



1

Le Gabion est une association loi 1901 créée en 1993 par Richard et Liliane Lacortiglia. Depuis sa création, l'objectif du Gabion est de prendre en compte les dimensions humaines et environnementales dans l'acte de bâtir.

En 2002, le bail locatif de l'association prenant fin, le Gabion devait quitter ses locaux. Un particulier avait légué à la commune d'Embrun une propriété de 11 hectares. Le Gabion a soumis un dossier de présentation du projet à la liste électorale. Madame Le maire, venant d'être élue, a cédé à l'association un bail emphytéotique d'une partie de cette parcelle, 6000 m², abritant un manoir et la possibilité de construire.

Le bâtiment a été conçu pour être réalisé en tant que « chantier école » et servir de support pédagogique aux différentes formations orientées autour de la conservation du patrimoine, la construction en matériaux naturels et l'expérimentation. La construction a commencé en 2005 et sera inaugurée en octobre 2013, l'occasion de fêter les 20 ans du Gabion (1).

- ↳ Matériaux naturels et locaux
- ↳ Formation
- ↳ Social
- ↳ Confort thermique
- ↳ Expérimentation
- ↳ Bottes de paille de blé
- ↳ Enduits

Fiche d'identité

- **Programme** : Au RdC, un atelier de menuiserie de 200 m². Au R+1, 150 m² de salles de cours et au R+2 un espace encore vacant.
- **Adresse** : Le pont neuf - 05200 Embrun.
- **Maître d'ouvrage** : Association Le Gabion. 04 92 43 89 66.
- **Contact** : M. Limousin, Directeur des travaux.
- **Permis de construire** : Mars 2005.
- **Réception des travaux** : Été 2013.
- **Reconnaisances** : Aucune
- **Aides financières** : Région PACA (majoritairement), Europe, Conseil Général

Acteurs

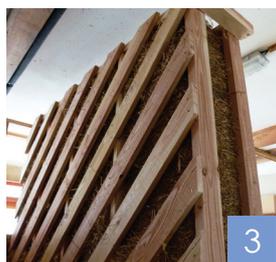
MISSION	NOM	COORDONNEES
Maitrise d'œuvre	Les Pressés de la Cité	38250 Villard-de-Lans m.ruchon@sfr.fr
BE Structure	Gaujard technooie SCOP	84000 Avignon 04.90.86.16.96 / contact@bet-gaujard.com
BE thermique	ADRET	05200 Embrun 04.92.43.10.29 / embrun@adret.net
Fournisseurs de paille	M. Liotard	13130 Berre-l'Étang 04.42.85.33.18
Fournisseur de bois brut	Scierie Mostachetti	05200 Embrun 04.92.43.00.23 / florence.mostachetti@neuf.fr

Chiffres clés

SHON	550 m ² SHON
Coût total TTC	Coût total : 700 000 € soit 1272 € / m ² SHON (Comprenant les matériaux et les salaires du personnel encadrant)
Altitude et zone climatique	800 mètres // zone H1c
Consommation énergétique prévisionnelle - CEP -	CEP _{Projet} = 50 Kwhep/m ² /an
Déperdition thermique totale Ubat	Ubat non calculé
Étanchéité à l'air	Non mesurée

Choix constructifs

DÉSIGNATION	DESCRIPTION	COEFF. DE TRANSMISSION U
Charpente/Couverture	Fermacell en sous face des pannes (joint entre les plaques avec de la moquette de récupération) + isolation en paille + couverture en bardeaux de mélèze.	$U_p \approx 0.15 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$
Murs/Enveloppe	Ossature poteaux poutres en mélèze avec murs rideaux bois paille. Enduit extérieur terre plâtre, voliges ajourées horizontalement, bottes de paille (47 cm * 37 cm * 100 cm) posées horizontalement au RdC et verticalement au R+1 / R+2, poutre-caisson, voliges ajourées obliques, enduit intérieur terre plâtre. Mur de soubassement en pierre et isolation en liège.	$U_p \approx 0.15 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ $U_p \approx 0.23 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$
	Plancher bas sur terre-plein	Hérisson de 20 cm en galet de la Durance, dalle de terre battue, chape de chaux (80 % chaux et 20 % de ciment).
Plancher intermédiaire	Plancher collaborant bois / béton au R+1 : -Poutres brochées par entailles tiges filetées, plaques de plâtre en sous-face, isolant en paille entre solive bois et dalle de compression en béton + plancher bois avec réseau chauffant et pouzzolane. Planchers au R+2 : -Poutres et lambourdes bois avec un OSB + BA13 coupe-feu + isolant phonique + OSB + revêtement type lino.	$U_p \approx 0.20 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$
Menuiseries extérieures	Menuiseries en mélèze réalisées sur place. Double vitrage 4 / 6 / 4 fixe au nord et double vitrage argon pour les autres.	$U_w \approx 1.5 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$
Finitions	Revêtement mur et plafond : -Enduits plâtre et terre plâtre extérieur et intérieur avec finition badigeon de chaux. -Plusieurs revêtements de l'isolant bottes de paille sur le toit on été testés par ordre chronologique : enduit Terre, enduit Terre plâtre, enduit plâtre puis plaque de Fermacell.	



Systèmes techniques

DÉSIGNATION	DESCRIPTION	UISS. NOMINALE
Chauffage	Murs et planchers chauffants solaires (24 panneaux solaires) Appoint poêle à granulés aux étages et chaudière électrique au RdC.	
Eau chaude sanitaire	Eau chaude solaire + appoint électrique.	
Ventilation	Ventilation naturelle.	
Rafraîchissement	Ventilation naturelle.	

Contexte pré-opérationnel

- **Descriptif du projet** : L'idée de départ était de concevoir un bâtiment qui serve de support à l'équipe en emplois aidés et d'outil pédagogique pour les formations pendant sa construction. Cependant, l'association à tout de suite abandonné la formation. Il a fallu faire un choix entre « former » et « construire » puisque des problèmes de phasage sont apparus. La formation devenait peu pédagogique. L'objectif principal de ce projet a été de servir de support à l'insertion sociale sur une longue période prévue initialement sur 6 ans de construction et de permettre des expérimentations afin de démontrer le potentiel inexploité des matériaux naturels et locaux. Le bâtiment sert aujourd'hui de lieu de formation à l'éco-construction.
- **Programmation** : Un travail de préparation a été réalisé tout au long de l'année 2002. Un groupe de travail s'est réuni sous la conduite de l'architecte du projet Marcel Ruchon afin de définir un cahier des charges.
- **Conception /architecture** : Un petit bâtiment de 45 m², appelé la Paillotte, a précédé la construction du bâtiment expérimental pour tester différentes techniques. Le souhait premier de l'association était de construire un bâtiment avec l'architecture de « cueillette ». Cela consiste à prélever des matériaux dans l'environnement immédiat comme par exemple l'ossature bois en mélèze et l'isolation en paille (6). Aussi, la sobriété et la simplicité des équipements techniques étaient recherchées.
- **Évolution du projet** : L'agencement initial du bâtiment était de 200 m² au sol comprenant un atelier de menuiserie en rez-de-chaussée, un rangement de matériel de chantier de 75 m² et un hébergement stagiaires de 150 m² à l'étage. Finalement le besoin d'espace pour la formation a conduit à l'abandon de la partie hébergement pour dédier cette surface à des salles de cours. Un gîte situé à proximité peut accueillir les stagiaires de courte ou longue période. L'évolution du projet, en cours de chantier a conduit à l'ajout d'un étage supplémentaire. La construction du bâtiment expérimental est un projet très évolutif. Le changement de destination et de plans en phase construction n'a pas facilité la coordination et la mise en œuvre notamment pour joindre les différents éléments constitutifs de la toiture.
- **Auto-construction**: L'association du Gabion a construit l'intégralité du bâtiment, par l'intermédiaire de personnes en contrats aidés, encadrées par du personnel salarié de l'association. Il a d'abord été construit « en tranche » pour réaliser plusieurs cycles de formations (ex : fondations réalisées en trois fois). Ce système a fait ralentir la construction. La décision a été prise, une fois le rez-de-chaussée terminé, de segmenter les travaux par étages.



Territoire et site

- Le département des Hautes-Alpes est le troisième plus petit de France. La commune d'Embrun recense 6500 habitants et est le moteur économique du secteur. Ce lieu touristique compte près de 70 % de logement secondaires, expliquant le coût élevé de la vie. L'embrunais, territoire rural et de montagnes, est soumis à un climat difficile, avec du gel nocturne de novembre à mars.
- **Insertion du bâtiment dans son environnement immédiat** : Lors du dépôt du permis de construire, la parcelle n'était pas soumise au plan d'occupation des sols, évitant ainsi des contraintes architecturales. La zone constructible de la parcelle était assez restreinte et a conditionné l'implantation du bâtiment, orienté Est-Ouest (7). Le masque solaire à l'est, créé par la montagne, n'a donc pas pu être épargné.
- **Transport** : Embrun dispose d'une gare, mais cette ville enclavée, en fond de vallée, propose un réseau de transport en commun restreint.



- **Conception bioclimatique** : La compacité du bâtiment (8) réduit les sources de déperditions. L'inertie est apportée par la dalle en terre battue et certains murs en béton au RdC, la dalle en béton au R+1, les cloisons en brique de terre et les enduits muraux en terre/plâtre du côté intérieur et extérieur. Ainsi, la classe d'inertie du RdC est lourde et celle du R+1 et R+2 est moyenne. La surface vitrée a été calculée de sorte à favoriser les apports solaires passifs.
- **Ressources du site et du territoire** : La construction de ce bâtiment a eu un impact local direct, notamment avec deux entreprises spécialisées dans la construction en paille, installées à Embrun. La richesse du territoire en matières premières, a permis d'obtenir la quasi-totalité des matériaux nécessaires à la construction de ce bâtiment.

Matériaux et chantier

- **Choix des matériaux** : La priorité est d'utiliser des matériaux non manufacturés, locaux (dans un secteur de 10 km) et abondants ou d'origine renouvelable. De ce fait, tous les matériaux de construction respectent ces engagements y compris les portes et les fenêtres qui sont fabriquées avec du bois récupéré sur place. L'idée initiale était d'isoler la toiture avec 25 cm de laine de mouton vierge. Cependant, le retour d'expériences sur ce type d'isolation a fait apparaître des problèmes de mites. Le choix d'isoler en bottes de paille (deux bottes superposées soit 45 cm) a été privilégié.
- **Technique de mise en œuvre** : Les systèmes constructifs utilisés s'appuient sur le savoir-faire plutôt que sur la facilité de mise en œuvre de matériaux industriels. C'est pourquoi, pour une même résistance mécanique, des poutres brochées en bois massif (9) ont été préférées à des poutres en lamellé collé. Le point atypique des cloisons « chauffantes » en briques de terre comprimées (2) est de laisser, à l'extrémité du mur, une brique sur deux creuse afin de faciliter le cheminement de la gaine en bout de mur (courbure).
- **Gestion des nuisances** : Puisque tous les matériaux utilisés sont naturels et sains, aucune nuisance environnementale n'a été induite par la construction de ce bâtiment. Étant en site isolé, aucune mesure spécifique n'a été prise pour limiter les nuisances envers le voisinage. La présence d'une ligne haute tension a rendu le montage à la grue impossible pour tout le côté est. La sécurité incendie en phase chantier était difficile à respecter avec l'ossature bois isolée par de la paille d'autant plus que c'est un bâtiment recevant du public.
- **La flexibilité vis-à-vis des évolutions d'usage** : La grande surface du RdC peut facilement être aménagée suivant l'évolution des formations dispensées par l'association. La destination du deuxième étage n'est pas encore tout à fait définie (5).
- **Démarches innovantes** : Les essais d'enduits terre plâtre et plâtre, réalisés avec l'École Nationale des Ponts et Chaussées et l'entreprise Vieujot, ont montrés leur potentiel concernant le bilan énergétique (2/3 de terre du site et 1/3 de plâtre gros ou plâtre seul).
Aussi, Le plancher collaborant bois / béton permet une utilisation massive du bois et une utilisation minimale du béton, tout en conservant les qualités mécaniques, acoustiques et thermiques d'un plancher 100 % béton. Deux autres avantages non négligeables de ce type de plancher sont les grandes portées possibles (plus de 10 m), le poids relativement léger et la facilité de passage des réseaux. Le béton participe au contreventement et à la reprise de charges en compression, il permet donc de diminuer les sections de bois.



9

Énergie et Déchets



10

- **Chauffage** : Malgré des températures froides la majeure partie de l'année, le département des Hautes Alpes est très ensoleillé. Ainsi, vingt-quatre panneaux solaires thermiques (10), inclinés à 60° pour éviter les surchauffes en été et valoriser les apports solaires hivernaux, produisent l'énergie principale de chauffage du bâtiment et l'eau chaude. Ils sont posés au sol, orientés au sud, et non pas sur la toiture car cette dernière est orientée est-ouest. L'appoint se fait par des poêles à granulés aux étages et une chaudière électrique au RdC.
- **Eau chaude sanitaire** : L'eau chaude sanitaire est produite par les panneaux solaires et par l'appoint électrique du ballon.
- **Rafraîchissement** : Aucun système de rafraîchissement n'est prévu hormis la surventilation naturelle. Les panneaux solaires thermiques peuvent également servir au rafraîchissement des murs et planchers puisque les nuits sont très fraîches dans la région.
- **Réduction des consommations d'énergies** : L'isolation en liège en périphérie de la dalle du RdC ainsi que l'isolation des murs par de la paille limitent les déperditions. L'inertie permet de conserver puis de restituer la chaleur. Enfin, les deux couches d'enduits (extérieur et intérieur) et la position des menuiseries au nu extérieur évitant les fuites d'air au niveau des tableaux de fenêtres, participent à l'étanchéité à l'air du bâtiment. Toutes ces mesures tendent à réduire les consommations énergétiques.
- **Maintenance, entretien, métrologie** : Le bâtiment va être équipé, en 2013, d'appareils de mesure en partenariat avec l'Association pour la Promotion des Energies Renouvelables - PPER -. Les données obtenues serviront de support pédagogique pour la formation relative à la thermique du bâtiment.



11

Gestion de l'eau

- **Gestion de l'eau sur la parcelle** : Hormis la construction du bâtiment expérimental, la parcelle a été laissée vierge. La terre, en tant que surface perméable, permet à l'eau de s'infiltrer dans le sol et ainsi de réguler les quantités d'eau lors de fortes pluies.

- **Valorisation des eaux de récupération** : Une fosse de 6 m * 3 m * 2 m est présente sur la parcelle mais a fendu. L'association envisage de la réparer pour la récupération d'eau de pluie. L'association a réalisé, à des fins pédagogiques, une petite installation phytosanitaire afin de traiter les eaux grises du bâtiment la Paillotte. Aussi, Véolia a récemment construit une installation d'épuration par filtre pour pouvoir rejeter les eaux grises dans la Durance, dont celles du Gabion.
- **Eau et pathologie du bâtiment** : Un encorbellement est présent au-dessus du rez-de-chaussée (13). Inspiré des bâtiments à colombage, cette disposition constructive a pour but de préserver l'enduit du RdC en minimisant le ruissellement par temps de pluie. Le débord de toiture joue également ce rôle (13). Aussi, quand il pleut, l'argile gonfle, ce qui crée une couche étanche. Le mur de soubassement en pierre de pays permet de s'affranchir des risques liés à l'humidité du sol dans cette région soumise au dépôt de neige (11).

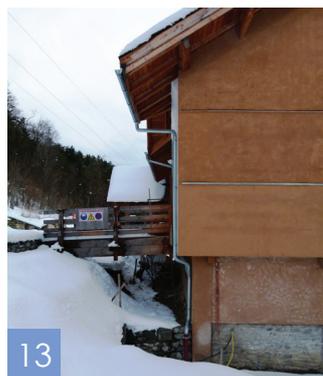
Confort et Santé

- **Confort hygrothermique** : L'inertie apportée par les différentes parois complétée par une isolation renforcée en paille ou liège (3 et 4) est un compromis pour conserver la chaleur et réchauffer assez rapidement le bâtiment. De plus la température ressentie avec les murs chauffants est environ supérieure de 5°C à la température réelle, ce qui permet d'abaisser la consigne de température.
- **Confort visuel** : La grande baie vitrée offre une vue sur Embrun et la montagne au sud et permet de bénéficier au maximum de la lumière naturelle (12).
- **Isolation acoustique** : Certaines cloisons sont en ossature bois avec remplissage en tampon de bottes de paille pour apporter une isolation phonique. Le plancher du R+2 est également conçu de sorte à limiter la transmission de bruit.
- **Convivialité, esthétique** : Les revêtements intérieurs ont tous été réalisés par des salariés en contrat aidé, novices en la matière. Pour homogénéiser l'aspect, une finition grattée a été choisie. Il en ressort des murs à l'apparence irrégulière, qui met en avant l'aspect expérimental de ce bâtiment.
- **Ventilation, qualité sanitaire** : L'association s'intéressera au comportement de la paille dans les murs (vie bactérienne dans les bottes de pailles) sachant que le taux d'humidité dans les salles de cours est souvent supérieur à la normale, du fait de la ventilation naturelle. En effet, en période hivernale, lorsque les fenêtres sont fermées, le taux de renouvellement d'air est alors insuffisant et le taux d'humidité augmente. Cependant, le taux d'humidité des murs en paille n'influe pas sur son pouvoir isolant, puisqu'à 100 % d'humidité, la paille perd seulement 5 % de sa capacité d'isolation. Si le besoin apparaît, une extraction asservie sur le taux de CO₂ sera installée.
- **Accessibilité physique** : La pente naturelle du terrain font que le rez-de-chaussée et le R+1 sont accessibles par des personnes à mobilité réduite (13).



Social et Économie

- **Concertation du public** : La construction de ce bâtiment expérimental a engendré la signature, par des embrunais, de près de 150 contrats aidés. Les deux tiers des personnes n'étaient pas formées aux métiers du bâtiment. Ils ont donc profité de cette opportunité pour acquérir de nouvelles compétences. Ces contrats sont destinés à tout type de publics, comme des chômeurs, des personnes en situation de handicap, des jeunes sans formation, des personnes sans emploi de longue durée. Les embrunais ont changé de regard sur les personnes en difficulté d'insertion, pour la plupart non qualifiées, grâce aux contrats aidés qui ont permis leur insertion parmi les actifs. Cependant, le projet n'a pas été bien perçu à son début, par les entreprises locales qui ont pu avoir un sentiment de concurrence déloyale vis-à-vis du travail fourni par toutes ces personnes au statut précaire. Le regard des entreprises a changé et l'association est devenu membre de la CAPEB.



- **Sensibilisation des usagers** : La construction du bâtiment est un projet support aux deux actions que sont le « social » et la « formation » et il est toujours actuellement un lieu de formation.
- **Vie du projet** : Depuis cinq ans, le bâtiment est très visité et suscite beaucoup d'intérêt. L'association peut ainsi sensibiliser, transmettre des informations sur la construction paille et plus généralement sur l'éco-construction à un large public. En plus de susciter des vocations, le Gabion a favorisé la création d'entreprises dans le domaine de l'éco-construction à travers toute la France.
- **Coût global / coût-bénéfices durables** : Aucun calcul concernant le coût global du projet n'a été réalisé. Cependant, les matériaux utilisés, naturels et non manufacturés, ainsi que le peu d'équipement techniques installés limitent les coûts de maintenance et garantissent la pérennité du projet.