



« Un bâtiment autonome est un bâtiment énergétiquement indépendant. Il produit lui-même la totalité de l'énergie dont il a besoin. »

Projet tutoré n°1

Sommaire

| | |
|---|----------------------------|
| <u>Remerciements</u> | <u>Page 2</u> |
| <u>Introduction</u> | <u>Page 2</u> |
| | |
| <u>I/ Contraintes d'une maison autonome en énergie en zone de montagne</u> | <u>Page 3 à 4</u> |
| | |
| A/ Contraintes du milieu montagnard | |
| B/ Contraintes d'une maison autonome en énergie | |
| | |
| <u>II/ Solutions d'une maison autonome</u> | <u>Page 5 à 8</u> |
| | |
| A/ Solutions proposées | |
| 1/Production d'électricité | |
| 2/La production pour l'eau chaude/chauffage | |
| | |
| B/ Solutions de systèmes d'une maison autonome en montagne | |
| | |
| <u>III/ Cas d'une grange autonome en montagne</u> | <u>Page 9 à 12</u> |
| | |
| A/ Un bilan énergétique annuel pour choisir les systèmes | |
| B/ Liste de systèmes utilisés | |
| | |
| <u>IV/ Comparaison du coût d'une maison « traditionnelle » par rapport à une maison autonome</u> | <u>Page 13 à 14</u> |
| | |
| <u>Conclusion générale</u> | <u>Page 14</u> |
| | |
| <u>Sources</u> | <u>Page 15</u> |

Remerciements :

Avant de commencer à vous présenter ce projet, nous tenions à remercier tout particulièrement M^r Sabathier, notre tuteur de projet, pour l'aide qu'il nous a apportée durant ces deux mois. Sa disponibilité, et ses conseils nous ont été précieux pour la réalisation de ce projet. Nous remercions également Frédéric Lombard et sa compagne de nous avoir accordés une visite de leur maison autonome, et fournit des explications claires et instructives sur l'ensemble de leurs systèmes.

Introduction :

Une maison autonome en énergie est une maison qui est indépendante des réseaux, qui produit sa propre énergie grâce aux ressources naturelles comme le soleil ou le vent. Pourquoi ne faut-il pas négliger le terme « en montagne » ? Premièrement une région est considérée comme montagnaise si son altitude est supérieure à 800m. En montagne le climat n'est pas le même, on constate plus de besoins calorifiques qu'une maison au Maroc par exemple. Les contraintes naturelles sont plus importantes (neige, vent, etc.). De plus, les accès sont souvent compliqués pour les apports en énergie via les réseaux. Ainsi, une maison en montagne aura donc un plus grand intérêt à être autonome en énergie malgré les contraintes du site. Il faut donc trouver des solutions techniques pour que le mode de vie des propriétaires soit convenable (isolation, chauffage, vitrage, etc.). Par ailleurs, le terme « à quel prix » est un détail important. En effet il ne faut pas regarder sur le court terme (le coût d'investissement) mais plutôt sur 10-20ans pour constater les économies réalisées sur le long terme, et voir la rentabilité ou non de la maison autonome. Un projet de ce type peut engendrer annuellement des économies assez conséquentes sur les factures énergétiques contrairement à une maison traditionnelle.

Ainsi les questions à se poser sont les suivantes : quelles sont les contraintes de ce projet ?

Quelles sont les solutions envisageables ? Faut-il investir dans un projet de ce type ? Au bout de combien de temps celui-ci peut être rentable ?

I/ Contraintes d'une maison autonome en énergie en zone de montagne

A/ Contraintes du milieu montagnard

Dans une maison en montagne la principale contrainte est l'exposition au soleil. Elle est restreinte à cause de la végétation environnante et aux reliefs importants. C'est pour cela que les maisons en montagne sont principalement orientées plein sud pour une meilleure exposition au soleil.



De plus, le temps en montagne est imprévisible. Il se peut, lors des périodes de neige, que la maison soit entièrement recouverte et donc inaccessible.

Le froid est également une préoccupation dans notre projet. Les basses températures sont plus fréquentes dans les régions montagneuses, il faudra donc fournir plus d'énergie pour chauffer une maison à une température correcte. C'est la raison pour laquelle il serait préférable

d'utiliser des systèmes énergétiques plus performants que dans une maison traditionnelle en plaine.

Parfois le vent peut être un problème si la maison se situe en haute altitude. Selon la fréquence de ces intempéries la maison peut être coupée de tous réseaux électriques ou téléphoniques durant plusieurs jours.

Les maisons en montagne sont de même très exposées aux avalanches ce qui peut être préjudiciable aux habitants et à la structure

Toutes ces contraintes énumérées apparaissent le plus souvent lors des saisons hivernales. Mais d'autres contraintes se manifestent tout le long de l'année. Pour commencer, l'éloignement peut pour certain être un avantage plutôt qu'une contrainte. Le plus souvent cet isolement de toute ville se transforme en contrainte. En effet les secours mettront plus de temps à venir en cas de problème.



B/ Les contraintes des systèmes autonomes en énergie

Nous venons de voir les différentes contraintes d'une maison en montagne. A présent nous allons voir les différents problèmes des systèmes autonomes en énergie.

Quelques exemples de contraintes des systèmes autonomes en énergie. Pour commencer, les panneaux solaires ont de grandes contraintes, la montagne n'est pas propice à un ensoleillement permanent. Ce qui rend ce système inutilisable la nuit et par temps de neige. Ce système est efficace lorsque les conditions climatiques le permettent.

Ensuite, un autre système qui peut être utilisé pour permettre une production d'énergie c'est l'hydraulique. Ce système comporte un inconvénient : lors de période de grande chaleur ce système devient vite inexploitable par manque d'eau.

De ce fait, si le débit est trop réduit, la turbine ne peut plus tourner ce qui engendre un manque de production d'énergie. De plus les autorisations concernant le puisage d'eau dans une source sont limitées. Selon la norme le puisage dans une rivière ou tout cours d'eau est interdit. Dans notre cas le propriétaire de la grange a eu l'accord du maire.

Une autre contrainte qui concerne la totalité des systèmes, c'est leur complexité. Si durant les périodes froides, une quantité de neige importante est tombée et que la maison se retrouve inaccessible, il faut pouvoir réparer ces systèmes sans l'aide de personne. C'est pour cela que plus le système est complexe plus il sera dur de le remettre en service.

Ensuite la contrainte des systèmes autonomes en énergie est qu'il faut en permanence contrôler la consommation pour ne pas être en manque.

En ce qui concerne la législation, les DTU (documents techniques unifiés) font partie des normes pour les constructions en montagne envisagées au-dessus de 900 m d'altitude. Ceux-ci permettent alors de prendre en compte les contraintes de toiture, la structure du bâtiment, les fondations, l'isolation, etc. Pour exemple, en raison de la neige, on calcule l'épaisseur et le type d'isolant, et plus généralement l'ensemble des matériaux, pour les adapter aux contraintes climatiques. En outre, toutes les communes n'ont pas adopté le même schéma d'aménagement du territoire. Le POS, comme le PLU changent les surfaces à construire : certaines ne tiennent pas compte de l'épaisseur de l'isolation requise qui empiète soit sur la surface à vivre, soit sur les surfaces constructibles autorisées.

En conclusion, une maison en montagne présente beaucoup de contraintes au niveau des systèmes énergétiques c'est pour cela que nous en prendrons compte dans l'étude de prix pour une maison 100% autonome.



II/ Solutions d'une maison autonome

Dans cette partie, nous allons lister des propositions qui sont, à notre avis, préférables pour une maison autonome (toute typologie de terrain). Tout d'abord, par rapport au tableau ci-dessous, on peut voir une consommation pour des appareils domestiques très souvent utilisées.

| Type d'appareil | Puissance unitaire | Nombre d'appareils fonctionnant simultanément | Nombre d'heures de fonctionnement par jour | Consommation moyenne journalière | Observations |
|--------------------------------|--------------------|---|--|----------------------------------|--|
| Eclairage classique | 75 Watts | 4 | 4h par jour | 1200 Wh | Voir la solution ci-dessous |
| Eclairage à économie d'énergie | 15 Watts | 4 | 4h par jour | 240 Wh | Avec le même éclairage qui ci-dessus = 5 fois moins d'énergie consommée |
| Télévision | 60 Watts | 1 | 4h par jour | 240 Wh | Attention, les TV à écran plat consomment généralement moins |
| Réfrigérateur | 60 à 100 Watts | 1 | 24h sur 24 | 600 à 1 000 Wh | Consommation donnée par les fabricants en classe A |
| Aspirateur | 2 000 Watts | 1 | ¼ h par jour | 500 Wh | |
| Petits appareils ménagers | 120 Watts | 1 | 10 minutes par jour | 20 Wh | |
| Micro-ondes | 2 000 Watts | 1 | 6 minutes par jour | 200 Wh | |
| Lave-linge | 2 000 Watts | 1 | 1,5 h par jour | 3000 Wh * | * si le lave linge fonctionne 1 jour sur trois, la consommation moyenne est de 3 000 Watts / 3 = 1 000 Watts par jour. |

A/ Solutions proposées

1/Production d'électricité :

➤ L'éolienne

Oui l'éolienne est un système basique, mais un système avec un bon rendement pour faire de l'électricité sur une ressource naturelle abondante (suivant sa localisation). Par rapport au tableau donné ci-dessous, on peut constater que même avec une faible force du vent, la production est quand même assurée. Mais peut-être pas suffisamment pour une utilisation supplémentaire domestique, si le milieu est isolé du vent.



Pour un compromis écologique/économique, elle prend la première place tout simplement car elle peut être installée n'importe où avec un peu de vent, et sa taille d'installation ne nécessite pas un grand terrain (possibilité de l'installer sur le toit).

| Production de l'éolienne WS 400 | |
|---------------------------------|------------------------|
| Vitesse moyenne du vent | Production journalière |
| 15 km/h | 700 Wh par jour |
| 25 km/h | 2 880 Wh par jour |
| 35 km/h | 5 700 Wh par jour |
| 45 km/h | 10 000 Wh par jour |

➤ Le panneau photovoltaïque

Ce récent moyen de production d'énergie est maintenant très développé, mais pas assez dans le rendement. Il permet d'alimenter dans les cas, des milieux isolés par exemple du vent, mais qui ont un bon ensoleillement. On rappelle quand même qu'un panneau solaire est un moyen équipé de capteurs soit photovoltaïques, soit solaire thermique, afin de convertir l'énergie du soleil (énergie solaire/thermique) en électricité ou en moyen de chauffage d'eau.



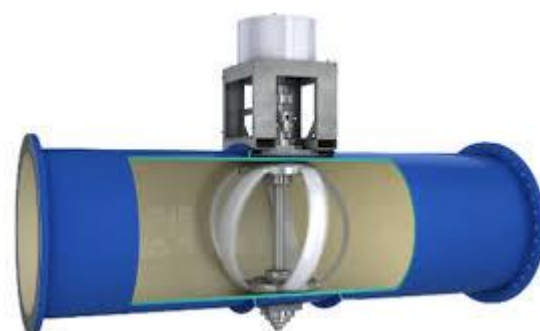
Ensuite, en fonction de l'exposition, de la typologie du terrain, et de sa localisation, le panneau solaire peut être un avantage à cette production, ou non.

Pour un compromis écologique/économique, elle prend la seconde place car elle peut couvrir beaucoup de lieu, même avec un faible ensoleillement.

| Production d'un panneau solaire photovoltaïque (sud de la France) | |
|---|------------------------|
| Puissance du panneau solaire | Production journalière |
| 50 Watts | 225 Wh par jour |
| 75 Watts | 330 Wh par jour |
| 100 Watts | 450 Wh par jour |
| 160 Watts | 720 Wh par jour |
| 3 x 100 Watts = 300 Watts | 1350 Wh par jour |
| 3 x 160 Watts = 480 Watts | 2160 Wh par jour |

➤ La turbine

La turbine est un moyen de production d'électricité assez peu exploité en France. Le principe de celle-ci, est que deux bobines tournent l'une dans l'autre (rotor/stator). Une qui reste fixe, le stator, et l'autre qui tourne à l'intérieur, le rotor, et permet de générer un courant électrique. Elle peut être aussi utilisée dans les petits villages qui ont la chance de pouvoir posséder un moulin ! Car il ne gêne en rien dans le développement du cours d'eau.



Son rendement dépend de la gamme de la turbine, et du débit d'eau la traversant.

Pour un compromis écologique/économique, elle prend la troisième place car un point d'eau naturel, avec un courant, n'est pas présent dans tous les lieux d'habitation.

2/La production pour l'eau chaude/chauffage

➤ Le chauffage solaire

Le chauffage solaire représente un investissement important, toutefois, il fait appel à une énergie totalement gratuite, il peut donc se révéler très intéressant à l'usage. Une installation de panneau solaire thermique peut couvrir de 25 à 60% des besoins de chauffage d'une maison par conséquent il faudra prévoir un chauffage d'appoint qui viendra en relai. Un système donc à privilégier si un budget de départ important est disponible, mais qui peut permettre un retour sur investissement dans des délais respectables.



➤ Le traditionnel poêle à bois

Le poêle à bois, dans le cadre du chauffage de la maison, peut avoir son utilité. Tout simplement par le fait qu'il ne consomme que peu de bois, et chauffe suffisamment pour une maison de type moyen (100m²), le Rez-De-Chaussée et l'étage compris. Le rendement de celui-ci est compris entre 60% et 80% contrairement à une cheminée ouverte qui est de 20%. Il n'a pas non plus besoin d'électricité, ni aucune autre source énergivore.



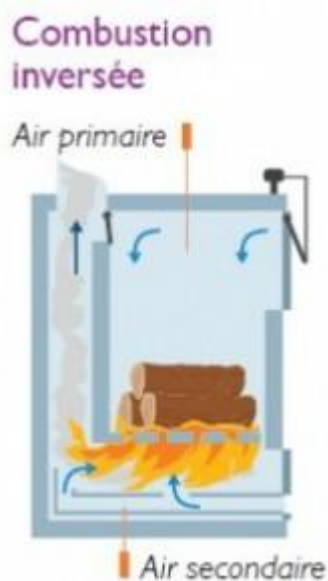
➤ La cuisinière

Bien qu'elle soit rustique par son utilisation, elle peut servir de moyen pour chauffer, une pièce, pas une maison, car sa fonction première n'est pas dédiée à ça, mais rentre dans les critères de chauffage d'une maison autonome. Suivant le type de cuisinière, il en existe aussi avec utilisation de gaz, ce qui permet d'éviter d'allumer l'insert de celui-ci. Mais si par exemple, la maison possède une cuisine fermée, à l'autre bout du poêle par exemple, mettre ce genre de système peut servir en hiver, quand les températures sont négatives.



➤ La chaudière à flamme inversée

Assez peu connue du marché, mais pourtant avec un principe très simple, elle commence à s'imposer au niveau du chauffage d'une habitation. Elle a un rendement de 86% ce qui est comparativement excellent ! Elle permet de chauffer un ballon d'eau chaude, et un chauffage au sol par exemple avec une consommation de bois à l'année de 11m³ ! Et elle consomme en électricité juste de quoi faire fonctionner le circulateur, donc une consommation infime (25 à 75 W)



Dans ces quelques exemples, nous n'avons vu que certains systèmes, et pas la totalité, car il en existe un large éventail. Ces systèmes sont conseillés pour des maisons autonomes où qu'elles soient. Toutes rentrent dans un compromis écologique/économique, ce qui peut être bénéfique pour des personnes ou familles voulant devenir autonomes énergétiquement, mais sans avoir trop à investir

B/ Solutions de systèmes d'une maison autonome en montagne

A partir de ces propositions, nous allons vous présenter lesquelles nous allons retenir. Il faut remettre en place le contexte, nous devons répondre au besoin énergétique d'une maison autonome en montagne, et pour cela, il faut surveiller aussi le coût des équipements et de leur encombrement.

Tout d'abord, vivre isolé en montagne a aussi ses inconvénients, car si un système tombe en panne, et que aucun autre peut en assurer la relève temporairement, cela peut-être dur à vivre. Le conseil, est de faire marcher la production par bi systèmes : mise en place de deux systèmes complémentaires permettant d'assurer la production. Ainsi, par exemple, si la turbine gèle, ou que l'eau dans le tuyau gèle, les panneaux solaires seront en mesure d'assurer la relève énergétique.

Par conséquent, pour une maison en montagne, voulant être autonome, il est plutôt conseillé d'opter pour la turbine et les panneaux solaires, car si la maison, est située à un endroit isolé, comme à flanc de montagne, et que le vent n'est pas assez présent, la production ne pourra pas être assurée. Cependant, en montagne, les sources d'eau sont nombreuses, donc utiliser cette ressource naturelle, pour ensuite la restituer dans un ruisseau existant, n'impacte en aucun cas la nature. Pour le chauffage, il est utile de mettre le chauffage au gaz, en l'alimentant avec le gaz pour dépanner, mais la cheminée, avec les pièces ouvertes est entièrement suffisant si le système est bien pensé.

III/ Cas d'une grange autonome en montagne

Dans le cadre de ce projet tutoré nous avons visité une grange autonome en énergie en montagne. Cette grange nommée la « Grange Foraine » se situe à 1200 m d'altitude, au-dessus du village de Lesponne. Les propriétaires, Frédéric Lombard et sa compagne, nous ont accueillis avec grand plaisir et nous ont expliqués tous les fonctionnements de leur grange autonome en énergie.

Tout d'abord, les granges dites « foraine » étaient utilisées par les bergers pour stocker principalement les foin et comme abri pour le bétail. La localisation de ce type de grange était entièrement réfléchi afin de pallier aux contraintes naturelles de la montagne. En effet les bergers l'ont implantée de façon à ce qu'il n'y ai pas de forte exposition au vent et aux avalanches. Par ailleurs elle dispose d'une source d'eau à proximité, rendant accessibles l'alimentation en eau pour le bétail et les bergers. Elle est également encerclée par des parcelles (deux hectares), point positif pour faire les foin en été.

D'autre part, au niveau constructif, les murs étaient en pierres et terre avec des joints à la chaux, une toiture en ardoise, aucunes fondations, aucune dalle au sol. Il y avait seulement des ouvertures sur les murs pignons qui servaient de passage aux vaches.

D'après Frédéric Lombard « *pour avoir une maison autonome il faut être autonome soit même* »

A/ Un bilan énergétique annuel pour choisir les systèmes

Afin de déterminer quels systèmes choisir il est nécessaire en premier temps de prévoir la consommation énergétique annuelle aux différentes périodes de l'année.

Pour cela Frédéric lombard et sa compagne ont employés diverses méthodes :

- Etablissement d'un bilan énergétique annuel pour 2 personnes.
- Utilisation de l'application « Sun tracking » permettant de déterminer la position du soleil à chaque instant de la journée et ainsi permet de trouver une position qui maximise le taux d'ensoleillement dans la journée et ainsi économiser au mieux l'énergie.
- Détermination des moments de sécheresse durant l'année : si la source est asséchée, il faut un autre système de secours.

B /Liste de systèmes utilisés:

Photographie de Leyté

➤ Système hydraulique :

L'eau provient d'un point de source communal d'un dénivelé de 40 m en amont. Celle-ci passe d'abord dans la grange par le biais d'une ouverture afin de préserver la fraîcheur au sein d'un placard qui fait office de réfrigérateur (le Leyté).

Cours d'eau

NB : Aucunes modifications du cours d'eau, il s'agissait du même système à l'époque.

L'eau est redirigée vers l'extérieur et est envoyée via une conduite de 40mm de diamètre vers une turbine hydroélectrique de modèle Pelton de la marque PowerSpout en contre bas.

Photographie de la turbine

Eau en provenance de la source

Turbine de type Pelton

Vanne

La hauteur de chute de l'eau est de 40m, ainsi la pression est suffisante pour faire tourner la turbine (énergie cinétique). La turbine est reliée à un générateur (énergie mécanique), qui est lui-même

relié à un transformateur produisant l'électricité. La turbine permet de fournir 225 W/h pour 1l/s en moyenne. Le surplus d'énergie permet de recharger les deux batteries de 130 ampères (A) sous 24 volts (V). L'eau reprend son cours habituel.

Inconvénients : Lors des périodes de sécheresse de la source (étiage), le mois de septembre généralement, il n'y a aucune production d'électricité. La turbine fonctionne donc onze mois par an. C'est la raison pour laquelle un autre dispositif de secours a été mis en place : des panneaux photovoltaïques.

➤ **Panneaux photovoltaïques :**

Il s'agit de panneaux photovoltaïques composés de cellules amorphes (cellules solaires qui, pour la plupart du temps sont utilisées pour la fabrication des calculatrices, montres, etc.) et d'une couche monocristalline. Ces types de panneaux sont conçus pour qu'ils fonctionnent également avec peu d'intensité lumineuse. Ils sont fixés, ils ne peuvent pas pivoter pour suivre le soleil. Ils produisent 480W/h sous 24V et permettent de maintenir chargé les deux batteries.



Photographie des panneaux photovoltaïques

Inconvénient : lorsque qu'il n'y a pas de soleil, ils ne fonctionnent pas.

➤ **Luminosité :**

Comme nous avons pu le dire précédemment, la grange n'avait aucune ouverture hormis au niveau des murs pignons. C'est la raison pour laquelle les propriétaires ont créés des ouvertures et ont mis en place une porte fenêtre et une fenêtre en double vitrage au niveau de la façade sud afin de maximiser la luminosité liée au soleil.

➤ **Chauffage :**

Un poêle avec tirage d'air a été installé, qui est alimenté par des bûches de bois.

NB : Lors de la rénovation, les propriétaires ont préférés garder le charme de l'ancien avec les pierres apparentes, aucune isolation n'a été ajoutée. Cela engendre une grande perte de chaleur au niveau des murs qui sont constitués principalement de pierres avec des joints à la chaux. De plus il n'y a aucune cloison au niveau du rez de chaussée, donc une grande superficie à chauffer. Il faut donc chauffer plus par le biais du poêle à bois durant l'hiver. Parallèlement pendant les périodes plus douces (été), les bâtisses anciennes, comme cette grange, gardent, la fraîcheur.



Photographie du poêle à bois

➤ **Chauffage de l'eau chaude :**

L'alimentation en eau chaude est possible grâce au chauffe-eau en « gaz bouteille ». Leur objectif est de s'en séparer avec la création d'un chauffe-eau électrique à résistance chauffante qui sera alimentée avec le surplus d'énergie produit par la turbine.

➤ **Cuisinière alimentée par du gaz en bouteille ou du bois :**

La cuisinière permet de pouvoir préparer des petits plats, et de pouvoir chauffer aussi la pièce dans laquelle elle se situe.

➤ **Contrôleur :**

Ce dispositif sert à surveiller la consommation d'énergie au moment même et évite le survoltage.

NB : Les propriétaires font toujours en sorte qu'il reste 80% d'énergie dans leurs batteries. En effet si des problèmes dans leurs systèmes se produisent, ils leurs resteront de l'énergie pendant quelques jours (maximum 3 jours).



Photographie du contrôleur

IV/ Comparaison d'investissement d'une maison « traditionnelle » par rapport à une maison autonome

A première vue cette question paraît banale. Il ne faut pas s'arrêter au premier degré et répondre un prix directement. Il faut appréhender les nombreux aspects de la question.

Tout d'abord il faut comprendre que l'argent est présent dans toutes les actions que nous entreprenons. De nos jours c'est le seul moyen d'échange courant dans la société. Une société où la monnaie est le principal intérêt, pour la majorité. Elle a donc des dimensions sociales, politiques, psychologiques, juridiques et économiques. En conséquences lorsqu'on crée, que l'on bâtit son habitation, il faut tenir compte de tous les aspects financiers, de tous les points qui sont abordés pour ne rien négliger et économiser le plus possible.

Dans ce point de vue il faut se poser la question, qu'est ce qui est le plus avantageux économiquement ?

Prenons l'exemple d'une maison rénovée autour de Tarbes ayant les mêmes dimensions que notre exemple et les mêmes investissements, soit 45 000€ pour l'achat de l'existant plus un terrain de deux hectares et 30 000€ de rénovations.

A ceci il faudra ajouter les frais d'électricité destinés à l'énergie utilisé dans cette nouvelle habitation. La consommation en énergie d'une habitation de ce style, avec une consommation assez basse, de 100m², est située autour de 6000kWh annuellement. Sachant que le prix du kWh est de 0,1449 € TTC (2017), le coût annuel en électricité est d'environ 870€.

Au total il faudra déboursier 75 000€ avec 870€ chaque année.

Notre cas de maison autonome en énergie a également déboursé 75 000€ d'investissement pour le terrain et l'habitation, auquel il fallait ajouter 4000 € d'installations techniques permettant un système énergétique autonome.

$\frac{4000}{870} = 4,6$. Pour cette grange autonome on peut dire que ce système devient rentable au bout de la 5^e année facturée.

Cependant ce n'est pas le seul facteur à prendre en compte. Effectuer des travaux en montagne à un coût. Faire venir les matériaux a été pour cette rénovation le plus gros problème sachant que l'on ne peut pas y accéder en voiture et encore moins en camion. Il a donc fallu les apporter le plus près possible. « Le plus près possible » est quand même assez loin de tous les magasins de bricolages ou de matériaux. Cela implique un coût de transport non négligeable dans l'équation. Les propriétaires ont dû effectuer tous les travaux eux même car payer un professionnel serait hors de prix dans un endroit comme celui-ci.

Parallèlement, le prix n'est pas forcément la seule composante à envisager. Pour les travaux de cette grange nous avons abordé le problème de l'accessibilité du côté économique. Mais d'un point de vue moral ce chantier est un des plus durs. Il y a eu plusieurs années de travaux mais à 1200 m d'altitude en hiver il neige il fait extrêmement froid et les conditions de travail sont très dures voire impossibles. On ne peut donc pas

travailler par tous les temps. Quand nous avons visité ce lieu, le propriétaire est venu nous chercher en 4x4 au village. Nous nous sommes ensuite garés un peu plus loin car comme nous avons pu le constater, l'accès en véhicule est impossible. Après cela nous avons marché jusqu'à la grange environ 15min. Ce qui veut dire que pour apporter les outils, les matériaux (etc.), ils ont dû effectuer les mêmes trajets, chargés de tout ce qu'ils pouvaient.

Conclusion général :

En conclusion, rénover une grange en montagne ou même bâtir un bâtiment en montagne est beaucoup plus dur physiquement et financièrement que dans une zone non montagneuse. Divers systèmes sont à la disposition pour concevoir une maison 100% autonome en énergie. Cependant, dans une localisation montagneuse, il faut choisir des dispositifs permettant de pallier au mieux les contraintes environnantes (météo, difficulté d'accès, etc.), qui s'adaptent aux atouts du secteur, qui auront le coût le plus avantageux à long terme, tout en respectant les normes environnementales. C'est la raison pour laquelle chaque maison autonome en montagne n'aura pas forcément les mêmes dispositifs mis en place.

Ce projet nous a apporté beaucoup au niveau du travail d'autonomie de groupe. La cohésion de notre groupe nous a permis de fournir un travail régulier tout au long des heures allouées à ce projet. De plus le sujet que nous avons développé est actuel, il représente un des thèmes de développement durable actuels, c'est l'un des aspects intéressants. Par ailleurs la visite de la grange autonome nous a donné la possibilité de mieux aborder, appréhender, comprendre et traiter le projet.

Sources :

<http://www.les-cabanes.com/autonomie-de-la-cabane-eau-electricite-chauffage-confort.html>

<http://www.immobilierecologique.fr/post/2010/04/10/Achat-maison-autonome-%C3%A9cologique-%C3%A0-vendre-en-montagne-estives>

http://immobilier.lefigaro.fr/article/une-micro-maison-entierement-autonome_49aa7cf6-0859-11e5-b3e9-29fbf0bd3cfd/

<http://www.pierreetterre.org/contacts/>

<https://nature-construction.com/carnet-de-voyage/france/une-maison-autonome-et-sans-factures/>

<http://bcecolo.blogspot.fr/2014/05/bce-vers-la-construction-de-maison.html>

<https://nature-construction.com/carnet-de-voyage/france/une-maison-autonome-et-sans-factures/>

<http://www.eautarcie.org/index-fr.html>

<https://grangeforaine.com/> (site de la grange foraine visité pour le PTUT)

http://www.habiter-autrement.org/12.energies/01_ener.htm

<https://www.bastamag.net/La-maison-autonome-ou-comment>

<http://www.energiesdouce.com/content/8-conseils-en-energies-renouvelables-panneau-solaire-eolienne-batterie-solaire-lampadaire>