiose est aussi RGE étude.

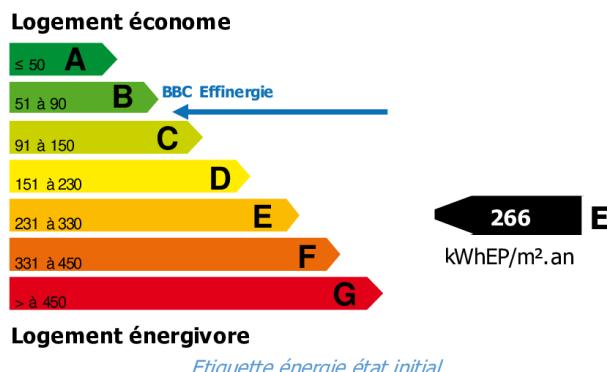
OPQIBI 1911 Audit énergétique « maisons individuelles »

3- CADRE DE L'ETUDE ENERGETIQUE

L'étude énergétique doit permettre, à partir d'une analyse détaillée des données du bâtiment, d'établir une proposition chiffrée et argumentée de programmes d'économie d'énergie.

Une étude énergétique permet de réaliser un état des lieux de la performance énergétique d'un bâtiment et ses sources de déperditions énergétiques grâce à une analyse de documents (plans, factures...), de mesures sur site (photographies, caméra thermique...) et de modélisation (logiciel de calcul thermique).

Ainsi un rapport est fourni décrivant le bâti, les installations climatiques (chauffage, ventilation, climatisation...) et électriques et les consommations qui en résultent à travers 5 postes : le chauffage/refroidissement, l'ECS (Eau chaude sanitaire), l'éclairage et les auxiliaires.



Suite à cet état des lieux des solutions de travaux énergétiques sont proposées dans le but de réduire les consommations et donc les factures énergétiques, d'améliorer le confort des usagers, de valoriser le patrimoine et également de diminuer l'impact environnemental de l'utilisation du bâtiment. Chaque solution est chiffrée et un temps de retour sur investissement est calculé (avec la prise en compte de l'économie sur la facture énergétique et les éventuelles aides financières).

Ainsi l'étude énergétique constitue un outil d'aide à la décision dans le choix de travaux à effectuer sur un bâtiment.

Un nouveau dispositif « Coup de pouce » est applicable depuis le 12 octobre 2020 dans le cadre de la fiche d'opération standardisée CEE BAR-TH-164 « Rénovation globale d'une maison individuelle (France métropolitaine) » en vigueur. Ce dispositif a pour objectif d'inciter financièrement les propriétaires de maisons individuelles à réaliser une rénovation globale performante de leur patrimoine immobilier. **Les travaux sont définis par une étude énergétique préalable.** Le dispositif a été modifié par l'arrêté du 11 mars 2021. Les opérations concernées sont celles dont la date d'engagement intervient jusqu'au 31 décembre 2021 et la date d'achèvement d'ici le 31 décembre 2022.

MaPrimeRénov' permet un bonus pour les travaux aidant les logements les plus énergivores, situés entre F et G en étiquette énergétique à sortir de l'état de passepoil thermique mais à la condition d'avoir réalisé au préalable un audit.

4- OBJECTIFS

Les objectifs à atteindre pour obtenir les aides financières à la réhabilitation des maisons individuelles sont :

- Un scénario présentant au moins **55% de réduction de consommation d'énergie primaire** par rapport à la situation initiale.
- Un scénario dit « **BBC rénovation** », c'est-à-dire que l'**étiquette énergétique B** après travaux doit être atteinte
- Un taux d'au moins **50% d'énergie renouvelable et récupérable**

GLOSSAIRE

CEE : Certificat d'économie d'énergie. Mécanisme réglementaire permettant de valoriser financièrement des travaux d'économies d'énergie réalisés grâce à la revente des certificats.

Energie Primaire (EP) : On utilise le terme d'énergie primaire pour parler de l'ensemble des énergies disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre. Dans l'industrie de l'énergie, on distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme d'énergie secondaire, et de la consommation d'énergie finale. La quantité d'énergie primaire est toujours supérieure à l'énergie finale disponible.

Energie Finale (EF) : On utilise le terme d'énergie finale pour parler de l'ensemble des énergies se situant en fin de chaîne de transformation de l'énergie. Il s'agit de l'énergie utilisée concrètement par l'utilisateur final, telle que mesurée par les compteurs du fournisseur d'énergie.

Energie	Unité	Facteur de conversion en énergie primaire (kWhEP/kWh)	Facteur de conversion en émission de GES (kgCO2/KWhEF)
Électricité	1 kWh	2,58	0,084
Gaz naturel	1 kWh/PCS	1	0,234
Fioul	1 kWh/PCS	1	0,3
Bois	1 kWh	1	0,013

Consommation conventionnelle en énergie finale avant travaux : Exprimée en kWh/m²/an, c'est la consommation de la maison sans déduction de la production d'électricité (autoconsommée ou exportée). Elle prend en compte les usages pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire.

Consommation conventionnelle en énergie finale après travaux : exprimée en kWh/m²/an, c'est la consommation de la maison, après travaux, sans déduction de la production d'électricité (autoconsommée ou exportée). Elle prend en compte les usages pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire. Par défaut, la valeur minimale éligible est de 330kWh/m²/an.

Emissions de CO2 : Unité permettant de représenter l'impact du bâtiment sur le réchauffement climatique.

Cep : Le Cep, ou consommation conventionnelle, est issue d'un calcul réglementaire Th-C-E ex et correspond à la consommation en énergie primaire d'un bâtiment pour les 5 usages suivants : chauffage, production d'Eau Chaude Sanitaire, éclairage (forfaitairement) et auxiliaires de chauffage/ventilation.

Cef : Le Cef correspond aux consommations en énergie finale de 5 usages (chauffage, ECS, refroidissement, éclairage des logements, auxiliaires de chauffage et de ventilation) par m² de SHON.

Coefficient de déperdition : Le coefficient de déperdition ou U bât permet de caractériser l'enveloppe générale du bâtiment. Il représente le coefficient moyen de déperdition par transmission à travers la surface de parois déperditives.

kWh cumac : unité de compte du dispositif de certificat d'économie d'énergie. Cumac signifie que les économies d'énergie sont cumulées (sur une durée de vie normée de l'opération) et actualisées.

GES : Gaz à Effet de Serre.

ENR&R : Energie renouvelables et récupérables.

SHAB : La surface habitable prend en compte les parties du volume chauffé donc la hauteur sous plafond est d'au moins 1m80 et qui ne sont pas enterrées.

R : Résistance thermique des matériaux (m².K/W)

COP : Coefficient de performance

SCOP : Coefficient de performance saisonnier

DV : Double vitrage

Point de rosé : Le point de rosé est la température pour laquelle la vapeur d'eau qui est contenue dans l'air se condense et se transforme en eau liquide.



SYNTHESE DE L'ETUDE THERMIQUE

Bénéficiaire	Mme FAUCON Isabelle
Adresse du logement	8 route de Bully – 14 210 Amayé-sur-Orne
Catégorie de revenus (déclarée par le client)	Ma Prime Rénov' Jaune
Qualifications Obiose Ingénierie	OPQIBI RGE Audit Energétique 1911 N° 19 04 3799
Logiciel utilisé	Cap Renov + version 2021.0.1
Auditeur Obiose Ingénierie	M. TOUSSAINT

1- CONTEXTE REGLEMENTAIRE POUR LES AIDES

Le présent document d'étude est la synthèse de l'étude énergétique réalisé par le cabinet Obiose Ingénierie. Les données relatives à l'analyse sont conformes aux arrêtés au regard des aides financières dans le cadre d'une réhabilitation de maison individuelle. Obiose Ingénierie est qualifié « RGE étude énergétique » ce qui répond aux obligations gouvernementales dans le cadre de la présente mission.

Conformément à la fiche BAR-TH-164, le rapport de notre étude indique les résultats d'études suivants :

- L'économie d'énergie primaire et finale induite par chaque scénario,
- Consommations d'énergie primaire, finale
- Rejet de CO2
- Calcul du volume de CEE
- Prise en compte des 5 usages conventionnels suivants : chauffage, production d'eau chaude sanitaire, éclairage, auxiliaires et refroidissement le cas échéant.
- Surface habitable (Shab).

La méthode de calcul du "**Taux ENR & R**" (pompe à chaleur et ballon thermodynamique) est issue de l'annexe IV-1 de l'arrêté du 25 mars 2020 modifiant l'arrêté du 29 décembre 2014 relatif aux modalités d'application du dispositif des certificats d'économies d'énergie et mettant en place des bonifications pour une opération d'économies d'énergie.

Le volume de CEE est calculé selon les barèmes de l'arrêté du 8 octobre 2020 modifiant ce même arrêté du 29 décembre 2014. Toutes les données ci-dessous sont issues du logiciel d'étude énergétique. Les données brutes du logiciel peuvent être communiquées sur simple demande.



A noter : En cas de pose d'isolation thermique (intérieure ou extérieure), un calcul préalable du point de rosé dans la paroi par la méthode de Glaser ou par calcul dynamique est fortement conseillé. Ce calcul a pour but de se prémunir des risques de pathologie future en cas de condensation dans les parois du bâti.

2- DESCRIPTIF SUCCINCT

Année de construction	1962
Architecture	Compacte
Surface habitable (m ²)	123
Energie chauffage principale avant travaux	Fioul



3- INFORMATION RELATIVES A LA SITUATION INITIALE

Plancher bas	Terre-plein
Plancher haut	Combles perdus
Plancher intermédiaire	Information non connue et non vérifiable
Murs extérieurs	Pierres locales maçonnées
Système de ventilation	Sans ventilation

4- SYNTHESE DE L'ETUDE

	Scénario 1	Matériel choisi	Scénario 2	Matériel choisi
Détails des travaux	Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3,5 à 55°C et COP > 3,01 à +7°C	Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3,5 à 55°C et COP > 3,01 à +7°C
	Chauffe-eau thermodynamique	COP ≥ 2,6	Chauffe-eau thermodynamique	COP ≥ 2,6
	Isolation du plancher des combles	R ≥ 7 m².K/W	ITE sous bardage entre deux lames d'air	R ≥ 4,37 m².K/W
	Sonde extérieure	-	Sonde extérieure	-

	Usages et surface	Situation initiale	Scénario 1	Scénario 2
Classe énergétique estimée du logement	5 usages SHON RT	E	C	B
Niveau atteint				
Economie d'énergie primaire	3 usages SHAB		56%	69%
Cep (énergie primaire) kWh/m²/an	5 usages SHON RT	266	122	84
Rejet CO2 Kg ep CO2/m²/an	5 usages SHON RT	75	6	4
Cep (énergie primaire) kWh/m²/an	3 usages SHAB	296	131	92
Cef (énergie finale) kWh/m²/an	3 usages SHAB	316	79	54
Gain (énergie finale) kWh/m²/an	3 usages SHAB		236	262
Taux ENR&R (Chaudage + eau chaude)			≥ 50 %	≥ 50 %



DESCRIPTIF DU PATRIMOINE ETUDE

1- ARCHITECTURE

Type de logement	Maison
Nombre d'adultes	2
Nombre d'enfants	1
Enfouissement du sous-sol	-
Enfouissement de la construction	Aucun
Hauteur sous plafond	250 cm

2- PAROI OPAQUES (MURS)

La façade principale du bâtiment est orientée Sud.

Façade Sud		Façade Ouest	
Mitoyenneté	Aucune	Mitoyenneté	Local non chauffé sur 20% de la paroi
Masque solaire	-	Masque solaire	-
Hauteur du masque	-	Hauteur du masque	-
Distance du masque	-	Distance du masque	-



Photo de la façade sud



Photo de la façade ouest



Façade Nord		Façade Est	
Mitoyenneté	Aucune	Mitoyenneté	Aucune
Masque solaire	-	Masque solaire	Arbres caduques
Hauteur du masque	-	Hauteur du masque	2 à 5 m
Distance du masque	-	Distance du masque	< 5 m




Vue aérienne pour situer les masques au nord
Photo de la façade sud est

3- ISOLATION DES MURS

Isolation des murs		
Type	A	B
Répartition	100 %	0 %
Types de murs	Pierres locales maçonées	-
Isolation	Aucune	-
Plancher bas	Structure béton sans isolation	
Plancher haut	Structure bois sans isolation	



4- PAROIS VITREES (MENUISERIES)

Portes		Menuiserie A	
Nombre de portes	1	Nombre de menuiserie A	10
Matériaux	Bois	Huisserie	PVC
Vitrée	Oui	Vitrage	Double vitrage
Type	< 30%	Volet	Battants pleins

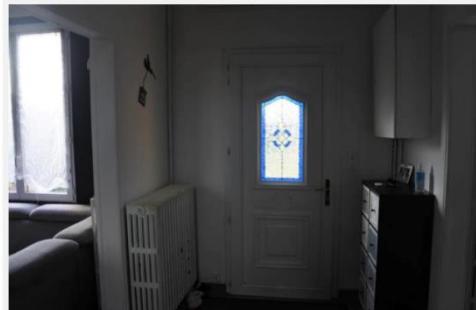


Photo de la porte



Photo d'une menuiserie A

Menuiserie B	
Nombre de menuiserie B	1
Huisserie	Aluminium
Vitrage	Simple vitrage
Volet	Pas de volets



Photo d'une menuiserie B



5- CHAUFFAGE

Chauffage principal	
Type de chauffage principal	Fioul
Année d'installation	-
Puissance	25 kW
Type(s) d'émetteur(s)	Radiateurs en fonte



Photo de la chaudière et d'un radiateur

6- CLIMATISATION

Climatisation	
Présence d'une climatisation ?	Non

7- EAU CHAUDE SANITAIRE

Eau chaude sanitaire	
Production d'eau chaude sanitaire	Accumulation
Type de générateur	Chaudière fioul
Âge de l'équipement (information du particulier)	-
Volume du ballon d'eau chaude	80 L
Hauteur sous plafond du local où se situe le ballon	-



8- VENTILATION

Ventilation	
Système de ventilation	Par infiltration

9- COMTEUR ELECTRIQUE

Compteur électrique	
Réglage de l'ampérage du compteur électrique	NC
Photo(s) du compteur	

10- FACTURES

Les valeurs de consommations et de facture énergétique sont issues de l'analyse des documents transmis par le propriétaire si celle-ci sont disponibles. Au préalable de l'étude, nous avons effectué la demande de fourniture des factures énergétiques sur trois années auprès du propriétaire. Sans retour de sa part, nous demanderons les volumes annuels. Toutefois si ces valeurs s'avèrent inexistantes ou inexactes, nous prendrons des valeurs forfaitaires en fonction de la typologie du bâtiment et des systèmes énergétiques et suivant des ratios nationaux. Enfin, nous pourrons corrélérer ces éléments avec le DPE si le propriétaire est en mesure de nous le fournir.

Montant annuel	NC
Volume annuel fioul	2000 L
Volume annuel bois	9 stères

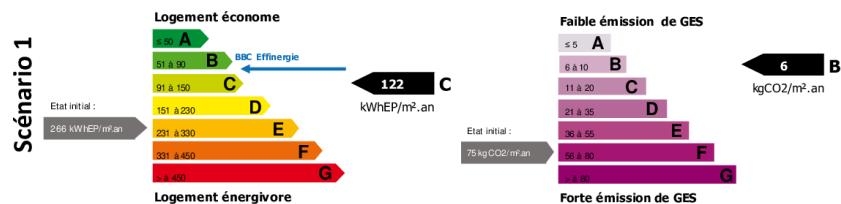
Les scénarios de rénovation ci-après sont dressés suivant l'évaluation thermique et adapté spécifiquement pour le présent cas d'études.



SCENARIO 1

Nom du bénéficiaire	Référence de l'étude	
Mme Faucon	OBIOS-E-MPR-N003	
Adresse du logement	Date d'émission du document	
8 route de Bully - 14210 Amayé sur Orne	31/03/2021	
Catégorie de revenus (déclarée par le client)		Qualifications d'OBIOSE
Ma Prime Rénov Jaune	OPQBI RGE Audit Energétique 1911 N° 19 04 3799	

LOGEMENT ACTUEL		DETAIL DU PROJET DE TRAVAUX			
Surface habitable (m ²)	123	Economie d'énergie	56%	Taux ENR&R	86%
Energie chauffage principale	fioul	Energie chauffage principale	Electricité	Gain (EF)	236 kWh/m ² /an



TRAVAUX PROPOSES	Condition pour obtenir les aides	Matériel choisi	Coût prévisionnel (TTC)
Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3,1	SCOP ≥ 3,5 à 55°C et COP > 3,01 à +7°C	11 605 €
Chauffe-eau thermodynamique	COP > 2,3	COP ≥ 2,6	3 165 €
Isolation du plancher des combles	R ≥ 7 m ² .K/W	R ≥ 7 m ² .K/W	3 432 €
Thermostat d'ambiance + sonde extérieure	-	-	1 583 €
Total du coût des travaux			19 785 €
Total prévisionnel des aides			14 658 €
Reste à charge après déduction des aides			5 127 €

VOS AIDES FINANCIERES

(COUP DE POUCE BAR-TH-164)

Barème appliqué	Précaire et Grand précaire
Cumac du projet (kWh cumac)	2 617 511
Taux de valorisation utilisé	5 600 €/GWh cumac
Montant Coup de pouce	14 658 €

Les valeurs sont données à titre indicatif, pour informer le client des différents dispositifs de financement possibles pour les travaux préconisés dans le contexte de ce logement et de ce foyer, et en fonction des éléments qui nous ont été transmis. Le professionnel réalisant les travaux garde à sa charge la préconisation des matériaux et des systèmes énergétiques en respectant les gardes fous réglementaire afin d'appliquer le bon taux de valorisation du kWh Cumac et d'en faire bénéficier le particulier. Nous attirons également votre attention sur le point suivant : La possibilité de cumuler les subventions MaPrimeRenov' individuelles (par fiche) avec celles de la fiche CEE "rénovation globale" n'est pas clairement établie. Charge au bénéficiaire ou au professionnel réalisant les travaux de se renseigner sur la possibilité de cumul le cas échéant. Enfin, ces indicateurs d'aides financières sont calculés à la date d'édition du présent document et pourront être différentes en fonction de l'évolution des arrêtés gouvernementaux ultérieurs.

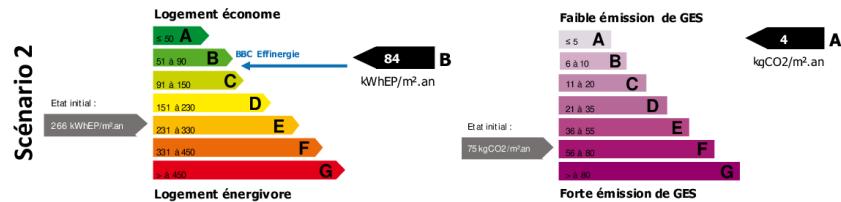


SCENARIO 2



Nom du bénéficiaire	Référence de l'étude
Mme Faucon	OBIOS-E-MPR-0003
Adresse du logement	Date d'émission du document
8 route de Bully – 14210 Amayé-sur-Orne	31/03/2021
Catégorie de revenus (déclarée par le client)	Qualifications d'OBIOS-E
Ma Prime Rénov Jaune	OPQBI RGE Audit Energétique 1911 N° 19 04 3799

LOGEMENT ACTUEL		DETAIL DU PROJET DE TRAVAUX			
Surface habitable (m ²)	123	Economie d'énergie	69%	Taux ENR&R	86%
Energie chauffage principale	fioul	Energie chauffage principale	Electricité	Gain kWh/m ² /an	(EF) 262



TRAVAUX PROPOSES	Condition pour obtenir les aides	Matériel choisi	Coût prévisionnel (TTC)
Pompe à Chaleur Air-eau	SCOP ≥ 3,1	SCOP ≥ 3,5 à 55°C et COP > 3,01 à +7°C	11 605 €
Chauffe-eau thermodynamique	COP > 2,3	COP ≥ 2,6	3 165 €
ITE sous bardage entre deux lames d'air	-	-	15 146 €
Thermostat d'ambiance + sonde extérieure	-	-	1 583 €
Total du coût des travaux			31 499 €
Total prévisionnel des aides			17 743 €
Reste à charge après déduction des aides			13 756 €



VOS AIDES FINANCIERES

(COUP DE POUCE BAR-TH-164)

Barème appliqué	Précaire et Grand précaire
Cumac du projet (kWh cumac)	2 900 589
Taux de valorisation utilisé	5 600 €/GWh cumac
Montant Coup de pouce	16 243 €

MA PRIMERENOV'

Catégorie déclarée	MaPrimeRénov' Jaune
Bonus BBC	1 500 €
Total	1 500 €

Les valeurs sont données à titre indicatif, pour informer le client des différents dispositifs de financement possibles pour les travaux préconisés dans le contexte de ce logement et de ce foyer, et en fonction des éléments qui nous ont été transmis. Le professionnel réalisant les travaux garde à sa charge la préconisation des matériaux et des systèmes énergétiques en respectant les gardes fous réglementaire afin d'appliquer le bon taux de valorisation du kWh Cumac et d'en faire bénéficier le particulier. Nous attirons également votre attention sur le point suivant : La possibilité de cumuler les subventions MaPrimeRenov' individuelles (par fiche) avec celles de la fiche CEE "rénovation globale" n'est pas clairement établie. Charge au bénéficiaire ou au professionnel réalisant les travaux de se renseigner sur la possibilité de cumul le cas échéant. Enfin, ces indicateurs d'aides financières sont calculés à la date d'édition du présent document et pourront être différentes en fonction de l'évolution des arrêtés gouvernementaux ultérieurs.



Annexe 2 : compte rendu de la modélisation du logement à
Landerneau - BAO EVO2

RAPPORT DE SYNTHESE BAO EVO



BAO_LANDERNEAU

16 rue de la Fontaine Blanche
29800 LANDERNEAU

Etude réalisée le 22/06/2021



SOMMAIRE

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES	3
ETAT ACTUEL	4
Maison individuelle à LANDERNEAU	4
Caractéristiques détaillées du bâtiment	4
Composition de l'enveloppe	4
Caractéristiques thermiques	6
Diagramme de flux	9
PRÉSENTATION DES ÉTATS PRÉCONISÉS	10
Vue économique	10
Vue énergétique et environnementale	10
SYNOPTIQUE DES ÉTATS RETENUS	12
PRÉCONISATION 'SCÉNARIO 1'	13
Maison individuelle à LANDERNEAU	13
Caractéristiques thermiques	13
Diagramme de flux	15
PRÉCONISATION 'SCÉNARIO 2'	16
Maison individuelle à LANDERNEAU	16
Caractéristiques thermiques	16
Diagramme de flux	18

1. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

Désignation	Valeur
Dossier	BAO_LANDERNEAU
Adresse	16 rue de la Fontaine Blanche 29800 LANDERNEAU
Type de bâtiment	Maison individuelle
Année de construction	Avant 1948

2. ETAT ACTUEL

2.1 Maison individuelle à LANDERNEAU

2.1.1 Caractéristiques détaillées du bâtiment

Désignation	Valeur
Surface habitable	183.40m ²

2.1.2 Composition de l'enveloppe

Murs

Description	U	1,87 W/m ² C
ME1-1 - Mur extérieur en pierre Mur en pierre, épaisseur 62 cm, non isolé	Localisation	Mur extérieur
	Surface	223,19 m ²
ME1-2 - allège en pierre Mur en pierre, épaisseur 40 cm, non isolé	U	2,47 W/m ² C
	Localisation	Mur extérieur
	Surface	29,08 m ²
ME1-3 - Mur en pierre façade sud-est Mur en pierre, épaisseur 22 cm, non isolé	U	3,34 W/m ² C
	Localisation	Mur extérieur
	Surface	26,52 m ²
MI1-1 - Mur de refend Mur en briques pleines simples, épaisseur 7 cm, non isolé	U	3,03 W/m ² C
	Localisation	Mur intérieur
	Surface	14,39 m ²

Planchers

Description	U	1,33 W/m ² C
Pb1-1-1 - Plancher bas sur commerce Plancher sur solives bois, non isolé	Localisation	Plancher intérieur
	Surface	94,60 m ²

Plafonds

Description	U	2,00 W/m ² C
Ph1-1 - Plancher haut sous toiture R+3 Plafond sur solive bois, non isolé	Localisation	Plafond intérieur
	Surface	44,40 m ²
Ph1-2 - Plancher haut sous toiture R+1 Plafond sur solive bois, isolé	U	0,98 W/m ² C
	Localisation	Plafond intérieur
	Surface	10,84 m ²

Menuiseries

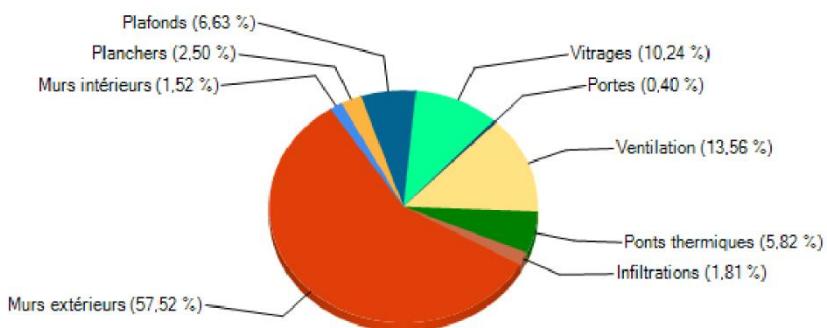
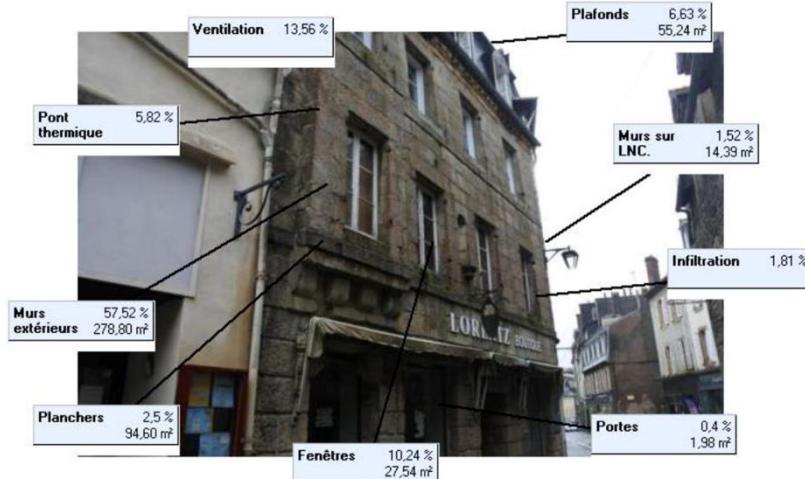
Description	Uw	4,70 W/m ² C
1-1-1 - R+1 fenêtre logement indépendant Fenêtre ou porte-fenêtre n° 1 (1,00x2,00)	Ujn	4,70 W/m ² C
	Surface	6,00 m ²
1-1-2 - R+1 fenêtre local commercial 2 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 2 (1,00x1,60)	Uw	4,70 W/m ² C
	Ujn	4,70 W/m ² C
	Surface	6,40 m ²
1-1-3 - R+2 fenêtre cage escalier 1 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 3 (0,45x0,59)	Uw	4,70 W/m ² C
	Ujn	4,70 W/m ² C
	Surface	0,27 m ²
1-1-4 - R+2 fenêtre cage escalier 2 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 4 (0,90x2,35)	Uw	4,70 W/m ² C
	Ujn	3,59 W/m ² C
	Surface	2,12 m ²
1-2-1 - R+3 fenêtre chambre 1 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 5 (0,80x1,40)	Uw	4,70 W/m ² C
	Ujn	3,59 W/m ² C
	Surface	2,24 m ²
P1-1-1 - R+1 porte palière Porte n° 1	Uw	5,80 W/m ² C
	Ujn	5,80 W/m ² C
	Surface	1,98 m ²
1-3-1 - R+1 fenêtre de toit réserve 2 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 6 (1,80x0,78)	Uw	3,50 W/m ² C
	Ujn	3,50 W/m ² C
	Surface	1,40 m ²
1-1-5 - R+2 fenêtre cage escalier 3 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 7 (0,55x0,86)	Uw	4,70 W/m ² C
	Ujn	4,70 W/m ² C

Description	Surface	0,47 m ²
1-5-1 - R+3 fenêtre chambre 2 Fenêtre ou porte-fenêtre n° 8 (0,80x1,40)	Uw	2,80 W/m ² C
	Ujn	2,80 W/m ² C
	Surface	2,24 m ²
1-4-1 - R+2 fenêtre cuisine et séjour Fenêtre ou porte-fenêtre n° 9 (1,00x1,60)	Uw	2,60 W/m ² C
	Ujn	3,00 W/m ² C
	Surface	6,40 m ²

MAISON INDIVIDUELLE A LANDERNEAU - ETAT ACTUEL

2.1.3 Caractéristiques thermiques

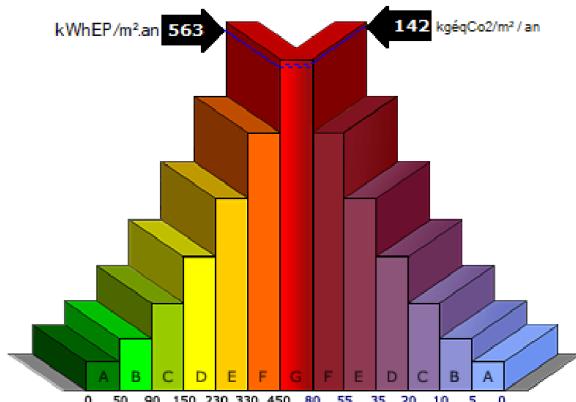
Déperditions thermiques



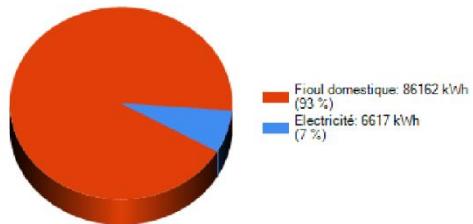
Consommations

Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an.m²)	Dépenses (€ TTC/an)	Consommations en kWhEP/m² de S.Utile
Chauffage	86 162	470	7 674	
Refroidissement	0	0	0	
ECS	4 885	69	550	
Eclairage	603	8	71	
Auxiliaires	1 130	16	134	
Ventilateurs	0	0	0	
Autres usages	0	0	0	
Total	92 780	563	8 429	
Abonnements électriques	-	-	88	
Autres abonnements	-	-	0	
Entretien	-	-	0	
Total			88	
Total dépense annuelle			8 517	

- Chauffage: 470 (83 %)
- Refroid.: 0 (0 %)
- ECS: 69 (12 %)
- Eclairage: 8 (1 %)
- Auxiliaires: 16 (3 %)
- Ventilateurs: 0 (0 %)
- Autre: 0 (0 %)

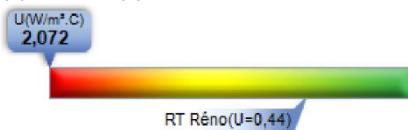


Répartition des consommations par énergie

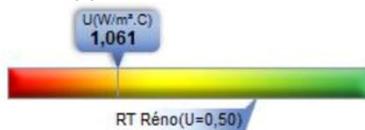


Indicateurs de performance

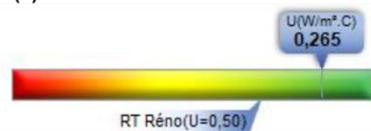
Mur(s) extérieur(s)



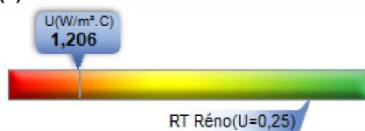
Mur(s) intérieur(s)



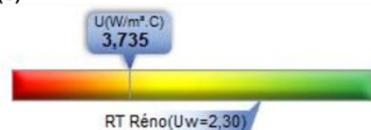
Plancher(s)



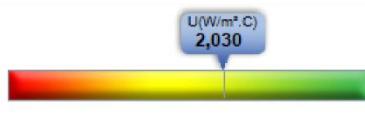
Plafond(s)



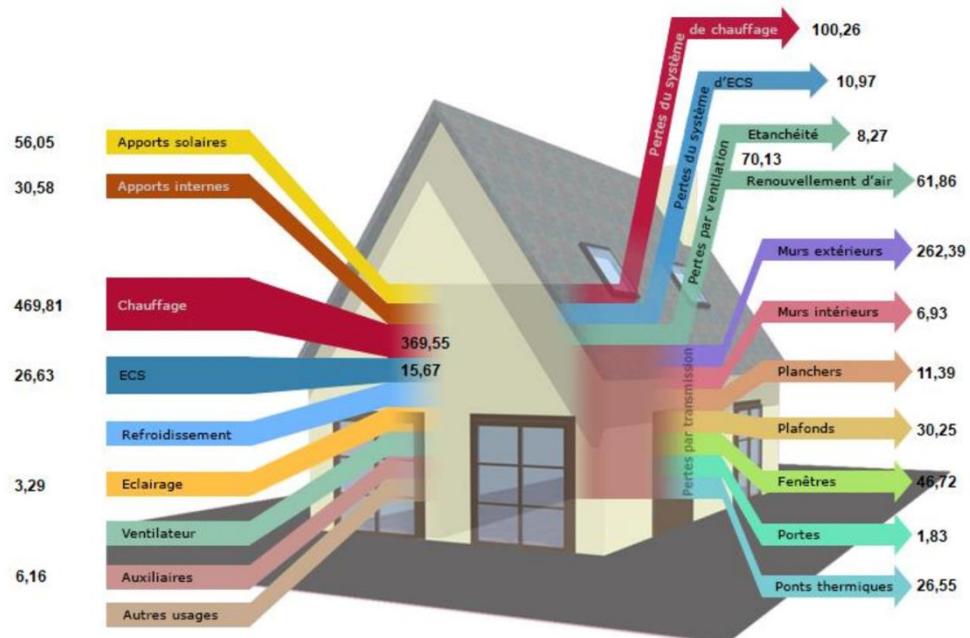
Vitrage(s)



Porte(s)



MAISON INDIVIDUELLE A LANDERNEAU - ETAT ACTUEL
2.1.4 Diagramme de flux



Consommations calculées selon la méthode Th-C-E ex en kWh EF par m² de surface habitable

3. PRÉSENTATION DES ÉTATS PRÉCONISÉS

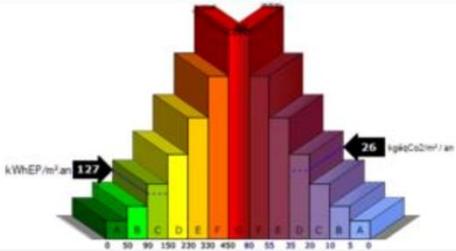
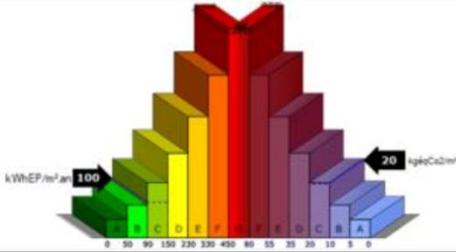
3.1 Vue économique

N°	Préconisations	Coût des travaux (€ TTC)	Consommation annuelle (€ / an)	Economie réalisée (€/an)	Economie réalisée (%/an)	Temps de retour brut (années)	CEE (kWh cumac)
0	Etat actuel		8 518				
1	Chaudière gaz condensation mixte et changement des radiateurs	0	8 302	217	2,54	0,00	0
2	Thermostat d'ambiance	0	8 372	147	1,72	0,00	0
3	Ballon électrique ECS	0	8 518	0	0,00	0,00	0
4	VMC hygro A	0	8 515	3	0,04	0,00	0
5	VMC double flux	0	8 137	381	4,48	0,00	0
6	ITI, isolation plafonds scénario 1	0	4 751	3 768	44,23	0,00	0
7	ITI, isolation plafonds scénario 2	0	4 789	3 730	43,78	0,00	0
8	changement des menuiseries scénario 1	0	8 034	484	5,68	0,00	0
9	changement des menuiseries scénario 2	0	8 013	505	5,93	0,00	0
10	scénario 1	0	3 182	5 336	62,64	0,00	0
11	scénario 2	0	2 473	6 046	70,97	0,00	0

3.2 Vue énergétique et environnementale

N°	Préconisations	Total EP (Mwh)	Total EP (kWh/m².an)	Economie EP (kWh/m².an)	Economie EP (%/an)	Economie de GES (Kg/m².an)	Economie de GES (%/an)
0	Etat actuel	103,23	562,90				
1	Chaudière gaz condensation mixte et changement des radiateurs	66,70	363,70	199	35,39	70,41	49,45
2	Thermostat d'ambiance	101,58	553,90	9	1,61	2,68	1,88
3	Ballon électrique ECS	103,23	562,90	0	0,00	0,00	0,00
4	VMC hygro A	103,63	565,00	- 2	-0,38	0,73	0,51
5	VMC double flux	99,13	540,50	22	3,98	7,28	5,11
6	ITI, isolation plafonds scénario 1	60,28	328,70	234	41,61	68,17	47,88
7	ITI, isolation plafonds scénario 2	60,72	331,10	232	41,19	67,48	47,39
8	changement des menuiseries scénario 1	97,72	532,80	30	5,34	8,76	6,15
9	changement des menuiseries scénario 2	97,49	531,60	31	5,57	9,15	6,42
10	scénario 1	23,28	126,90	436	77,45	116,72	81,98
11	scénario 2	17,40	100,00	463	82,24	122,03	85,70

4. SYNOPTIQUE DES ÉTATS RETENUS

scénario 1	
	
Cout annuel	3182 Euros/an
Temps de retour	0,0 an
Investissement (aide déduite)	0 Euros
scénario 2	
	
Cout annuel	2473 Euros/an
Temps de retour	0,0 an
Investissement (aide déduite)	0 Euros

5. PRÉCONISATION 'SCÉNARIO 1'

5.1 Maison individuelle à LANDERNEAU

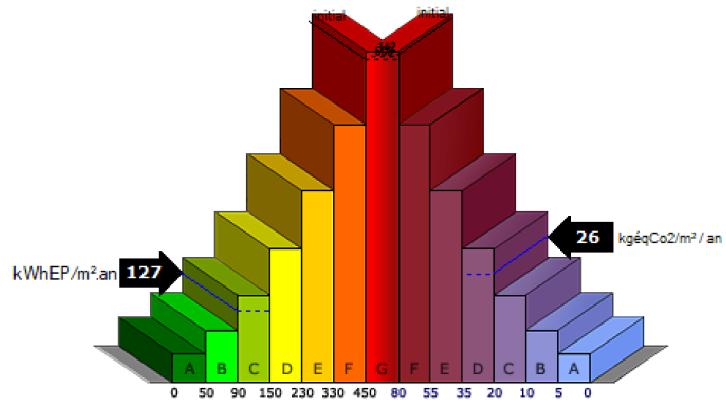
5.1.1 Caractéristiques thermiques

Consommations

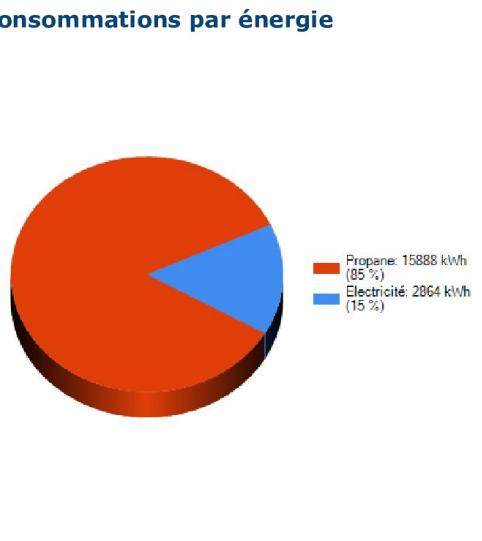
Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an.m²)	Dépenses (€ TTC/an)	Consommations en kWhEP/m² de S.Utile
Chauffage	12 584	83	1 948	
Refroidissement	0	0	0	
ECS	5 007	27	784	
Eclairage	603	8	71	
Auxiliaires	206	3	24	
Ventilateurs	350	5	42	
Autres usages	0	0	0	
Total	18 750	127	2 869	
Abonnements électriques	-	-	88	
Autres abonnements	-	-	225	
Entretien	-	-	0	
Total			313	
Total dépense annuelle	-	-	3 182	

Legend:

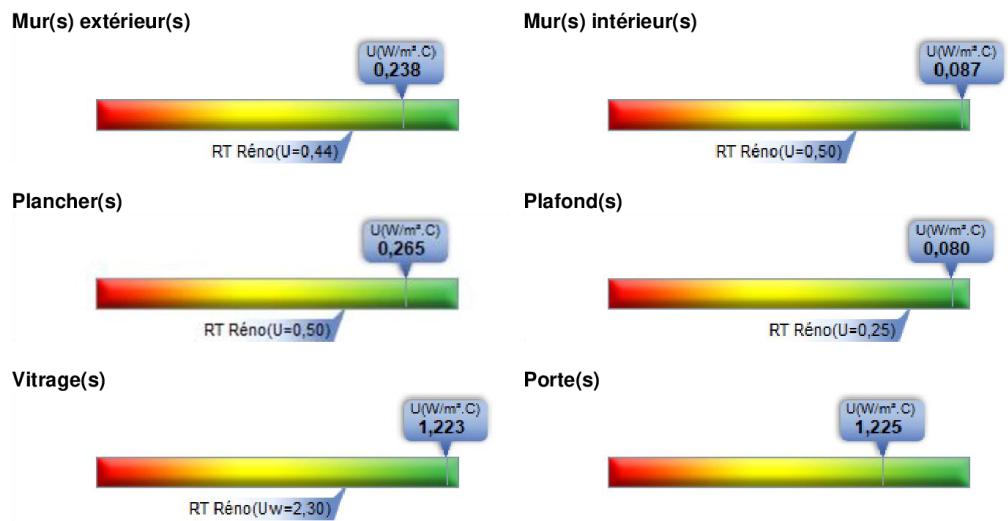
- Chauffage: 83 (66 %)
- Refroid.: 0 (0 %)
- ECS: 27 (21 %)
- Eclairage: 8 (6 %)
- Auxiliaires: 3 (2 %)
- Ventilateurs: 5 (4 %)
- Autre: 0 (0 %)



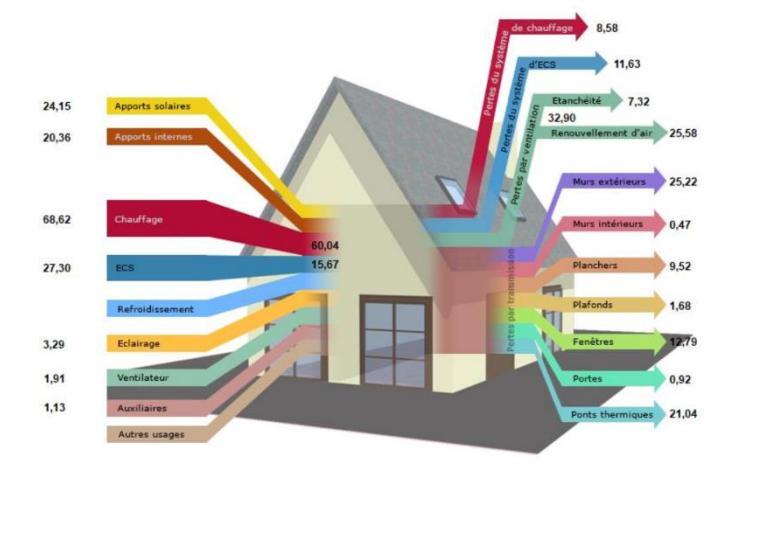
Répartition des consommations par énergie



Indicateurs de performance



5.1.2 Diagramme de flux



6. PRÉCONISATION 'SCÉNARIO 2'

6.1 Maison individuelle à LANDERNEAU

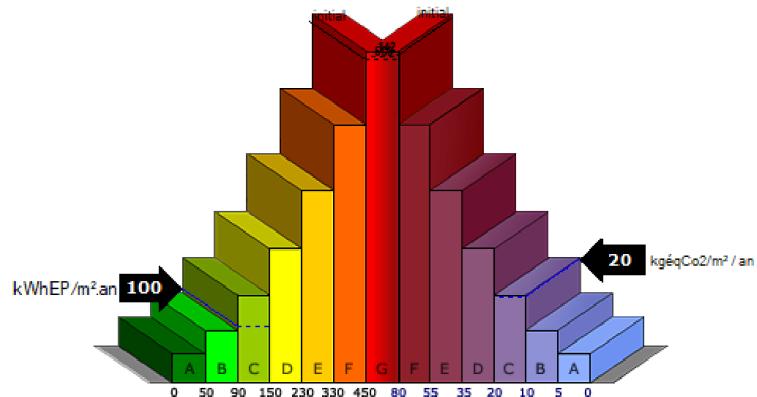
6.1.1 Caractéristiques thermiques

Consommations

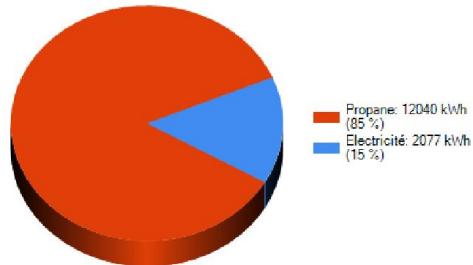
Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an.m ²)	Dépenses (€ TTC/an)	Consommations en kWhEP/m ² de S.Utile
Chauffage	8 285	58	1 282	
Refroidissement	0	0	0	
ECS	4 896	28	766	
Eclairage	562	8	67	
Auxiliaires	199	3	24	
Ventilateurs	175	3	21	
Autres usages	0	0	0	
Total	14 117	100	2 160	
Abonnements électriques	-	-	88	
Autres abonnements	-	-	225	
Entretien	-	-	0	
Total			313	
Total dépense annuelle	-	-	2 473	

Legend:

- Chauffage: 58 (58 %)
- Refroid.: 0 (0 %)
- ECS: 28 (28 %)
- Eclairage: 8 (8 %)
- Auxiliaires: 3 (3 %)
- Ventilateurs: 3 (3 %)
- Autre: 0 (0 %)

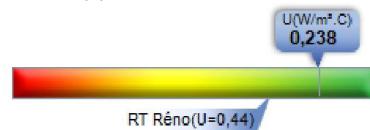


Répartition des consommations par énergie

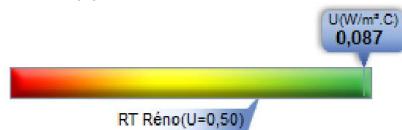


Indicateurs de performance

Mur(s) extérieur(s)



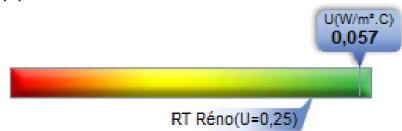
Mur(s) intérieur(s)



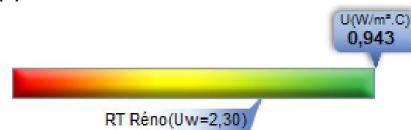
Plancher(s)



Plafond(s)



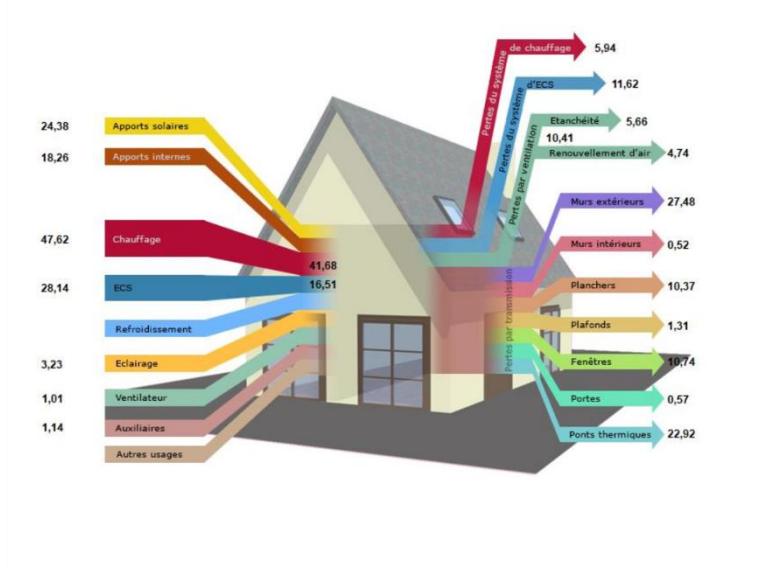
Vitrage(s)



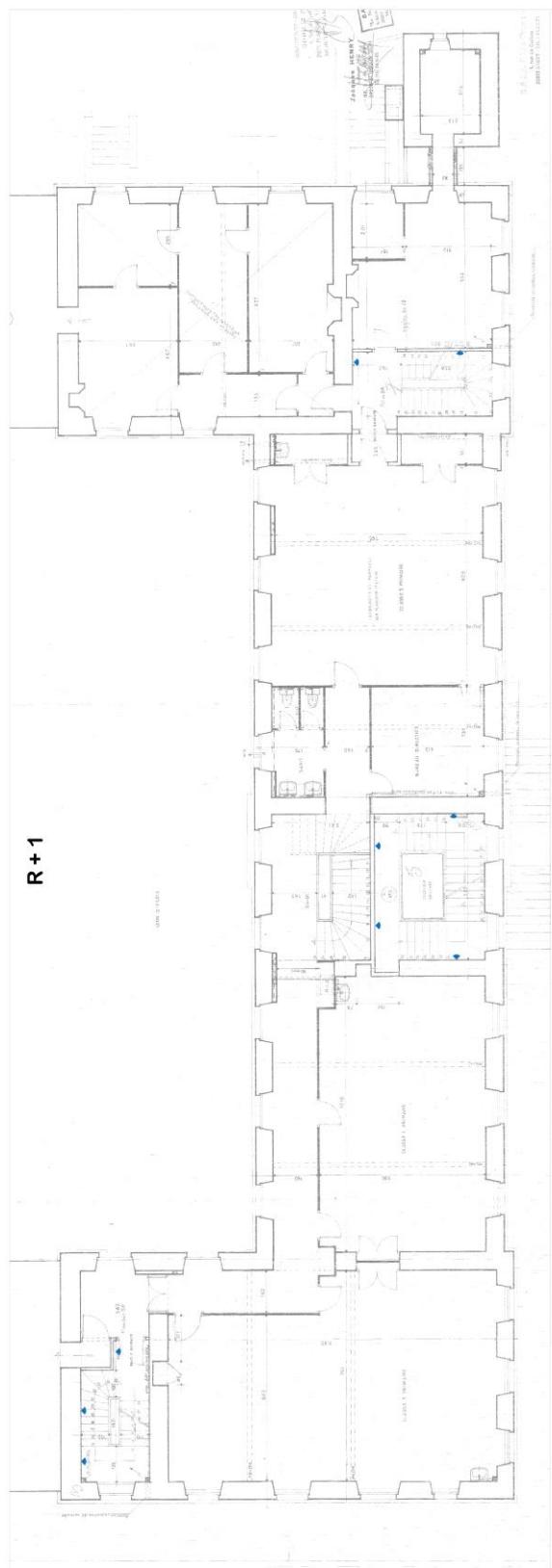
Porte(s)



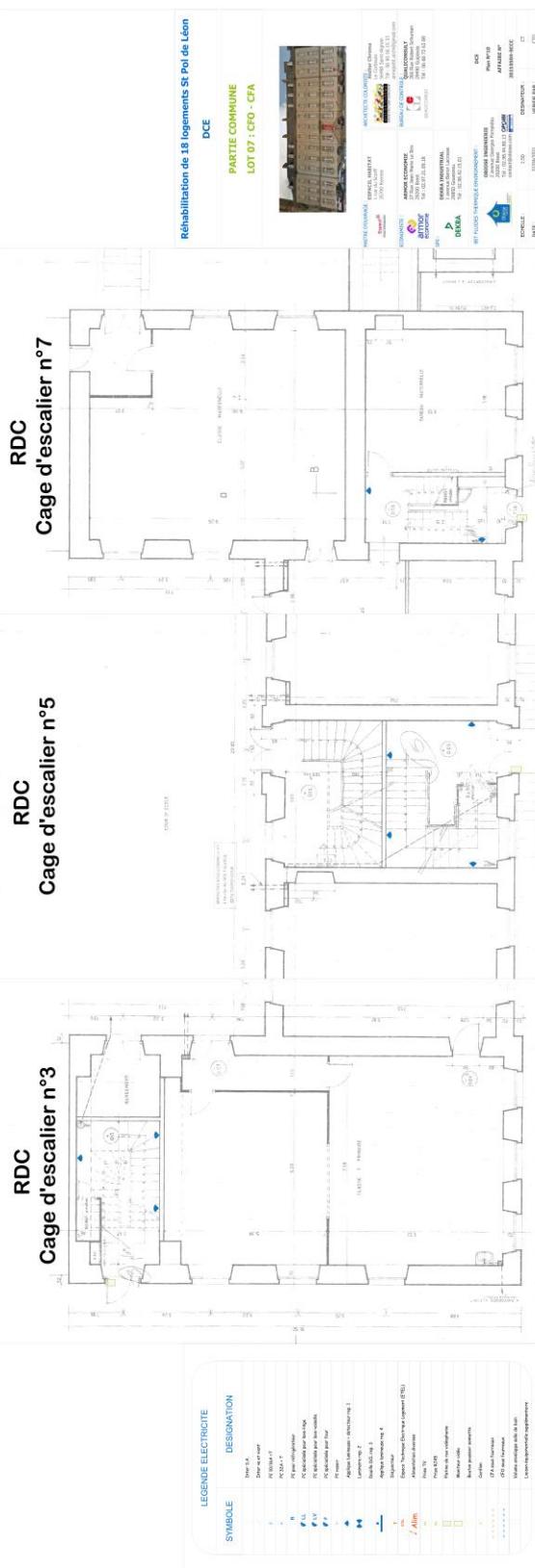
6.1.2 Diagramme de flux

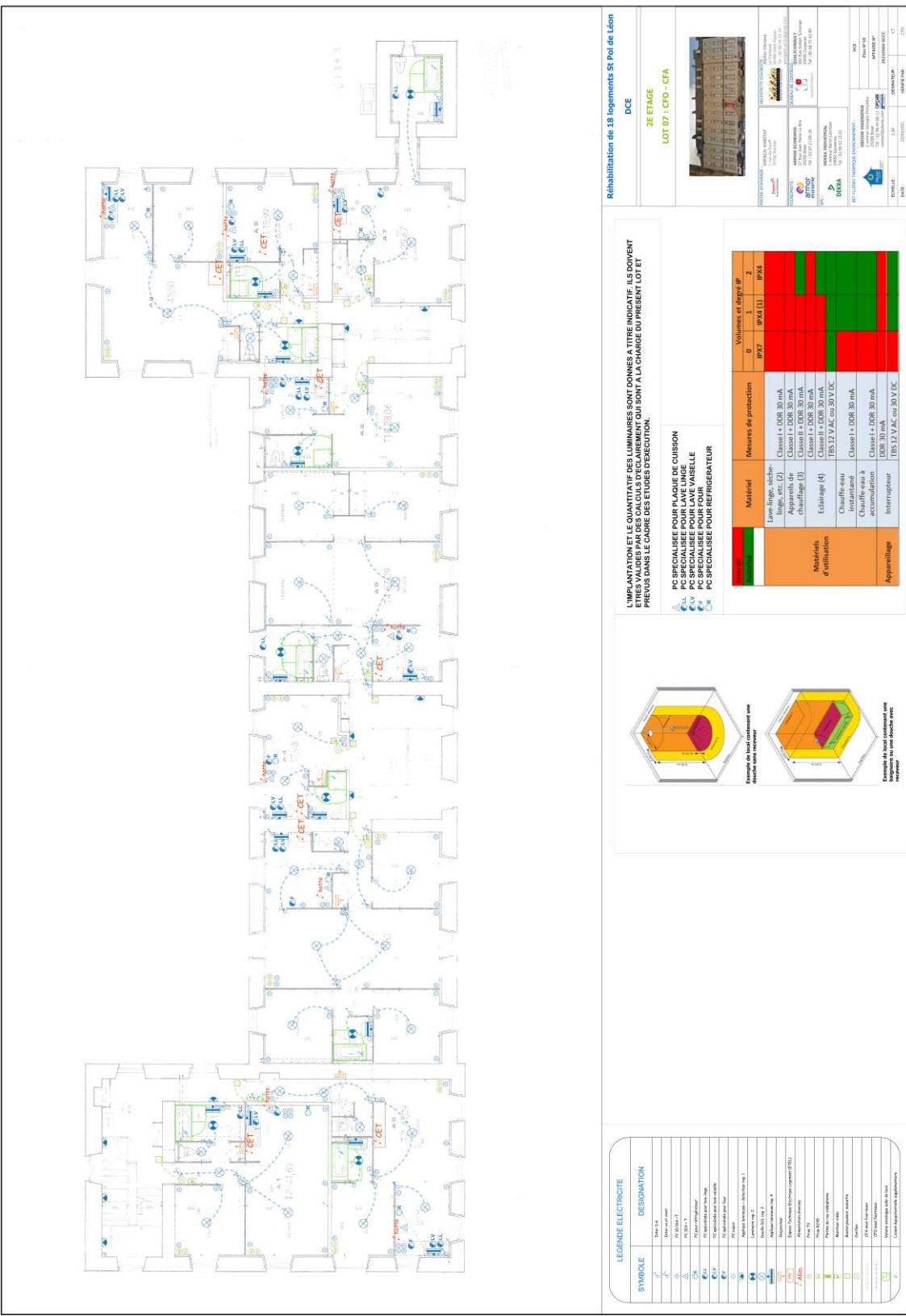


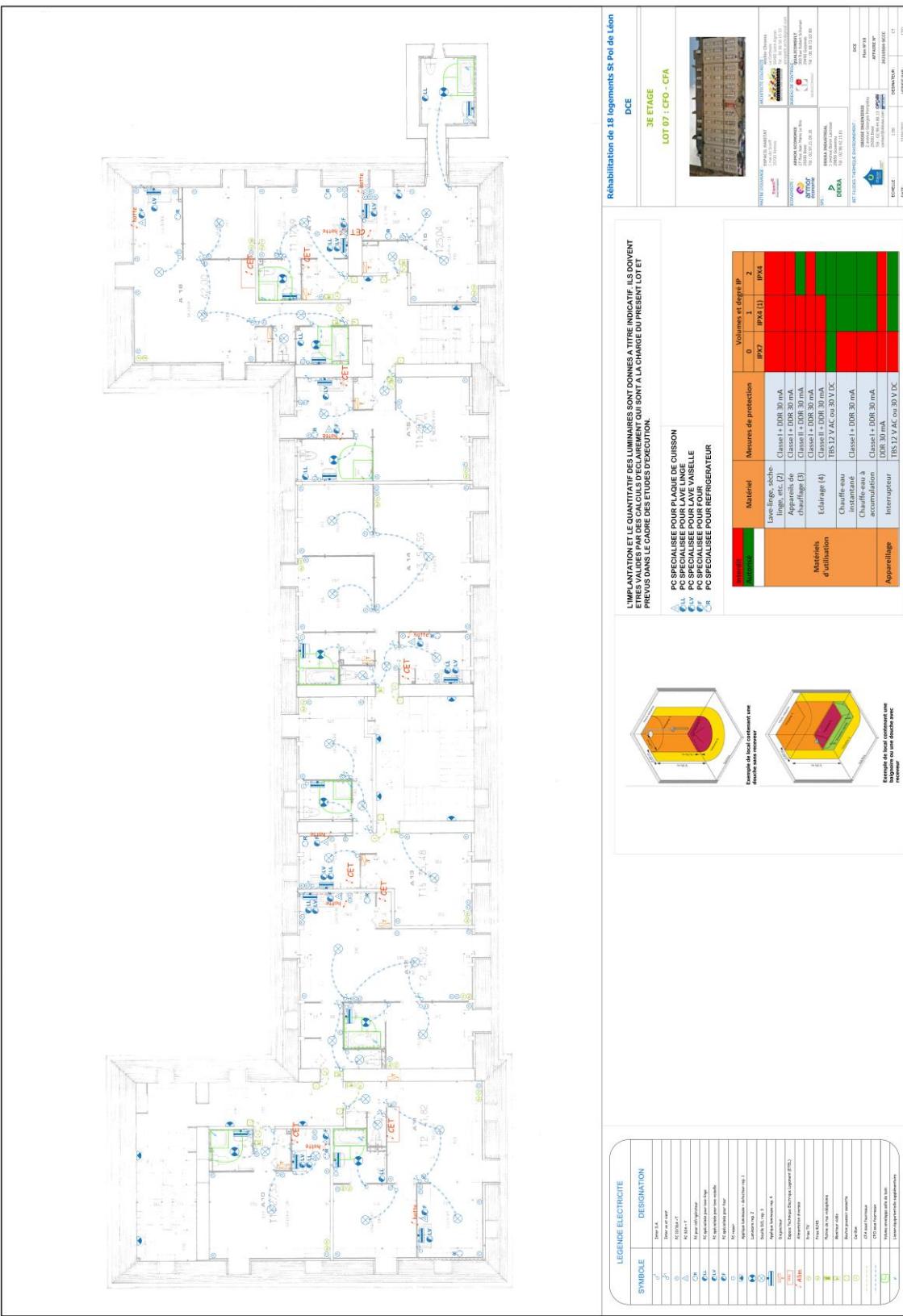
Annexe 3 : Plans du bâtiment de St Pol de Léon

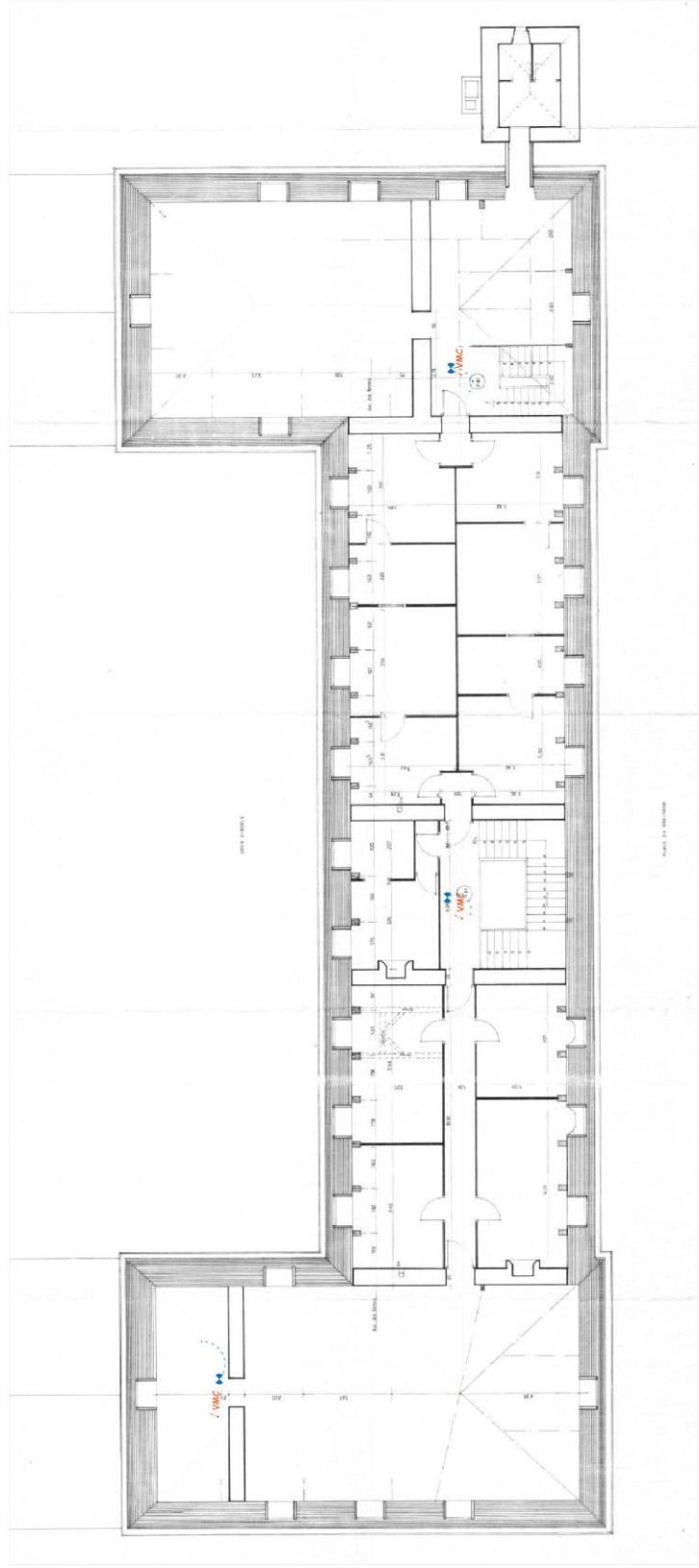


R + 1









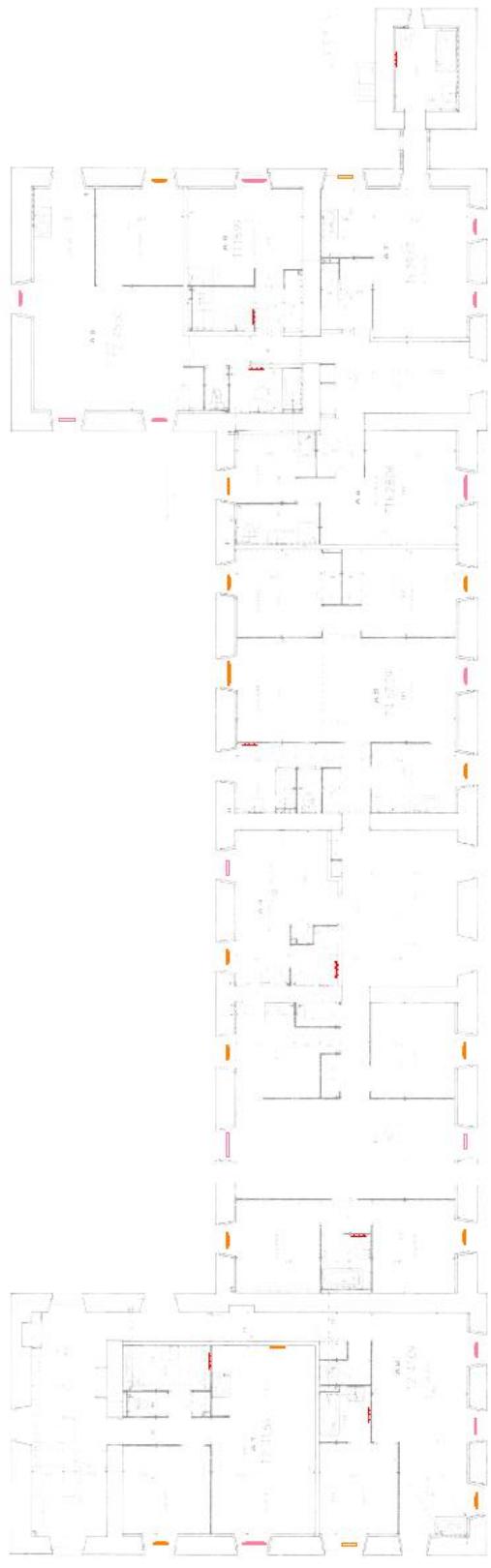
Réhabilitation de 18 logements St pol de Léon

DCE

TURE

LOT 07 : CFO - CFA





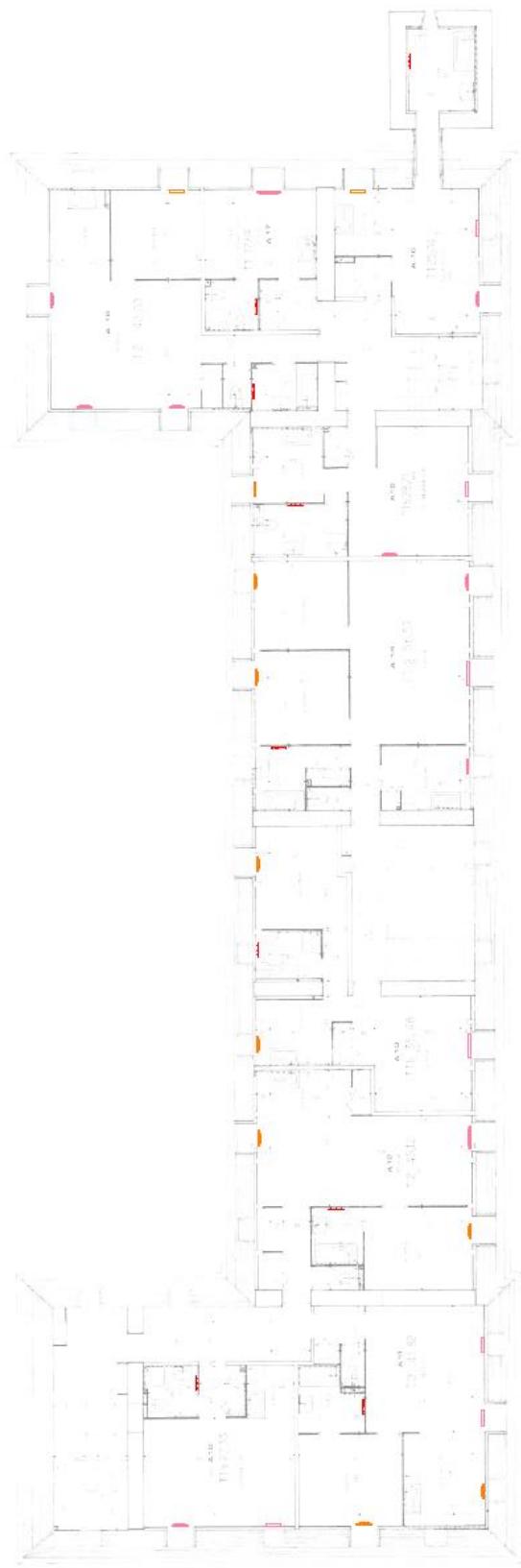
Rénovation de 18 logements St Pol de Léon

L'étude d'exécution sera effectuée par l'entreprise
Le calcul de déperditions sera effectué par l'entreprise
pour le dimensionnement de chaque radiateur

LEGENDE CHAUFFAGE	
SYNTHÈSE	DESIGNATION
	Sous-sol ou sous-terrain
	Réseau d'eau chaude sanitaire
	Réseau de gaz naturel



 Sodexo Sodexo is a leading provider of food services and facilities management solutions. View Details	 McDonald's McDonald's is a global fast-food restaurant chain based in the United States. View Details
 Starbucks Starbucks is a well-known coffeehouse chain and roaster. View Details	 KFC KFC is a fast-food restaurant chain specializing in fried chicken. View Details
 Subway Subway is a sandwich shop chain. View Details	 Pizza Hut Pizza Hut is a pizza chain. View Details
 Costa Coffee Costa Coffee is a coffee shop chain. View Details	 Baskin-Robbins Baskin-Robbins is an ice cream shop chain. View Details



LEGENDE CHAUFFAGE		Note:	
SYNTHÈSE	DÉSIGNATION	L'étude d'exécution sera effectuée par l'entreprise. Le calcul de déperditions sera effectué par l'entreprise pour le dimensionnement de chaque radiateur	
■	Radiateur		
■	Radiateur sous-sol		
■	Chauffage individuel		
■	Autre		
DCE		Rénovation de 18 logements St Pol de Léon	
3E ETAGE		LOT N° 1 PCV	
		Secteur	
		Surface	
		Volume	
		Cote	

Annexe 4 : Fiche de référence de St Pol de Léon⁷

⁷ https://www.obiose.com/wp-content/uploads/2020/04/Rehabilitation_Saint-pol-de-leon29_Amelioration-C3%A9sidence.pdf



RÉFÉRENCES Réhabilitation logements



MAITRE D'OUVRAGE

Espacil Habitat Groupe ActionLogement



Groupe ActionLogement

EQUIPE DE MAÎTRISE D'ŒUVRE

Thermiques Fluides : Obiose Ingénierie (Mandataire)

Architecte Coloriste : Atelier chroma

Economiste / OPC : Armor economie



OPÉRATION

Amélioration et rénovation de 18 logements d'une résidence

Superficie : NC m²

Montant prévisionnel des travaux : 25 000€ HT par logement

ANNÉE DE RÉALISATION

2020

CARACTÉRISTIQUES DE NOTRE MISSION

- Calcul réglementaire THCE (Gain énergétique)
- Proposition de scénario de travaux
- Maîtrise d'œuvre fluides et thermiques avec traitement ou remplacement des équipements
- Dimensionnement des installations et élaboration des plans
- Rénovation des équipements sanitaires et des installation électrique
- Rédaction des pièces écrites et bordereau de prix
- Analyse des offres entreprises
- Accompagnement en suivi de chantier

PROGRAMME DES TRAVAUX

- Production de chauffage: Remplacement des radiateurs électriques
- Installation électrique : Mise aux normes des installations électriques des logements
- Mises en sécurité des logements et changement de l'ensemble de l'appareillage



Siège Obiose Ingénierie
2, avenue Georges Pompidou
29200 Brest

Nantes
24, rue Alfred de Vigny
44300 Nantes

La Réunion
149, chemin Toby Les Hauts
97432 Saint Pierre

SARL au capital de 6000€ | RCS de Brest | Siret 820 698 868 00040 | APE7112B | Tél : 02 98 44 80 13 | contact@obiose.com

www.obiose.com

Cyril Toussaint
2020-2021

Stage ingénieur fluides et thermique du bâtiment

Résumé : Les missions qui m'ont été confiés à Obiose Ingénierie sont diverses. J'ai contacté des partenaires lors de la gestion des appels d'offres, afin de s'engager dans des nouveaux projets, j'ai aussi été amené à réaliser des diagnostics énergétique de maisons auprès de particuliers et j'ai aussi réaliser les plans des installations électriques et de chauffage pour 18 appartements dans une résidence. Dans une moindre mesure, j'ai contribué à l'amélioration d'un outil de bilan de puissance électrique sur tableur Excel.

Mots Clés : diagnostique, thermique, appel d'offres, modélisation

Obiose Ingénierie
2 avenue Georges Pompidou, 29200 Brest

Tuteur entreprise : Claude Tournellec, Ingénieur dirigeant

Tuteur académique : Minjid Maïzia