

Domaines des Calles LISSIEU

Candidature Le Off « Osez faire du frugal »

NOTE ANNEXE



Brilleman & Cie
économistes de la construction



Direction régionale
de l'économie, de l'emploi,
du travail et des solidarités



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

1 Contexte

1.1 Les ambitions

Le Domaine des Calles a fait l'objet d'une donation avec charges de la part de la famille Chainé. Nous avons fait le choix de mener un projet ambitieux et exemplaire sur plusieurs volets :

- **Volet social** : notre projet social juxtapose dans un même lieu une pension de famille et des logements locatifs sociaux et porte un projet collectif innovant autour d'une ferme pédagogique. La création de liens entre les résidents sera renforcée par la création de liens avec les acteurs locaux. Ces projets collectifs favoriseront l'estime de soi, le partage, la solidarité.
- **Volet patrimoine** : rénovation du patrimoine existant selon les préconisations d'un architecte du patrimoine mandaté en phase conception.
- **Volet énergétique** : ce critère a été prépondérant dans le choix de l'équipe de MOE afin d'allier une exigence de performance énergétique à la réduction de l'impact environnemental de la rénovation



1.2 Les moyens

Le contrat de MOE précise les objectifs dès la conception des exigences du MO en matière de performance énergétique. Ces exigences sont flexibles au regard des deux autres contraintes du dossier (économie et patrimoine) qui rendent cette opération complexe. En italique, les extraits du contrat de MOE.

Cette réalisation s'inscrit dans le cadre de l'obtention d'un niveau de performance énergétique élevé. Ce niveau de performance sera défini en phase APD conjointement entre le Maître d'œuvre et le Maître d'Ouvrage.

Définition du niveau de performance prévisionnel

Ce niveau de performance sera basé sur des hypothèses météorologiques et des conditions d'utilisation [apports internes, température de consigne, ouverture des fenêtres par les usagers, puisages d'eau chaude sanitaire, etc.]. Le niveau de

performance prévisionnel sera présenté sous la forme d'une plage de valeur [valeur minimum/valeur maximum, correspondant à un intervalle de confiance liée à l'incertitude sur l'usage] en phase APD.

Afin d'apporter un engagement sur les performances énergétiques, sans générer des coûts d'assurance (non prévus dans nos honoraires) ou une prise de marge de sécurité excessive, notre pratique est d'étudier avec le maître d'ouvrage une plage raisonnable d'utilisation dans laquelle la garantie s'applique, et en dehors de laquelle la garantie est annulée ou modulée.

Sur ce principe, nous définirons à l'APD une « plage d'usage raisonnable » dans laquelle la garantie de performance s'applique, et qui assure également un niveau de confort satisfaisant aux utilisateurs. A titre d'exemple, certaines rénovations Energie Sprong aux Pays Bas ont établi la plage d'usage suivante :

Consigne de température entre 19°C et 22°C,

Ouverture de fenêtres en hiver de moins de 30 minutes par jour,

Puisages d'ECS jusqu'à 40 minutes de douche par jour,

Consommations d'électricité spécifique jusqu'à 2500 kW.h/m² par logement

Etc.

Ces valeurs ont à ce stade une simple valeur d'illustration : il s'agira d'en discuter et de les définir conjointement à l'APD en fonction des besoins des utilisateurs futurs.

Les indicateurs (et organes de comptage associé) sont définis en phase APD en fonction des solutions techniques retenues et des usages retenus dans la définition de la plage d'usage (par exemple si l'on retient l'ouverture des fenêtres il devient nécessaire de prévoir une métrologie adaptée).

Afin de s'assurer que les moyens déployés en conception soient bien respectés lors de l'exécution des travaux par les entreprises, le contrat prévoit de rendre obligatoire l'intervention d'ENERTECH en EXE2 :

Les missions EXE 2 seront à la charge des entreprises avec obligation de missionner ENERTECH pour le suivi de chantier (mission estimée à 9.000 €HT).

5.3 CLAUSE D'ENGAGEMENT ENERGETIQUE

Evaluation du niveau de performance effectif.

Le niveau de performance effectif sera mesuré à l'issue de 2 années d'exploitation du bâtiment post-réception.

Pénalité associée à la non atteinte du niveau de performance

*En cas de dépassement de la valeur maximale totale de consommation énergétique définie en APD, et ce malgré le respect de la « plage d'usage raisonnable » définie à l'APD, et sous réserve des conditions décrites ci-après, le bureau d'étude ENERTECH se verra appliquer une retenue de **4 000 €HT** sur ses honoraires.*

Conditions nécessaires au respect de cette clause d'engagement énergétique

L'atteinte d'un niveau de performance effectif dépend des choix de conception et des dimensionnements, mais aussi des détails de mise en œuvre sur les lots architecturaux & techniques, ainsi que des réglages, qui sont totalement à la charge des entreprises du chantier et celles réalisant la maintenance et l'exploitation du bâtiment, et envers lesquelles le BET Enertech ne dispose d'aucune mesure coercitive.

Afin d'atteindre la performance visée, la maîtrise d'œuvre dans son ensemble devra bénéficier du soutien du maître d'ouvrage face aux entreprises, dans l'éventualité de difficultés de la maîtrise d'œuvre à leur faire respecter les pièces écrites de la consultation.

L'application de cette clause d'engagement énergétique est donc totalement conditionnée par :

- l'attribution de l'ensemble des missions complémentaires proposées (EXE, DET, INSTRUMENTATION) par l'ensemble de l'équipe de maîtrise d'œuvre,
- l'appui du Maître d'Ouvrage pour que l'ensemble des préconisations du BET formulées en phase EXE / DET / GPA soient effectivement mises en œuvre par les entreprises du chantier et de maintenance, notamment l'envoi par le Maître d'Ouvrage de courrier de mise en demeure aux entreprises en cas de non-respect des pièces écrites du marché.
- dans le cas où d'éventuelles mises en demeure des entreprises du chantier et de maintenance resteraient sans effet, le Maître d'Ouvrage serait en droit d'appliquer les pénalités prévues au marché à l'encontre des entreprises concernées. Si les travaux en jeu concernent la performance énergétique, ces pénalités se substitueraient alors à la pénalité à l'encontre du BET décrite ci-dessus.

2 Réduction de l'impact environnemental du bâti

Les enjeux sont les suivants :

- La préservation des ressources
- Limiter la production de CO2

2.1 Recours aux énergies renouvelables

Production Chauffage + ECS au bois

Contrairement aux autres énergies, le granulé de bois est issu d'une matière première locale et très largement disponible pour longtemps. L'approvisionnement en granulés de bois est donc plus sûr et plus stable sur le long terme. Une chaudière aux granulés offre un confort équivalent ou supérieur à un chauffage au fioul ou au gaz : entièrement automatisé jusqu'à une année entière, sans mauvaises odeurs, et adapté aux maisons individuelles et aux bâtiments plus grands.

Lorsqu'on brûle du granulé de bois, il libère la même quantité de CO2 que l'arbre a absorbé durant sa croissance. Le bilan est donc neutre. En France, d'où vient 90 % du granulé consommé dans le pays, la forêt s'étend de plus en plus, et même dans les scénarios les plus optimistes en faveur du développement du chauffage au bois, elle va continuer à s'étendre.

Un calcul en coût global a permis de valider le choix du bois granulés.

Le volume des caves existantes permet d'installer la chaufferie et le silo. Après combustion, les cendres émises seront valorisées en engrais pour les jardins.

2.2 Recours aux matériaux bio-sourcés

Les ponts thermiques sont traités, et les parois froides des différents bâtiments du site sont isolées par des matériaux bio-sourcés : laine de bois ou ouate de Cellulose.

La Ouate de cellulose :

C'est le résultat du recyclage de papier. La ouate de cellulose est généralement disponible en vrac ou en panneau. Le premier convient notamment pour les combles perdus, les plafonds ou les murs, les flocons étant insufflés ou déversés entre les bois de structure, renforcés par un frein vapeur et pare pluie.

Cet isolant écologique biosourcé est le meilleur compromis prix et efficacité pour l'isolation des combles perdus.



Laine de bois en panneau :

Le panneau de laine de bois est appelé ainsi car il est souple, ou semi-rigide. Composé de bois recyclé, ces panneaux font de 30 à 55kg/m³. Ils s'adaptent bien aux irrégularités et sont utilisés pour isoler les murs. La laine de bois en panneau est un excellent isolant thermique et phonique et offre une bonne protection contre la chaleur l'été notamment grâce à son déphasage thermique.

2.3 Système phyto-épuration

2.3.1 Le choix du système

Le site n'est actuellement pas raccordé à l'égout. Il comporte une fosse toute eaux qui ne convient pas pour deux raisons :

- Elle n'est plus aux normes depuis 2009 ;
- Elle est largement sous-dimensionnée pour notre projet.

Raccorder le site à l'égout est techniquement possible : le point de raccordement se situe à l'entrée de Lissieu (750 environ). Néanmoins deux aspects ne sont pas favorables à cette solution :

- Accord administratif du département :
Il faudrait longer la route départementale et solliciter l'accord du Département, qui selon notre expérience, est défavorable au cheminement des réseaux aux abords des voiries (par souci d'interférences lors de travaux futurs).
- Cout d'un tel raccordement :
Un tel raccordement représente un cout significatif estimé à 300 000 € en raison :
 - De la distance entre notre site et le point de raccordement élevée (750 m) → cout des tranchées élevé,
 - Des pompes de relevage nécessaires au regard de la distance (750 m). Ces stations de relevage seraient entièrement à notre charge en installation (achat et pose) et à l'entretien (durant toute la vie du bâtiment).

Nous avons étudié une solution autonome en lien étroit avec le SPANC (Service Public d'Assainissement Non Collectif) : le système de phyto-épuration.

2.3.2 Présentation du Système phyto – épuration

Le système de phyto – épuration répond aux enjeux suivants :

- **Fiabilité de l'installation :**
 - Performante : sans doute la filière qui supporte le mieux les variations de charges, elle présente de très bons niveaux de rejet.
 - Pérenne : Les granulats sont inertes, ne s'altèrent pas au cours du temps et ne nécessitent pas d'être renouvelés. Les végétaux se renouvellent naturellement tous les ans. Quant aux micro-organismes épurateurs, ils se multiplient à la surface des granulats et des racines des plantes suite à l'alimentation des filtres en eaux usées.
- **Maintenance facilitée et un entretien peu couteux :**
 - Robuste et Rustique : pas d'ouvrages électromécaniques et de consommation d'énergie (hors alimentation), pas d'utilisation de consommables.
 - Autonome : gestion des boues *in-situ* grâce à leur concentration et minéralisation à la surface des filtres Pas de fosse à vidanger.

- **Intégration dans notre projet global :**

- Esthétique : ouvrages végétalisés présentant une excellente intégration paysagère et contribuant à la richesse et au maintien de la biodiversité. A la hauteur des enjeux paysagers du site.
- Pédagogique : on observe à la surface des filtres plantés alimentés en eau brute la formation d'un humus résultant de la minéralisation des boues, grâce à l'action de la faune du sol. L'aspect pédagogique de ce système trouvera sa place au sein du projet social collectif « nature » porté par HHR, au côté de la ferme pédagogique et des jardins familiaux.



Zone où se situera la
Phytoépuration

Filière à écoulement vertical

L'eau est répartie à la surface du filtre et percole dans le massif filtrant. Il n'y a donc pas de phénomène de stagnation d'eau ou de photosynthèse mise en jeu, contrairement à une lagune.

L'activité microbienne est fortement mise en jeu. Les plantes privilégiées pour ce genre de filtre sont généralement des plantes aquatiques à fort pouvoir racinaire (iris, massettes), leur rhizosphère favorisent la circulation de l'air lors des périodes d'assec et permettent de maintenir dans le temps la conductivité hydraulique du massif filtrant (décolmatage). Ceci intensifie donc l'activité bactérienne.

Les matières organiques retenues en surface s'humidifient et se minéralisent.

La flore bactérienne mise en jeu dans ce filtre est donc une flore de type aérobie hétérotrophe, qui se fixe sur le milieu

La filière d'assainissement préconisée est composée de 2 étages de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical. Le premier étage de traitement est dimensionné à 1,2 m²/EH (Equivalent habitant) et le deuxième étage de traitement est dimensionné à 0,8 m²/EH.



Toutes les eaux usées sont dirigées vers le filtre planté de roseaux à écoulement vertical (FV)

3 Amélioration de la performance énergétique

En parallèle des réflexions menées sur l'impact environnemental de notre projet nous avons également cherché à améliorer la performance énergétique.

L'amélioration de la performance énergétique répond à plusieurs enjeux :

- Minimiser l'impact environnemental des consommations du bâti
- Minimiser les charges

En concertation avec l'équipe de MOE (et plus particulièrement ENERTECH) et notre bénévole expert, Jean-Louis Roche, nous avons défini le niveau de performance attendu fixé à l'issue de la phase ADP : BBC Renovation. Nous avons également confié une mission à PRESTATERRRE en vue d'une certification de ce niveau de performance.

Avec l'appui précieux de notre équipe de MOE, nous avons travaillé plusieurs leviers, détaillés ci-après afin d'atteindre le niveau BBC Rénovation.

3.1 Réduire les besoins

Avant de travailler à l'optimisation des systèmes de production, nous nous sommes attachés à réduire les besoins en consommation du bâtiment.

Nous avons ainsi travaillé une enveloppe performante :

- **Une bonne isolation de toutes les parois déperditives, avec les résistances thermiques suivantes :**
 - Murs : $R=4$ à $4.5 \text{ m}^2.K/W$, laine de bois,
 - Toitures : $R=7.5 \text{ m}^2.K/W$, ouate de cellulose,
 - Planchers bas : $R=3 \text{ m}^2.K/W$.
- **Une bonne étanchéité à l'air : objectif de $Q4 < 1.5 \text{ m}^3/h/m^2$, ce qui correspond environ à $N50 < 3 \text{ vol/h}$**
- **Menuiseries extérieures :**
 - Menuiseries extérieures bois (corps de ferme) : $U_w < 1.4 \text{ W/m}^2/K$, bon facteur solaire.
 - Double fenêtres (maison de maître) car les fenêtres existantes extérieures sont conservées (Patrimoine) et doublée par des menuiseries PVC à l'intérieur, $U_w < 1.3 \text{ W/m}^2/K$, bon facteur solaire.



3.2 Réduire les dépenses énergétiques

3.2.1 Ventilation double flux

Une ventilation performante : ventilation double flux avec récupération de chaleur à haute efficacité pour tous les logements.

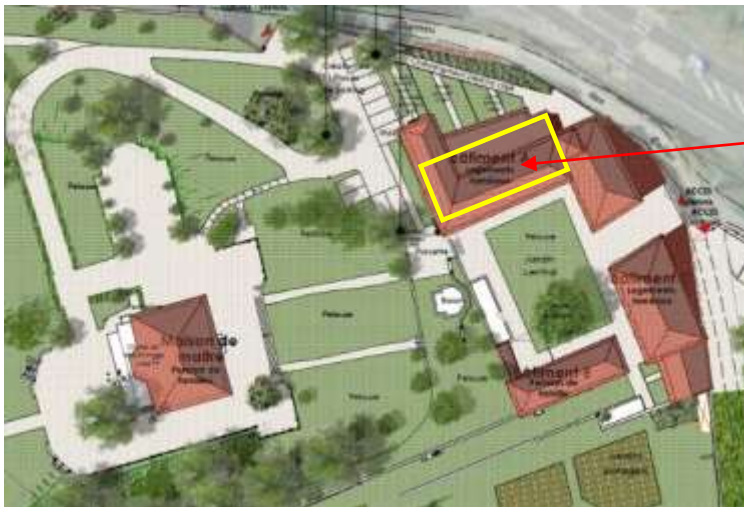
Les avantages :

- Economies d'énergie,
- Meilleure qualité d'air (filtration de l'air entrant),
- Meilleur confort acoustique (pas d'entrées d'air dans les menuiseries),
- Particulièrement pertinente avec la proximité de l'autoroute, elle permet de limiter les nuisances acoustiques et la pollution dans les logements.

3.2.2 Chauffage + ECS

Production de chaleur au bois granulés :

Une chaufferie commune produit la chaleur pour le chauffage et l'ECS pour tous les logements. L'installation sera performante avec deux chaudières à condensation et une régulation à la fois simple, robuste et optimisée. La chaufferie se situera dans le sous-sol du bâtiment A. Un réseau de distribution alimentera l'ensemble des bâtiments y compris la maison de maître.



Sous-sol où sera situé la chaufferie granulés bois

4 Améliorer le confort des habitats

4.1 Confort thermique

Pour un confort thermique optimal, nous avons opté pour plusieurs points :

- L'enveloppe des bâtiments sera très performante comme évoqué dans le paragraphe 2.1,
- Ventilation double-flux réduisant les déperditions et donc les consommations,
- Traitement des parois froides et ponts thermiques,
- Prise en compte de l'ensoleillement (d'un point de vu confort thermique et visuel).

Le confort thermique élevé des bâtiments permettra également d'avoir des consommations maîtrisées.

4.2 Confort acoustique

Le site du Domaine des Calles est bordé par l'autoroute A6 d'un côté et la RD 306 de l'autre. Ces axes routiers génèrent du bruit.

L'autoroute est à moins de 300 m → Classement acoustique = Catégorie 1, 83 dB

La RD 306 est à moins de 250 m → Classement acoustique = Catégorie 3, 73 dB

Les mesures envisagées pour réduire ces nuisances sonores sont :

- Menuiseries
 - PDF : Double fenêtres car les fenêtres existantes sont conservées,
 - Logements Familiaux : Menuiseries Bois : indice d'affaiblissement acoustique : 37 dB, Vitrage 10-14-4 mm avec gaz ARGON sur vide 14 mm
- VMC double flux :
 - La conception d'une VMC double flux limite fortement l'intrusion de bruits extérieurs puisque l'entrée d'air neuf n'est pas direct. En effet l'air neuf chemine via un réseau et un échangeur thermique. Lors de ce cheminement, le bruit extérieur éventuellement véhiculé est estompé.

4.3 Qualité de l'air intérieur

L'enveloppe des différents bâtiments sera étanche à l'air en vue de limiter les infiltrations d'air extérieurs. Pour cela une membrane d'étanchéité à l'air est installée sur l'ensemble des parois froides. Cependant une bonne étanchéité à l'air nécessite un renouvellement d'air plus important pour éviter les pollutions de l'air intérieur, et notamment les COV (composés organiques volatiles).

Pour cela le système de ventilation sera :

VMC double flux :

- Objectif de $Q_4 < 1.5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, ce qui correspond environ à $N_{50} < 3 \text{ vol/h}$ avec une déperdition thermique faible.
- Renouvellement d'air de 0.9 vol/h contre 0.6 vol/h.

Les avantages d'une VMC double-flux sont nombreux :

- Economie d'énergie jusqu'à 70 ou 90 % sur le renouvellement d'air,
- Récupération de chaleur : confort d'hiver et d'été (bypass),
- Pas d'entrée d'air en façade → forte réduction du bruit extérieur,
- Filtrage de l'air neuf qui offre une meilleure qualité d'air,
- Réduction de la puissance de chauffage nécessaire ce qui implique une réduction de la taille de la chaudière, des tuyaux, des émetteurs et donc réduction des coûts.

Les contraintes :

- Sensiblement plus cher,
- Plus complexe pour intégrer les réseaux qui sont plus nombreux,
- Consommation d'électricité plus élevée, mais limitée si bonne conception,
- Remplacement fréquent des filtres

5 Performances visées

Le projet sera labellisé BBC-Rénovation.

5.1 Les critères à respecter pour bénéficier du label BBC Rénovation

→ La consommation d'énergie primaire (CEP) des bâtiments à usage d'habitation doit être inférieure ou égale à 96 kWhep/m².an pour la zone géographique du Rhône. La consommation d'énergie primaire concerne celle utilisée pour le chauffage, la climatisation, l'éclairage, la production d'eau chaude sanitaire et la ventilation.

Consommation prévisionnelle du projet = 80 kWhep/m².an < 96 kWhep/m².an.

→ Une mesure de la perméabilité à l'air doit être réalisée, ceci sans obligation de performance.

Étanchéité à l'air : objectif de Q4 < 1.5 m³/h/m², ce qui correspond environ à N50<3 vol/h.

Le label BBC Rénovation sera validé par **Prestaterre**, un organisme certificateur agréé par l'État.

5.2 Suivi des consommations

Les honoraires MOE intègre un suivi énergétique durant 2 ans avec engagement du bureau d'étude Enertech :

- Suivi de chantier sur les lots fluides, mais aussi l'enveloppe et notamment l'étanchéité à l'air,
- Suivi de la mise en service des installations, des réglages, de la régulation, de la mise au point,
- Instrumentation pour assurer le suivi énergétique du site : suivi des compteurs de chaleur en chaufferie, des températures de départ, des volumes d'ECS puisés, des consommations électriques de tous les équipements collectifs..., pour vérifier le bon fonctionnement des installations, identifier et corriger les éventuelles dérives.

Ils seront aussi à nos côtés pour former et sensibiliser une équipe de bénévoles techniques pilotés par Jean-Louis Roche afin d'assurer dans la durée la bonne gestion du bâti. Ces bénévoles œuvreront auprès de nos gestionnaires afin de les familiariser avec l'installation. Ils sensibiliseront aussi les résidents aux bonnes pratiques qui peuvent complètement annihiler les performances visées.

Les honoraires pour cette mission de suivi s'élèvent à 22 000 € HT. L'objectif est d'avoir une consommation identique ou plus faible que la consommation théorique déterminée en conception. Le BE Fluide Enertech est spécialisé dans ce type de mission, c'est en partie pour cette raison qu'il a été retenu dans l'équipe MOE.



6 Retour d'expérience

Nous proposons de partager notre expérience sur trois volets :

ANALYSE FINANCIERE

- En fin de chantier :
 - o Analyse financière :
 - Identification des surcoûts en investissement
 - Octroi des subventions complémentaires
 - Quantification de la réduction prévisionnelle des charges
- Après 2 ans de mise en service :
 - o Analyse des coûts d'entretien et de maintenance
 - o Quantification réelle de la réduction des charges

ANALYSE QUALITATIVE

- Lors du montage du projet :
 - o Choix de l'équipe de MOE
 - o Clauses du contrat
 - o Appui bénévolat
- Lors du chantier :
 - o Choix des entreprises
 - o Respect des prescriptions du BE (mission EXE2)
 - o Appui bénévolat spécifique
- Lors de l'exploitation :
 - o Appropriation par les équipes bénévoles – salariées du PLC
 - o Appropriation par les résidents (PDF et Logements LLS)

AXES D'AMELIORATION

- Analyse des dysfonctionnements et corrections apportées :
 - o En conception
 - o En chantier
 - o En exploitation
- Identification des leviers non mobilisés sur ce projet

