

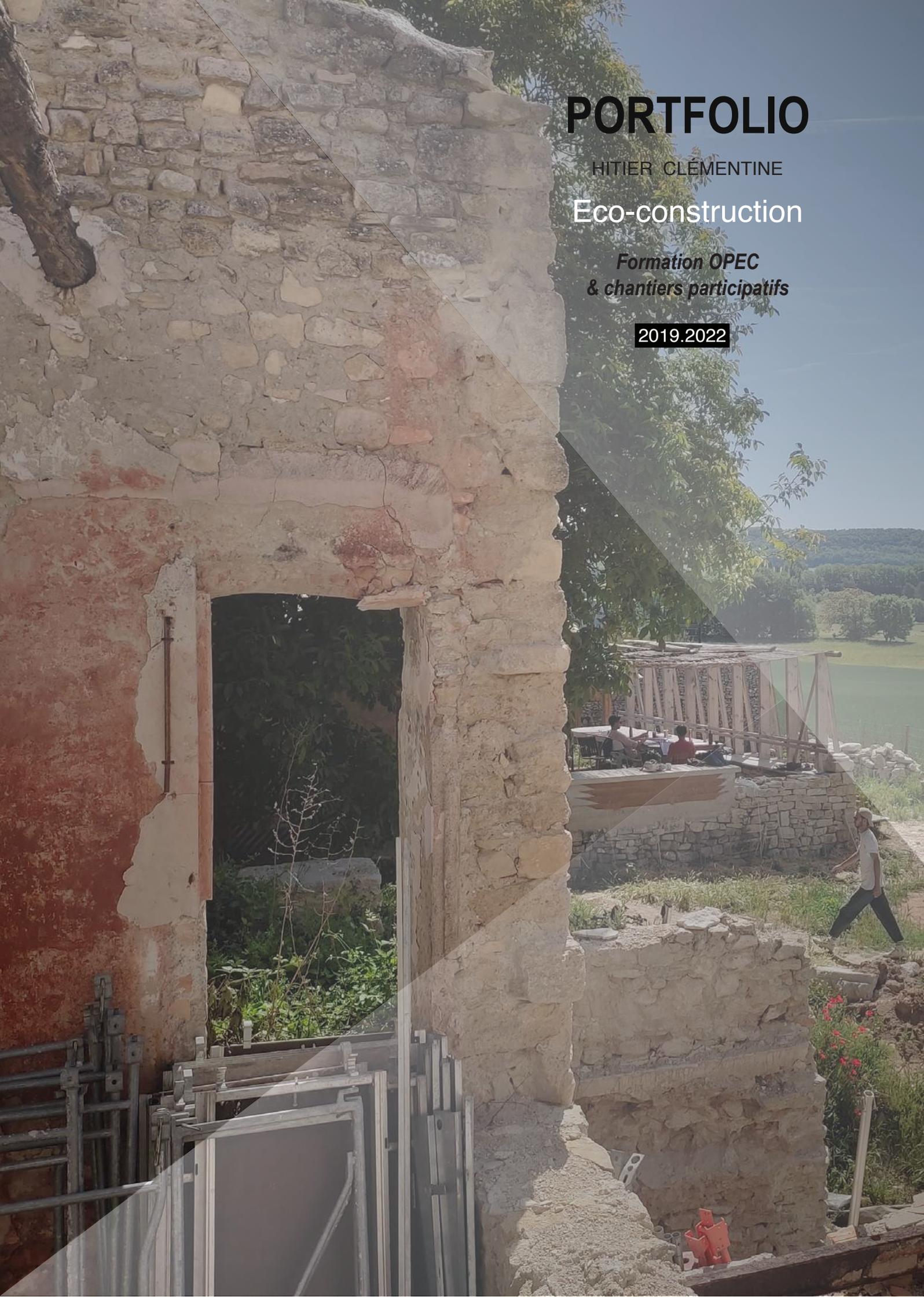
PORTFOLIO

HITIER CLÉMENTINE

Eco-construction

*Formation OPEC
& chantiers participatifs*

2019.2022



_ PROJETS EN ECO-CONSTRUCTION



CHANTIER PARTICIPATIF

Chantier remplissage paille GREB
chez Laurent à Beaugency



CHANTIER PARTICIPATIF

Chantier remplissage paille
chez Olivier à Gennes



CHANTIER PARTICIPATIF

Chantier enduit terre
chez Damien à La Brûlatte



CHANTIER PARTICIPATIF

Chantier soubassement en béton cyclopéen
chez Romain à Longuerue

FORMATION OPEC

« ouvrier professionnel en éco-construction »

Centre de formation le Gabion / Mane
Formation 9 mois

FICHE n°2. Identifier les conditions préalables et étapes de réalisation des fondations et drains périphériques

FICHE n°3. Identifier les matériaux et réaliser les dosages pour maçonner en terre crue

FICHE n°4. Fabrication d'une brique

FICHE n°5. Procédé mécanisé de projection de mélanges allégés

FICHE n°6. Mettre en oeuvre des boîtes de paille

FICHE n°7. Préparer des supports et des matières, produire et tester des mélanges, poser / dresser / réaliser / finition / parement



Chantiers participatifs

Expériences professionnelles / 2019

PRÉSENTATION DU CONCEPT D'UN CHANTIER PARTICIPATIF

Lors de l'exécution des travaux, que ce soit en neuf ou en rénovation, il est possible d'organiser des chantiers participatifs.

Il s'agit d'une activité du domaine privé, à vocation non commerciale, sur le thème de l'habitat, de petite à grande échelles, pour la maison ou le jardin dans un lieu où l'on trouve un organisateur, des participants et parfois un accompagnateur professionnel.

Les participants agissent de façon désintéressée et sans rémunération. Ils sont volontaires et ne sont soumis à aucune relation de subordination hiérarchique ni obligation de résultat.

Il peut être ponctuel, c'est-à-dire défini dans le temps (de 1 à 15 jours généralement) pour avancer sur un aspect bien défini d'un projet (ex : cloisons intérieures, pose de bottes de paille, enduit terre, etc.). Il constitue une étape du projet, ça peut être l'occasion d'accueillir un grand nombre de bénévoles sur quelques jours.

Organiser un chantier participatif implique un grand investissement, tant sur l'accueil des bénévoles que sur l'organisation du travail sur le chantier. Il est conseillé de prendre le temps de bien se préparer avant d'accueillir des bénévoles chez soi.

Le site « twiza » met en relation les particuliers qui proposent leur projet et les bénévoles qui ont un visuel de tous les chantiers participatifs présents en France. Cette plateforme soutient les projets d'éco-construction.

Une construction durable est la création, la restauration, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment en lui permettant de respecter au mieux l'écologie à chaque étape de la construction, et plus tard, de son utilisation (chauffage, consommation d'énergie, rejet des divers flux : eau, déchets). Cette notion, apparue à la fin des années 1940 cherche aussi à intégrer le plus respectueusement possible le bâti dans le milieu naturel en utilisant au mieux des ressources peu transformées, locales, saines, et dans le milieu urbain, de travail ou rural en favorisant les liens sociaux.

CRITIQUE ET RÔLE AU SEIN DES CHANTIERS

Mon expérience professionnelle de ses dernières années est liée au travail en agences d'architecture traditionnelles, c'est-à-dire, un rapport quotidien avec les promoteurs sur des projets de moyenne et grande échelles sur des phases de conception allant de l'esquisse du concours à la phase APD. Ma connaissance technique dans le bâtiment est limitée puisque je n'ai pas pratiqué les phases avancées de projet, telles que le PRO et le DCE, ni même le chantier. Ce sont des aspects du projet architectural qui manquent à mon cursus professionnel et à mon désir de comprendre le métier d'architecte dans sa concrétisation et sa globalité.

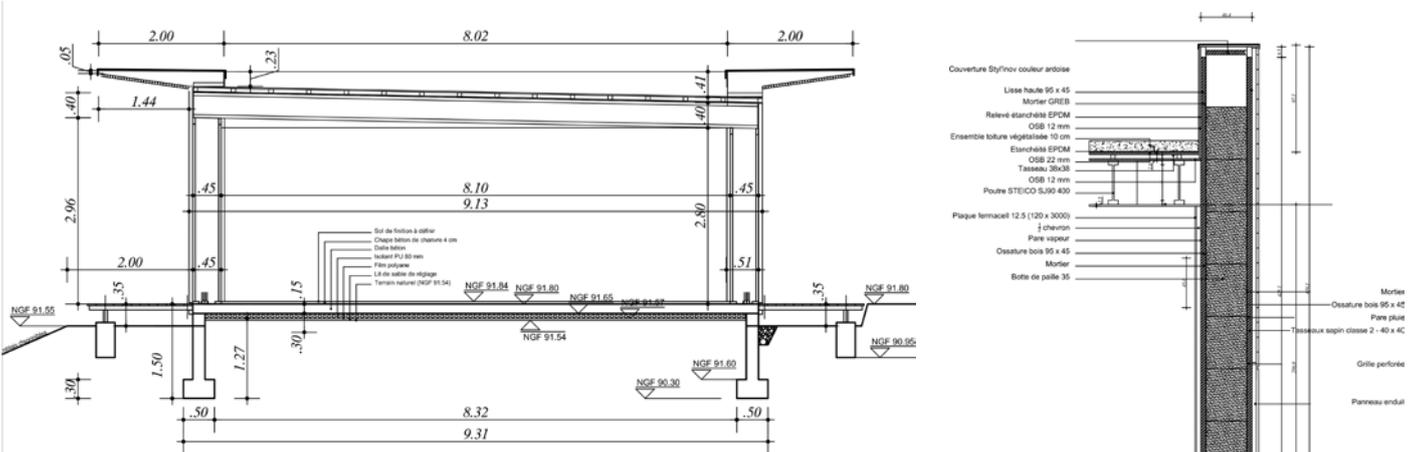
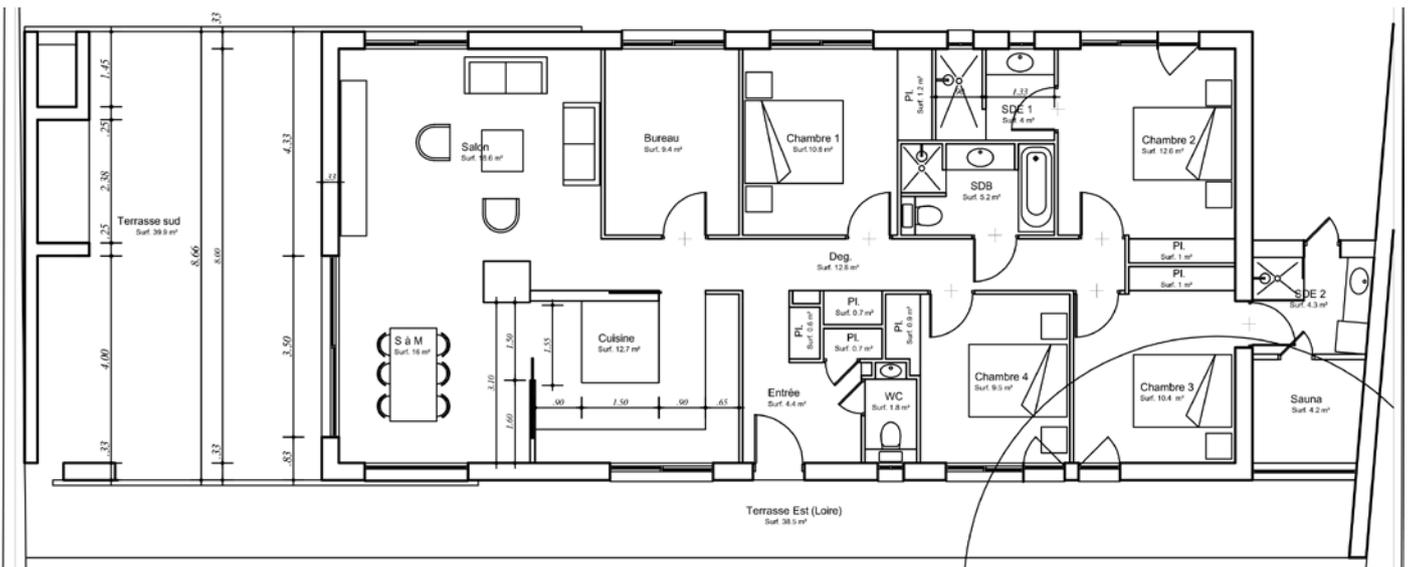
J'ai donc décidé de prendre cette direction nouvelle en forçant les choses puisque les agences m'embauchent naturellement pour ce que je maîtrise. Ce projet de découverte du domaine du chantier a débuté par les chantiers participatifs en cette année 2019. Lié très étroitement à l'éco-construction, responsable de l'Environnement et de la Terre, cet aspect raisonné de la construction m'a paru un bon angle d'attaque pour apprendre la technicité d'un chantier. Le fait de participer en tant qu'ouvrière bénévole me semble également très intéressant afin de s'imprégner de la dureté du travail physique et de la qualité du travail de l'artisan (exemple d'encadrants en enduit terre sur un chantier en Mayenne). Une fois la tâche pratiquée, l'architecte peut dialoguer autrement avec l'artisan, l'entrepreneur, le bureau d'étude, l'utilisateur du futur projet. Cela me paraît fondamental. Ces quatre premières expériences de chantiers participatifs ont été très instructives, riches humainement et techniquement.

Economie circulaire / Modèle axé sur une absence de gaspillage et une augmentation de l'intensité de l'utilisation des ressources tout en diminuant les impacts environnementaux. On parle couramment des trois « R » qui résument les principes de l'économie circulaire : Réduire la consommation des ressources, Réutiliser et Recycler les matières et les produits.

Matériaux biosourcés / Issus de la biomasse d'origine animale ou végétale. Dans le bâtiment, les plus utilisés sont le bois, la paille, la chènevotte (chanvre), la ouate de cellulose, le liège, le lin et la laine de mouton. On parle parfois aussi de biomatériaux ou d'agro-ressources.

CHANTIER PARTICIPATIF Isolation paille selon la méthode GREB

Ouvrage : maison en neuf / Ouvrière bénévole / Propriétaire : Laurent / Baugency, Loiret / 2019



LIEU/ PROJET

Laurent, architecte et sa famille construisent une maison de plein-pied à toiture terrasse végétalisée de 150m² en auto-construction. Le chantier en lui-même s'inscrit dans la durée, douze mois environ. Il s'agit de la construction d'une maison bois et paille suivant la technique du GREB.

Les travaux de terrassement, de fondation et de gros œuvre ont été réalisés par des artisans professionnels. L'élévation de la structure bois et l'étanchéité de la toiture sont achevées.

PLANNING

Avril - Professionnels > terrassement

Mai - Réalisation des fondations et du gros œuvre

Juin / juillet - Élévation de la structure et étanchéité de la toiture

Août / Sept - Mise en paille et mortier

Sept / Oct - Pose des menuiseries

Novembre - Fin du clos couvert

Hiver- cloison, doublage, plafond, électricité, plomberie, peinture, finitions

DEROULEMENT DU CHANTIER

. Insertion de la botte de paille (37X47X-80cm) dans la double ossature bois. La tasser et rembourrer de paille les espaces vides entre bottes.

. Positionner des clous sur chaque section de bois permettant de guider les plaques de plastique qui permettent au mortier de s'insérer correctement dans la banche.

. Nettoyer la partie basse des surplus de paille afin que le mortier adhère.

. Disposer des feuilards entre chaque montant de l'ossature bois afin de conserver la distance prévue.

. Fixer la banche sur l'ossature bois.

. Couler le mortier (4 seaux de ciure, 3 seaux de sable, 1 seau de ciment, 1 seau de chaux). Le prévoir assez liquide pour une insertion aisée.

. Laisser sécher 12 à 24h, décoffrer et refaire toutes ces étapes pour la ligne/hauteur suivante.

OUTILS/MATERIELS/ EQUIPEMENTS

. bétonnière, seaux, truelle, taloche, visseuse à choc, perceuse, cloueur pneumatique, marteau, mètre à ruban 5/8m, scie crocodile, tiges métalliques, ficelles

. casque anti-bruit, masque de protection respiratoire, gants imperméables à la chaux, chaussures de sécurité



CHANTIER PARTICIPATIF

Isolation paille dans une ossature en bois préfabriqué en atelier

Ouvrage : maison en neuf / Ouvrière bénévole / Propriétaire : Olivier / Gennes, Maine-et-Loire / 2019

LIEU /PROJET

Olivier et sa famille construisent une maison en partie à l'aide d'entrepreneurs et en partie en auto-construction.

La conception s'est faite en grande partie avec la « Courte échelle » (SCOP de 5 salariés associés) qui a conseillé son client, Olivier dès le début du projet. Il s'agit de l'extension en module ossature bois d'un rdc maçonné existant. L'extension est légèrement plus large que son rdc, le solivage bois est fixé par des poutrelles en I métalliques (dessinées, commandées et posées par le client qui est artisan métallier).

Les murs ossature bois sont transportés vers le lieu du projet par camion, levés et assemblés le même jour. L'isolation thermique des murs est faite en atelier en laine de bois pour les parties inaccessible après montage, pour les murs par des bottes de paille et pour la toiture, en ouate de cellulose insufflée entre les chevrons porteurs, le frein vapeur et les plaques de pavatex fixées sur les chevrons.

La préfabrication des modules se fait en atelier supervisé par Julien de la Courte échelle, accompagné par le client et de bénévoles en formation. La Courte échelle propose régulièrement à ces clients autoconstructeurs de participer à certaines parties du chantier. C'était d'ailleurs la demande du client: à la fois pour apprendre et aussi pour baisser la facture globale. La pose des bottes de paille est réalisée en chantier participatif supervisé par la Courte échelle.





PHASE LEVAGE/ASSEMBLAGE

Quatre jours ont été nécessaires au levage des modules et de la pose des trois fermes, aux finitions d'assemblages (fixations manquantes, lisse de chaînage), et à la pose des chevrons porteurs et des plaques de pavatex (panneaux de laine de bois haute densité).

DEROULEMENT DU CHANTIER PAILLE

- . L'agriculteur amène ses 250 bottes de paille par camion le matin
- . Déchargement des bottes de pailles au centre de volume du premier étage à l'aide d'Olivier, le propriétaire, des membres de Courte échelle et de la vingtaine de bénévoles présents
- . Explications des membres de Courte échelle dans le procédé à entreprendre pour la vérification des bottes de paille, à savoir leur taux d'humidité (inférieure à 20%), leur dimension, leur poids
- . Répartition des tâches entre différents groupes de personnes avec vérification des bottes de paille, redimensionnement à l'aide de scie crocodile et de tiges métalliques, intégration à l'intérieur de l'ossature bois à l'aide du persuadeur (privilégier les bottes de paille de grande dimension afin d'en mettre le moins d'élément possible ce qui facilite la main d'oeuvre)
- . Encastrer la botte de paille verticalement en partie basse, puis en partie haute et enfin en partie centrale, entre les deux bottes de paille déjà posées (un crick positionné entre les bottes de paille haute et basse peut aider à la compression afin d'encastrer la botte centrale)
- . Rebouchage des trous éventuels présents entre les bottes de paille une fois installées dans l'ossature bois avec de la paille compactée auparavant entre les mains
- . Utilisation de la laine de bois pour les parties non accessibles par une botte de paille



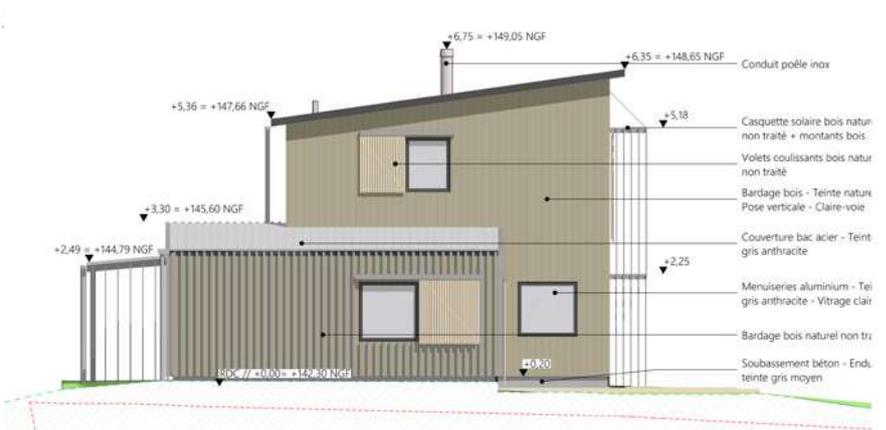
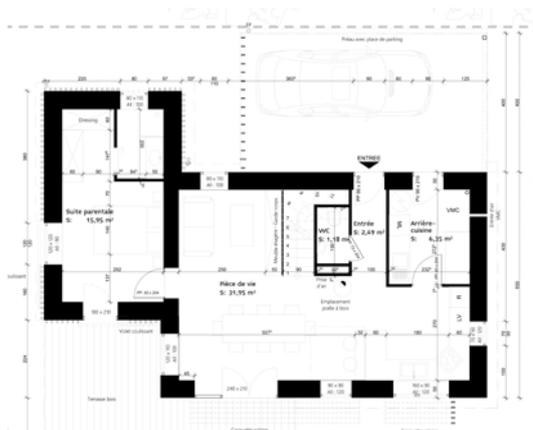
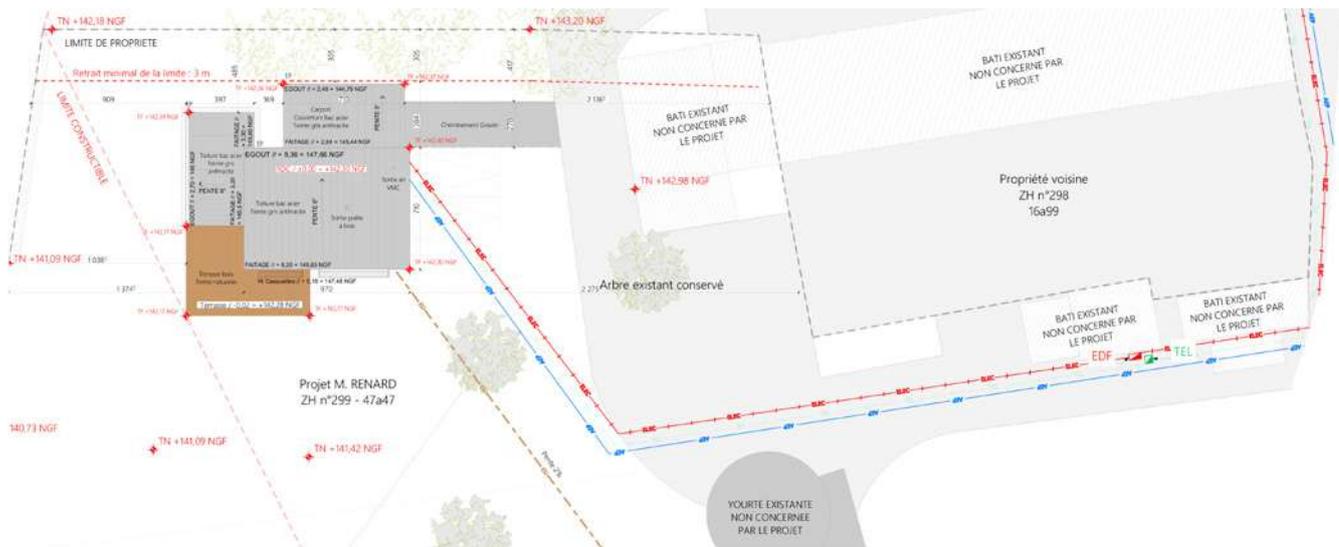
OUTILS/MATERIELS/ EQUIPEMENTS

- . échaffaudage, testeur d'humidité, ordinateur, mètre à ruban 5/8m, scie crocodile, tiges métalliques, ficelles, persuadeur, palettes de bois
- . casque anti-bruit, lunettes de protection, masque de protection respiratoire anti-poussière, gants, chaussures de sécurité

Photos du chantier

CHANTIER PARTICIPATIF Enduit de corps en terre

Ouvrage : maison en neuf / Ouvrière bénévole / Propriétaire : Damien / La Brûlatte, Mayenne / 2019



LIEU/ PROJET

Damien et sa famille construisent une maison d'environ 100m² sur deux niveaux avec une toiture monopente à l'aide d'artisans charpentier et maçon terre ainsi qu'en auto-construction avec la partie paille et enduit terre en chantier participatif. Ils vivent depuis quatre ans dans une yourte, installée sur le terrain.

Il s'agit de la construction d'une maison bois, paille, enduit terre et bardage en bois Douglas. Les travaux de terrassement, de fondation et de gros œuvre ont été réalisés par des artisans professionnels et par Damien, qui participe à toutes les phases du chantier. La fabrication en atelier des modules préfabriqués a été également effectuée, ainsi que le levage et l'assemblage déjà en place. L'élévation de la structure bois et l'étanchéité de la toiture sont achevées.

DEROULEMENT DU CHANTIER

. Préparation à la bétonnière de barbotine (mélange très fluide de terre argileuse, de paille et d'eau)

. Appliquer la barbotine sur l'isolant paille avec les mains en cherchant à imprégner en profondeur les bottes de paille. Passer d'abord de la barbotine avec le plat de la main puis avec les doigts tendus perpendiculaires à la botte. Chercher à l'imprégner dans une épaisseur de quelques centimètres. Elle constitue la couche d'accroche entre la paille et l'enduit de corps. Accentuer les «creux» pour ensuite les reboucher avec l'enduit de corps

. Préparation à la bétonnière de l'enduit de corps (mélange plus fibreux de terre argileuse, de paille, de sable, de chaux et d'eau qu'il est préférable de laisser reposer une nuit)

. Appliquer l'enduit de corps à la main. Le talocher du plus grossier au plus précis. Afin de veiller à la planéité et l'aplomb, il s'agit également de travailler avec des gestes amples, de vérifier la régularité à la règle métallique.

OUTILS/MATERIELS/ EQUIPEMENTS

. échaffaudage, bétonnière, tamis grossier, seaux, auges, tasseaux, règle, niveau, truelle, taloche

. casque anti-bruit, lunettes de protection, masque de protection respiratoire anti-poussière, gants imperméables à la chaux, chaussures de sécurité



Photos, plan général, coupe transversale, détail constructif . DOCUMENTS 10i2LA Architecture

CHANTIER PARTICIPATIF Soubassement en béton cyclopéen

Ouvrage : maison neuve / Ouvrière bénévole / Propriétaire : Romain / Longuerue, Seine-Maritime / 2019

LIEU/ PROJET

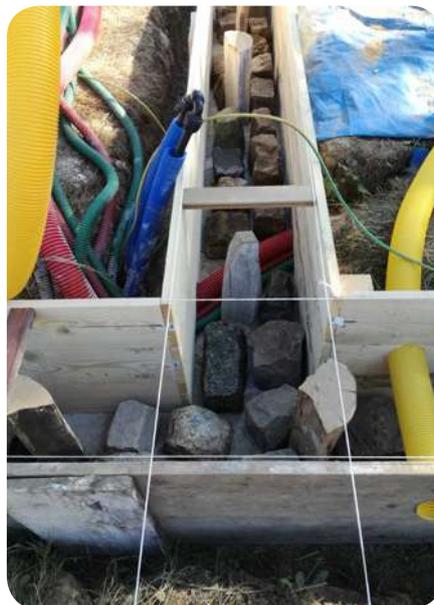
Romain et sa famille construisent leur maison en auto-construction. Ils habitent leur terrain depuis trois ans. Ils ont aménagé un jardin en permaculture. Ils ont vécu un an et demi dans une yourte afin de lancer leur premier chantier, un atelier de 40 m² où ils vivent actuellement. Suivant les mêmes techniques pour leur futur maison, cela leur a permis de tester des techniques, de ne pas refaire certaines erreurs, etc.

Le projet consiste en une maison à deux pents de toiture, sur deux niveaux, d'environ 100 m² avec une partie uniquement sur RDC comprenant l'entrée, le cellier relié aux récoltes du jardin et les sanitaires.

Les fondations ont été réalisées l'année précédente. Plusieurs mois sont nécessaires au séchage. Les soubassements sont l'actualité du chantier, qui s'étire dans le temps à cause de l'enveloppe financière limitée de la famille et du temps que nécessite l'auto-construction, peu facile à prendre avec l'arrivée d'un enfant et/ou l'impossibilité d'arrêter de travailler en terme de trou financier que cela induirait. Ces deux phases de projet sont effectuées selon le même procédé, à savoir l'utilisation du béton cyclopéen.

Le dénivelé du terrain de 30 cm au niveau de l'emprise de la maison est prise en compte au niveau du soubassement. En effet, celui-ci doit prévoir une hauteur de 20 cm hors sol avant pose de l'ossature bois.





DEROULEMENT DU CHANTIER

. Les fondations sèches d'un an doivent être nettoyées de la poussière et des petits cailloux qui s'y sont installées afin de retrouver l'accroche entre les fondations et les soubassements. Les pieux en bois de châtaigniers (ou de robiniers faux-acacias) relient l'ensemble. Il s'agit de bois impu-trécibles, qui ne pourrit pas au contact de l'eau.

. Avec le niveau laser, situé au centre du chantier, mise à niveau des ficelles accrochées aux chaises qui quadrillent le terrain à l'emplacement des soubassements. On les positionne selon le niveau souhaité et selon la longueur, largeur et hypothénuse du plan.

. Fabrication des coffrages en bois avec une hauteur souhaitée à 50cm (dû au dé-nivelé de 20cm). Prévoir un coffrage de 60 cm, marquer le niveau des 50cm recherchés. Les planches servant au coffrage mesurent 20cm(X3) ou 30cm(X2) de large et sont assemblées avec leur longueur de base de 4,00 m et ajout supplémentaire afin d'atteindre la longueur souhaitée.

. Mise en place des coffrages avec jonctions des différentes parties.

. Fixations d'inter-jonctions afin de consolider le coffrage dont la longueur peut être importante.

. Ajustement du positionnement des coffrages selon les ficelles respectant l'emplacement des soubassements d'une largeur de 40cm.

. Fixation de tasseaux dans les angles du coffrage en périphérie extérieure, de tasseaux de 40 cm de large à l'intérieur du coffrage, en partie haute.

. Lorsque le coffrage est mise en place, nettoyer les pierres de leur impureté.

. Disposer une première couche de pierre de gros calibre.

. Préparer à la bétonnière le mélange chaux (1/2 sac de 35 kg), sable/graviers (12 pel-letés). Le déposer à l'intérieur du coffrage. Insérer des pierres de petit calibre entre le mélange et les pierres de gros calibre.

. Faire le nombre de couches nécessaires pour atteindre les 50 cm de soubassement souhaité.

OUTILS/MATERIELS/ EQUIPEMENTS

. bétonnière, seaux, tasseaux, visseuse à choc, perceuse, règle, scie, scie à onglet, niveau laser, chaises, ficelles

. casque anti-bruit, lunettes de protection, chaussures de sécurité

Photos du chantier

Ouvrier Professionnel en éco-construction (OPEC)

Formation qualifiante de niveau V / Centre de formation le Gabion à Mane / 9 mois / 2022

PRÉSENTATION DE LA FORMATION OPEC

La formation consiste à aborder l'exécution des travaux de construction d'habitat individuel ou de petit collectif en neuf et en rénovation. Il s'agit de s'intéresser aux propriétés thermiques du bâtiment en intégrant la notion de sobriété énergétique et de bilan carbone. L'objectif est de découvrir des matériaux ainsi que leurs mises en oeuvre en adéquation avec les exigences du développement durable.

Différentes techniques d'éco-construction permettent une approche pluridisciplinaire. La formation dure neuf mois, dont trois mois de stage dans différentes entreprises, en privilégiant la zone géographique d'implantation future de l'étudiant afin de tisser un premier réseau.

L'enseignement au sein du centre de formation est réparti entre des cours théoriques et des cours pratiques type « chantier école ». Différentes thématiques sont abordées, telles que le bioclimatisme, des données concernant l'état de l'environnement, l'identification et la typologie des éléments architecturaux, les forces et descentes de charges, infitrométrie, le transfert de l'humidité et de la chaleur dans des parois perspirantes (fonctionnement hygrothermique des bâtiments), le confort et la qualité sanitaire des bâtiments.

Plusieurs diplômes sont acquis au cours de la formation : OPEC (Ouvrier Professionnel en Eco-Construction), Pro-paille, Pro-balle, CCD (Certificat Construction Durable), R408 (échauffage), SST (Santé et Sécurité au Travail).

Les cours dispensés abordent différentes techniques de construction : fondations et drains périphériques, construction terre, maçonnerie pierre, construction ossature bois, charpente, isolants naturels (paille, terre, ouate de cellulose, laine et fibre de bois, chanvre, etc.), enduits correcteurs thermiques, enduits et peintures terre, chaux, plâtre, chanvre.

QUE REPRÉSENTE LA FORMATION OPEC POUR MOI ?

Passionnée depuis très jeune par le design automobile et l'**architecture**, j'ai véritablement commencé à m'intéresser au monde du bâtiment à partir de mon entrée en école d'architecture. À cette époque j'avais déjà développé une véritable **sensibilité à l'environnement**, qu'il soit urbain ou naturel.

L'enseignement au cours de mon parcours d'étudiante en architecture n'a pas été tourné vers la conception bioclimatique ni l'éco-construction mais davantage sur les **aspects techniques et pratiques de la construction conventionnelle**.

Suite à mes premières années d'expérience en tant qu'architecte salariée au sein d'agences d'architecture parisiennes, j'ai pris du recul quant à la pratique de ce métier en interrogeant ce domaine énergivore et si peu combattu dans toutes les professions que regroupe le bâtiment.

C'est à force de rencontres, de conférences et d'expériences en chantiers participatifs que ma pensée écologique s'est véritablement développée. L'emploi de matériaux géo ou biosourcés, la provenance des matériaux, la thermique du bâtiment, ainsi que la réduction du coût énergétique sont devenus pour moi un objectif à atteindre dans la conception d'un projet architectural quel qu'il soit.

Mes expériences pratiques - chantiers participatifs bénévoles, création de mobilier, poterie - m'ont donné goût à l'artisanat. J'ai donc décidé de prendre les devants et de me rapprocher de mes valeurs. Cette formation OPEC a été une réelle opportunité pour moi et me permet de faire un pas de plus vers le monde du chantier écologique et des matériaux biosourcés.

1

RÉALISER UNE CHARPENTE SIMPLE EN BOIS



OBJECTIF

Pose de solivages et de planchers dans le cadre d'une rénovation de chalet alpin

CONTEXTE

LIEU	Les Avanchers Valmorel - Savoie (73)
PÉRIODE	Août 2022
DURÉE	10 jours au total pour les deux chantiers
CONDITION CLIMATIQUE	pas d'intempérie
EFFECTIF	2-3 personnes

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

Chantier pour le compte de l'entrepreneur qui possède et rénove le chalet avec une autre famille. Plusieurs phases d'intervention au fil de l'année. Lors de mon stage, pose de solivage et de plancher pour création de surface supplémentaire.

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- mètre, niveau laser, jauge
- équerre, fausse-équerre
- cordeau, cordex, niveau à bulle, fil aplomb
- ciseau à bois, maillet, ébauchoir, marteau
- plane, arachinette, chasse-clou
- quincallerie (vis, clous, agraphe)
- agrapheuse
- serre-joints
- visseuse, perceuse
- scie égoïne, scie circulaire, scie radiale
- tronçonneuse, hache
- épicea (poteaux, poutres, solivage, plancher, ossature bois)

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

- DTU 31.1 Charpente et escalier en bois
- DTU 31.2 Construction de maisons et de bâtiments à ossature bois

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > accès difficile du chalet pour l'approvisionnement des matériaux / accès à l'eau (une source quasi tarie est présente non loin du chalet, la rivière étant active uniquement en hiver) / pas de récupération possible des eaux pluviales avec une toiture en chaume sans gouttières

- Aspect positif > bois local provenant de la forêt avoisinante / réappropriation du vocabulaire architectural d'origine du style des « montagnettes » avec toiture en chaume de seigle, reprise structurelle du soubassement en maçonnerie à la chaux et au sable et des étages supérieurs en bois verts et tordu / indépendance énergétique à venir en chauffage et en eau chaude sanitaire dû à l'isolement du chalet et au souhait des propriétaires (poêle et panneaux photovoltaïques)

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

CONTEXTE DU CHANTIER

J'ai eu l'opportunité de réaliser un des stages de la formation OPEC au sein de l'entreprise **l'Atelier du Bois Vert**. Mohammed, le gérant et artisan charpentier, possède des savoir-faire multiples : architecture, mise en oeuvre de la paille, application d'enduits. Il privilégie la **restauration du patrimoine ancien** et travaille principalement en **charpente traditionnelle** tout en acceptant quelques chantiers d'isolation (en laine de bois, en paille, en ouate de cellulose). L'effectif de cette société varie de 1 à 3 salariés-apprentis-stagiaires.

Le second chantier auquel j'ai participé avec cette entreprise (le premier d'une durée d'une semaine consistait à l'isolation par l'extérieur de la toiture d'une bâtisse ancienne de clients particuliers en laine de bois avec pose du frein-va-peur, du pare-pluie et du contre-lattage) est la **rénovation d'un chalet alpin** proche des Avanchers Valmorel. Il s'agit de l'acquisition de deux familles, dont celle de Mohammed, dont l'objectif est d'en faire une résidence secondaire.

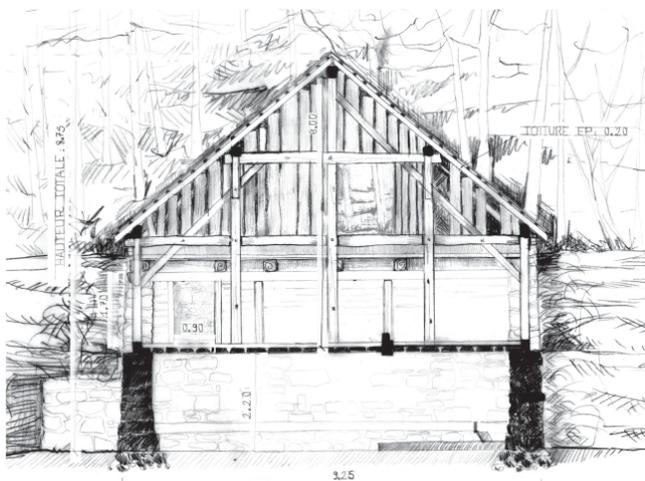
Ce chalet, difficile d'accès par une route fortement endommagée, sans eau ni électricité, situé à 1400m d'altitude, se dénomme **« montagnette »** et correspond à ce que l'on appelle une **« ferme savoyarde »**. A l'origine, il est utilisé par les paysans à une période de l'année (l'enmontagnée/la démontagnée) et est composé d'une pièce d'habitation, d'un abri pour les bêtes (vaches, chèvres) et d'une partie pour l'aire de battage du seigle cultivé à l'époque à cette altitude à la place actuelle des forêts d'épicéa - malades à cause des scolytes. Le souhait des propriétaires est de réaliser le défrichage des épicéas pour diverses raisons : création de bois d'oeuvre pour la rénovation du chalet, revente d'une partie du bois, dégagement de la vue vers le versant montagnoux en face ainsi que redonner à la parcelle sa vocation première de pâturage et de culture alpine (seigle, etc.).

Ferme Savoyarde

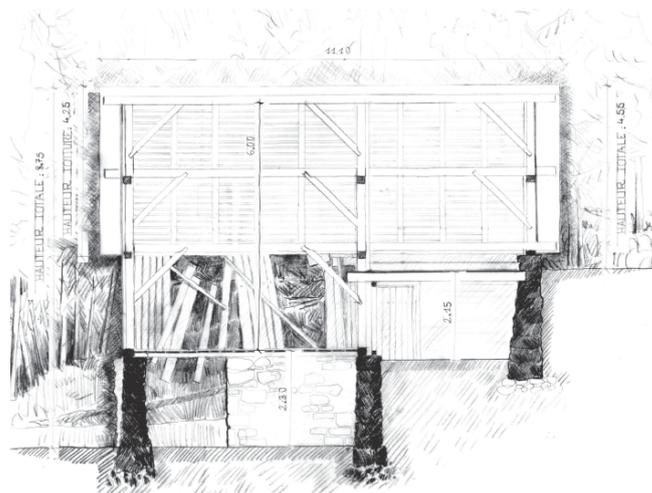
Construction de type colombage, des assemblages en mi-bois au niveau des poteaux/poutres et des charges qui sont envoyées jusqu'au niveau du sol. Techniques d'assemblage et de bardage spéciales avec des chevrons chevillés dans les pannes, des lattes chevillées dans les chevrons, le plancher et le bardage chevillés sans clous, ainsi qu'un bardage non délégué mais scié de long en conservant le flache, rectifié à la hache.



Après un premier passage en commission, le permis de construire a été obtenu grâce à la volonté de restaurer le chalet selon les techniques anciennes, à savoir **un toit en chaume de seigle** (présent à l'origine dans la région et ensuite remplacé par de la tôle, du bac acier, etc.) - réalisé par l'entreprise « Art et tradition du chaume », du **bois abattu sur place, équarri à la hache et avec une scierie mobile**, des cloisons et une **isolation en matériaux biosourcés**. La structure du bâtiment a été renforcée au niveau de la maçonnerie en partie basse (mortier composé de chaux NHL 3,5 et de sable) et au niveau du bois de la charpente sur les deux niveaux principaux. La structure a été redressée tout en conservant l'irrégularité des pentes de toiture, des murs, etc. Le choix est de voir la structure existante à l'intérieur et de poser un bardage à l'ancienne à l'extérieur.



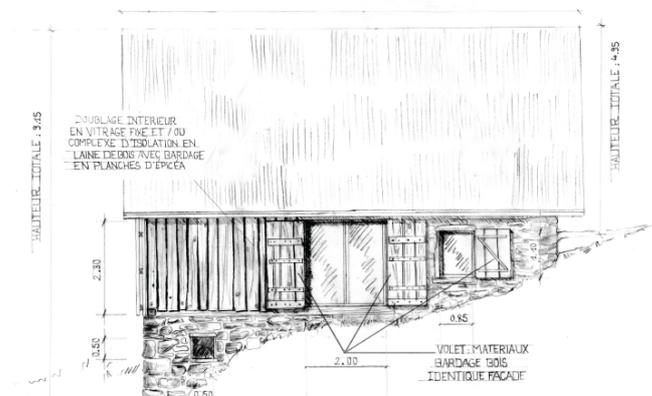
Coupe AA' (orientation Ouest) sur existant
@SCI La Montagnette



Coupe BB' (orientation Sud) sur existant
@SCI La Montagnette



Façade Nord existant
@SCI La Montagnette



Façade Sud projet
@SCI La Montagnette

TECHNIQUE ETUDIÉE

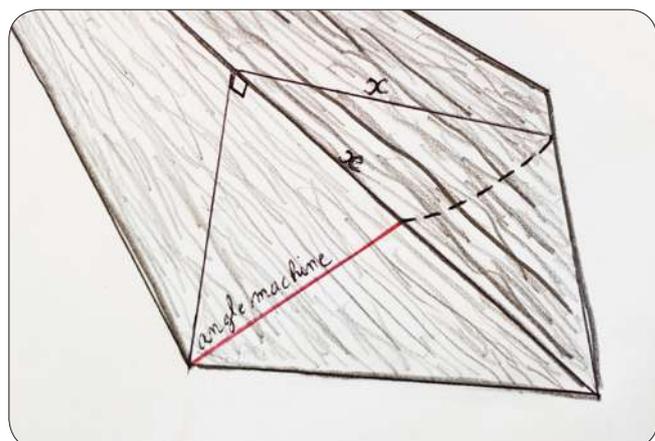
vu sur premier chantier la première semaine de stage
> ITE laine de bois avec pose de chevron et empanon
en toiture pour la rénovation d'une maison

Tracé de l'angle machine sur empanon

1. Prise des angles en perchant sur place avec fausse équerre.
2. Reporter les angles sur la section de bois (angle de l'aplomb & angle de l'alignement).
3. Tracer la perpendiculaire au tracé de l'angle d'aplomb, puis reporter la distance x sur l'arête, entre les deux faces.
4. Relier enfin ce point avec le point de l'angle d'aplomb qui crée le tracé de l'angle machine permettant de sectionner le bois à la machine.
5. Couper l'empanon au niveau du tracé de l'angle machine.

ASSEMBLAGES PRÉSENTS DANS LE CHALET

- . Tenon et mortaise, mi-bois, embrèvement simple, enture à mi-bois, enture à sifflet
- . Tenon rapporté débouchant dans poteau existant et sommier rapportée pour renfort structurel
- . Pied de cavalle (typiquement savoyard)
- . Pare bout (enture crantée)



COMPOSITION DU PLANCHER INTERMÉDIAIRE (création de surface supplémentaire)

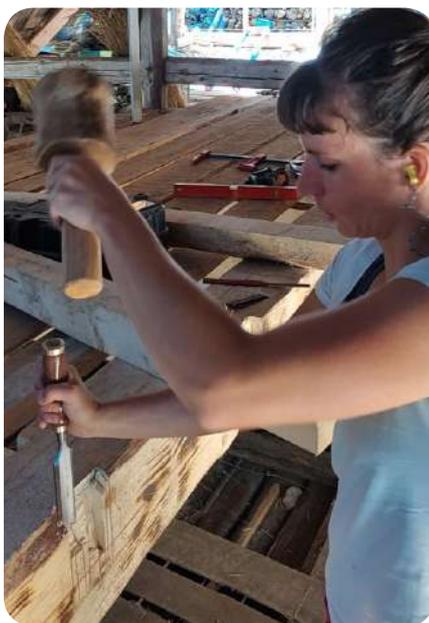
- dans l'épaisseur de la poutre (sommier ou panne intermédiaire) :
solives 10x10 mm + plancher 27 mm + isolant 50 mm de type panneaux paille de riz
- sur l'ensemble : parquet à l'ancienne

1) POSE DU SOLIVAGE

Vérification des éléments suivants **Niveau > Aplomb > Dévers** de la solive (positionné coeur au soleil) par rapport à la poutre (sommier rajouté ou panne intermédiaire existante). Piquage au niveau à bulle / fil aplomb de la solive sur la poutre et inversement. Réalisation d'une entaille dans la poutre pour l'implantation des solives et des chevêtres (au niveau du passage du futur poêle) en créant plusieurs rainures à la scie circulaire afin de faciliter l'entaille à terminer avec la scie à bois et le maillet. Vérification de l'aplomb de celle-ci avec le niveau à bulle / le fil aplomb / la jauge. Identifier au crayon de charpentier les bosses et les creux pour obtenir une surface nette.

ATTENTION PARTICULIÈRE > Le sommier ajouté pour la création de surface de plancher au milieu de la ferme ne porte que le plancher du dernier niveau alors que de l'autre côté du futur plancher, la panne existante soutient la toiture. Ne lui faire que des entailles légères (ex. paume grasse, en biais) qui n'enlèvent que peu de bois car celle-ci n'a pas la fonction première de porter le solivage et le plancher.

PLUMÉE DE DÉVERS > Zone où l'on pose le niveau à bulle afin d'être de niveau à un endroit de la solive lorsque l'on a observé qu'il y a du dévers sur la reste de la face supérieure de la solive. A réaliser en marquant la solive d'une hachure au centre de la solive par exemple pour équilibrer le dévers des extrémités.

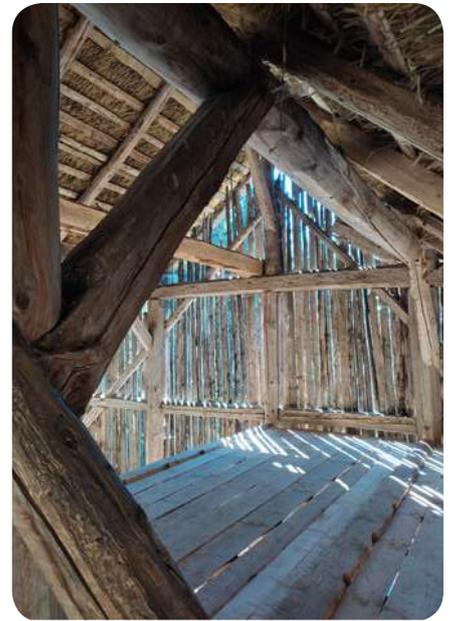


TECHNIQUE DU PIQUAGE À L'ANCIENNE

> Réalisation d'une épure sans équerre avec fil aplomb ou avec niveau à bulle. Mise à niveau de la solive positionnée au-dessus de la poutre où elle ira s'encaster en paume droit ou biais ou queue d'aronde avec disposition de cales d'un côté si besoin. Tracé reporté du bout de la solive sur la poutre et inversement, de la poutre sur la solive. Report de la hauteur de la solive au niveau de la poutre à partir du trait de cordex posé antérieurement (correspond à la position de l'arase supérieure de la solive sur la poutre). Puis report des points des arêtes haute et basse des deux côtés de la solive sur ces deux lignes horizontales des niveaux hauts et bas de la solive sur la poutre. Exercice identique sur la solive avec reportant les décalages. Attention à ne pas bouger la solive sur cales lors de la prise des tracés sinon tracé erroné. Réalisation de l'entaille dans la poutre et ajustement de la coupe des extrémités de la solive. Encastrement de la solive dans la poutre en tapotant au marteau. Clou torsadé 90mm minimum avec diamètre 3,5mm enfoncé de chaque côté dans les poutres.

2) POSE DU PLANCHER

Pose des lattes du plancher d'une épaisseur de 27 mm fixées sur les solives. Délignage si nécessaire à l'aide de la plane / du ciseau à bois et du maillet / de la scie circulaire en installant les lattes sur des tréteaux. Fixation en clouant de biais pour une meilleure accroche entre les lattes du plancher et les solives. Disposer les lattes pied et tête de l'arbre inversés d'une planche à l'autre. Le flache est plus ou moins visible selon la latte de plancher.



OSSATURE BOIS ENTRE STRUCTURE BOIS EXISTANTE

Une ossature bois est intégrée au niveau des parois extérieures, à la ferme existante sur mur pignon notamment, afin d'y positionner de l'isolant laine de bois et de créer, par des montants avec entraxe tous les 60 cm, un support pour le panneau Agepan côté extérieur.

Selon la technique de l'ossature traditionnelle en chêne de type « colombage », la lisse basse est implantée cœur vers le bas et la lisse haute, cœur au soleil. Dans notre cas, l'ossature en bois industriel s'appuie sur la charpente existante à dévers. Elle reprend les codes du colombage et sert de caissons pour l'isolation et de renfort de contreventement de l'ensemble en étant à la fois positionnée selon les pans de la ferme existante et à la fois d'aplomb.



2 IDENTIFIER LES CONDITIONS PRÉALABLES ET ÉTAPES DE RÉALISATION DES FONDATIONS ET DRAINS PÉRIPHÉRIQUES



OBJECTIF

Réalisation d'un puisard afin de recevoir les eaux pluviales et eaux usées avant de les acheminer vers l'extérieur de la parcelle

CONTEXTE

LIEU	Centre de formation Le Gabion à Mane
PÉRIODE	Mars 2022
DURÉE	5 jours
CONDITION CLIMATIQUE	léger froid d'hiver, pas d'intempérie
EFFECTIF	11 stagiaires dont le formateur Hervé Pighiera

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

- creusement de tranchées
- puisard existant vidé jusqu'à son niveau le plus bas
- création d'un nouvel entêtement de l'assise
- mise à niveau du sol
- coulage puis ponçage de la dalle

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- treillis soudé nappe ST25 carrossable
- treillis soudé nappe PAF (panneau anti-fissuration)
- mélange à béton (MAB)
- ciment gris / blanc
- liquide vaisselle
- eau (barril)
- verre pillé incrusté dans la dalle
- bois, quincallerie (coffrage)
- regard en fonte
- tubes en PVC lisses
- électricité
- bétonnière
- cintreuse
- niveau laser, cordeau
- règle maçon
- pige, tenaille, fil à ligaturer
- taloche, truelle,
- pelle, pioche, brouette
- seaux

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

NF DTU 20.1 Annexe C (Conception des ouvrages annexes associés aux maçonneries enterrées
> réseaux de collecte des eaux de surface et réseaux de drainage)

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > matériaux (ciment/MAB) non locaux, non recyclables
- Aspect positif > intensité sociale

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

RÉALISATION D'UN PUISARD AFIN DE RECEVOIR LES EAUX PLUVIALES ET EAUX USÉES AVANT DE LES ACHEMINER VERS L'EXTÉRIEUR DE LA PARCELLE



> Etapes constructives du puisard

- creusement des tranchées avec intégration de tubes en PVC pour l'écoulement des eaux pluviales et usées du site
- puisard existant vidé jusqu'à son niveau le plus bas
- création d'un nouvel entêtement de l'assise
- mise à niveau du sol avec intégration d'une pente de 1,5% de l'atelier vers la dalle du puisard
- réalisation de bétonnière pour coulage de la dalle en trois temps :

1. MAB / ciment gris

> mélange 3 pour 1 + eau + liquide vaisselle

2. pose du treillis soudé

3. MAB / ciment blanc avec incrustation du verre pillé

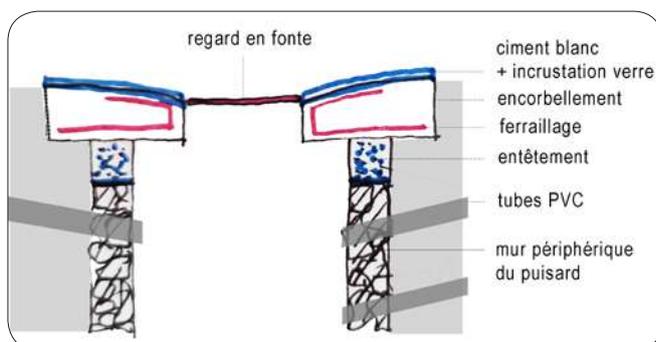
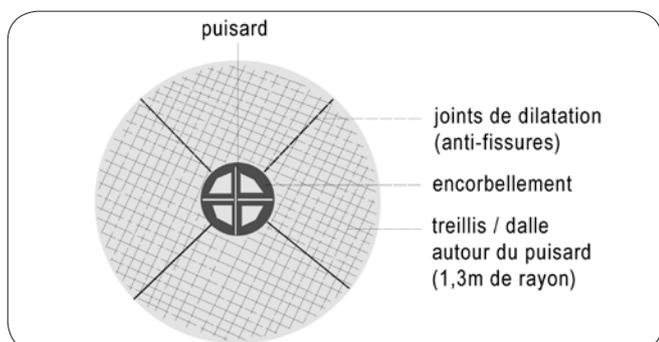
> mélange 3 pour 1 + eau + liquide vaisselle

- pose du regard en fonte

- ragréage puis ponçage de la dalle plusieurs mois après pour faire apparaître le verre incrusté

CE QU'IL FAUT SAVOIR

- . **ciment** = imperméable à l'eau et à la vapeur d'eau / à ferrailer / artificiel
- . **chaux** = perméable avec davantage de souplesse / non ferrailable sinon oxydation / moins résistant que le ciment
- . **mélange de « 3 pour 1 »** = charge en premier (type agrégat, gravier, sable, argile) - liant en second (ciment, chaux, plâtre, argile) > soit avec 3 doses (équivalent de 3 seaux) de charge pour 1 dose (équivalent 1 seau) de liant
- . rôle du **liquide vaisselle** = apport de fluidité au mélange de béton
- . **enrobage** = distance minimale qui sépare une armature d'une paroi de coffrage (le béton assure la protection des armatures)
- . **recouvrement** = longueur de chevauchement de deux armatures consécutives dans un ouvrage en béton armé



FONDATION

Pas de réalisation de fondation durant la formation (ni au centre de formation, ni en stage).

Définition fondation (Source > Wikipédia) : Travaux et ouvrages destinés à assurer la stabilité d'une construction. Elément architectural qui assure la transmission des charges d'un ouvrage dans le sol (poids propre du bâtiment, forces climatiques et surcharges liées à son utilisation).

EXPÉRIENCE CHANTIER PARTICIPATIF > RÉALISATION DE FONDATIONS EN BÉTON CYCLOPÉEN

> Étapes constructives

- **Nettoyage des fondations sèches d'un an** de la poussière et des petits cailloux qui s'y sont installées afin de retrouver l'accroche entre les fondations et les soubassements. Les pieux en bois de châtaigniers (ou de robiniers faux-acacias) relient l'ensemble. Il s'agit de bois imputrescibles, qui ne pourrit pas au contact de l'eau.
- **Mise à niveau des ficelles** accrochées aux chaises qui quadrillent le terrain à l'emplacement des soubassements avec le niveau laser situé au centre du chantier.
- **Fabrication des coffrages en bois** avec une hauteur souhaitée à 50cm (dû au dénivelé de la pente du terrain) suivant l'emplacement du soubassement d'une largeur de 40cm.
- **Fixation de tasseaux** dans les angles du coffrage en périphérie extérieure et de tasseaux de 40 cm de large à l'intérieur du coffrage, en partie haute.
- **Nettoyage des impuretés présentes sur les pierres** à disposer dans les fondations.
- **Disposition de la première couche de pierre de gros calibre.**
- **Réalisation de bétonnière** avec mélange de chaux (1/2 sac de 35 kg) et de sable/graviers (12 peletés). Dépose à l'intérieur du coffrage. **Insertion des pierres de petit calibre entre le mélange et les pierres de gros calibre.**
- Réalisation du nombre de couches nécessaires pour atteindre les 50 cm de soubassement souhaité.

VIGILANCE > Aucun DTU ne correspond à ce type de mise en œuvre, il reste donc sous la responsabilité du bâtisseur et se réalise sur terrain sain.



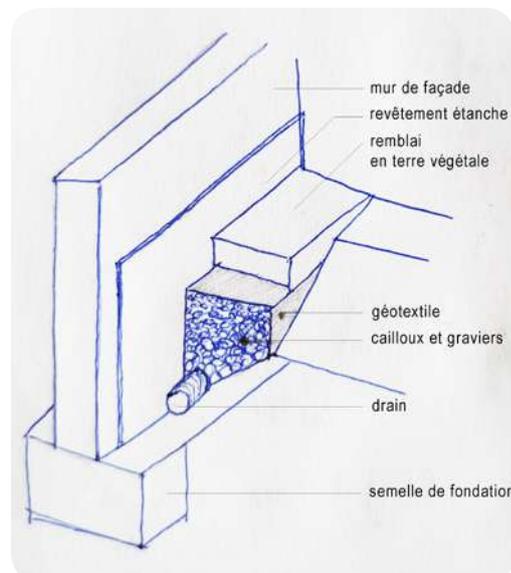
DRAIN

Pas de réalisation de drain durant la formation (ni au centre de formation, ni en stage). Etude de la constitution d'un drain en cours théorique durant l'OPEC.

Définition drain (Source > Wikipédia) :

Tuyau, souvent en plastique, perforé sur la partie supérieure, et entouré de pierre de petite taille. Il est **posé dans le sol au pied des fondations d'un bâtiment** mais aussi dans différents ouvrages de génie civil, **pour évacuer le surplus d'eau du sol**, en opérant le drainage.

Attention au bulbe de compression en-dessous des fondations d'une bâtisse ancienne qui peut impliquer un déport de la position du drain par rapport à la façade.



3

IDENTIFIER LES MATÉRIAUX ET RÉALISER LES DOSAGES POUR MAÇONNER EN TERRE CRUE



Le **PISÉ** est l'une des techniques de construction les plus anciennes aujourd'hui reconnue. La ville de Bam en est un exemple remarquable car la cité datant du V^{ème} siècle avant notre ère est toujours debout ! Ce savoir-faire renaît actuellement de ses cendres après avoir quasiment disparu, en France et dans divers pays du monde. Son **bilan écologique positif** attire de nouveau les constructeurs sensibles au développement durable.

Le pisé consiste à réaliser des murs porteurs par la succession de couches de terre crue comprimées de 10 à 15 cm de hauteur dans des coffrages (ou banches), les unes après les autres, à l'aide d'un piseur manuel ou pneumatique. Il est attractif par sa capacité à **utiliser la terre présente sur le site**, seulement après des tests d'essai afin de la caractériser et de s'assurer de sa bonne tenue, de son pourcentage d'argile, etc. Ce matériau est **présent en grande quantité**, ne nécessite **aucune transformation** et a pour avantage d'être **recyclable** que ce soit durant sa fabrication ou en fin de vie.

OBJECTIF

Réalisation d'un mur en pisé

CONTEXTE

LIEU	Centre de formation Le Gabion à Mane
PÉRIODE	Octobre 2022
DURÉE	5 jours
CONDITION CLIMATIQUE	pas d'intempérie mais fraîcheur et vent
EFFECTIF	10 stagiaires dont le formateur

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

- Caractérisation de la terre avec test Carazas
- Organisation du chantier
- Mise en place du coffrage
- Formulation et mise en oeuvre du pisé (couches, harpage et arase)

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- malaxeur planétaire
- bétonnière
- bâche
- seaux, brouettes
- truelle, massette, pige
- verre doseur, petit compacteur en bois
- compresseur manuel
- banches : panneaux bois, tiges filletées, papillons, équerres, cales
- terre de Villard
- sable de Vaugine
- chaux hydraulique naturelle BATICHAUX FL5

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue
CRATerre > traité de construction en terre
Aucun DTU

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > La mise en oeuvre du pisé nécessite du temps et donc entraîne un coût élevé.
- Aspect positif > La terre est un matériau écologique, recyclable, prête à l'emploi sans transformation. Elle est présente localement et en grande quantité.

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

Le **PISÉ** ne possède pas une qualité isolante élevée (λ de 0,8 / R de 0,75 pour un mur en pisé de 60 cm d'épaisseur). Cependant, sa **capacité thermique volumique** lui confère le pouvoir de stocker de l'énergie pendant les journées ensoleillées en la restituant la nuit.

Sa **perspiration est également optimale** (μ de 10) en régulant le surplus ou le manque de vapeur d'eau à l'intérieur du bâti. Le **type de terre utilisé est graveleux et argileux** (entre 10 et 15% : en-dessous de 10% > fragilité du mur / au-delà de 15% > risque de fissures) et également des **terres fines**.

Un **enduit à base de chaux, de plâtre, mêlé potentiellement à la terre** peut recouvrir les murs en pisé dans un souci esthétique. L'humidité présente dans le pisé doit pouvoir ressortir. Un **soubassement** dans un autre matériau (pierre, béton, etc.) est préconisé, tout comme un débord de toiture afin d'éviter les projections et les pluies.

CARACTÉRISATION DE LA TERRE

Plusieurs tests ont été réalisés afin de connaître précisément le taux d'humidité ainsi que les proportions de limons, d'argile, de sables et de graviers existants dans la terre de Villars. Ils permettent de s'approprier cette terre et d'ajuster la « recette » de pisé.

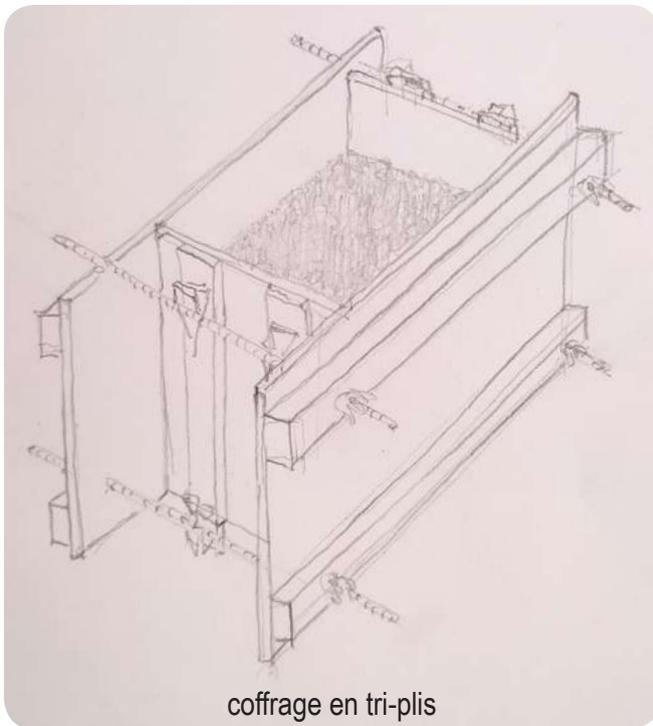
Test olfactif : Lorsque la terre a une odeur d'humus, cela signifie qu'il s'agit d'une terre végétale non conforme à la réalisation du pisé dans les règles de l'art. Il existe alors un risque de fermentation et de pourriture des fibres végétales présentes dans la terre.

Test du cigare : Il s'agit de réaliser un boudin de terre à pousser doucement dans le vide afin de déterminer sa cohésion au sol et de vérifier si la quantité d'argile dans le sol est appropriée.

Test de la boule : La pression d'une boule de terre dans sa main, selon sa cohésion, permet de déterminer si le mélange peut être mis en oeuvre. Il faut ensuite lâcher la boule à environ un mètre du sol : si la boule reste homogène c'est qu'elle contient trop d'argile ; si la boule éclate, c'est qu'elle ne contient pas assez d'argile.

Test Carazas : Il s'agit d'une expérience pratique avec une interprétation des trois phases de la matière terre : solide - grains, liquide - eau et gaz - air. Chaque élément prend place sur une matrice rectangulaire contenant 15 cellules carrées. L'objectif de ce test est d'étudier le comportement de la matière et d'observer les différentes textures, changement de couleur, odeur, porosité, etc.





1. Réalisation du support de dalle

Positionner des tasseaux de sorte à créer un niveau de référence. Tasser du sable entre ces derniers. Poser des parpaings sur le sable compacté afin de simuler une dalle et les mettre de niveau. Sangler l'ensemble.

2. Réalisation du coffrage banché

Disposer des bois dans les deux sens autour des parpaings afin d'y poser le coffrage. Utiliser deux planches de tri-plis afin de réaliser un coffrage d'une dimension de 40cm par 50cm. Des tiges ardeon les traversent. Elles sont serrées par des papillons métalliques qui permettent au coffrage de rester en place durant le damage des couches de pisé. Insérer les deux autres planches tri-plis renforcées par des bois perpendiculaires et des cales dans le sens opposé aux premières. Régler le coffrage de niveau, puis d'aplomb.

3. Formulation de la terre à piser

Utiliser un malaxeur planétaire pour l'humidification de la terre en souhaitant obtenir le niveau optimal d'hygrométrie par rapport à la technique du pisé. Le test de la boule été favorable aux critères demandés.

> *Recette : 8 volumes de terre de Villard pour 0,5 volume d'eau*

4. Formulation de l'harpage et de l'arase

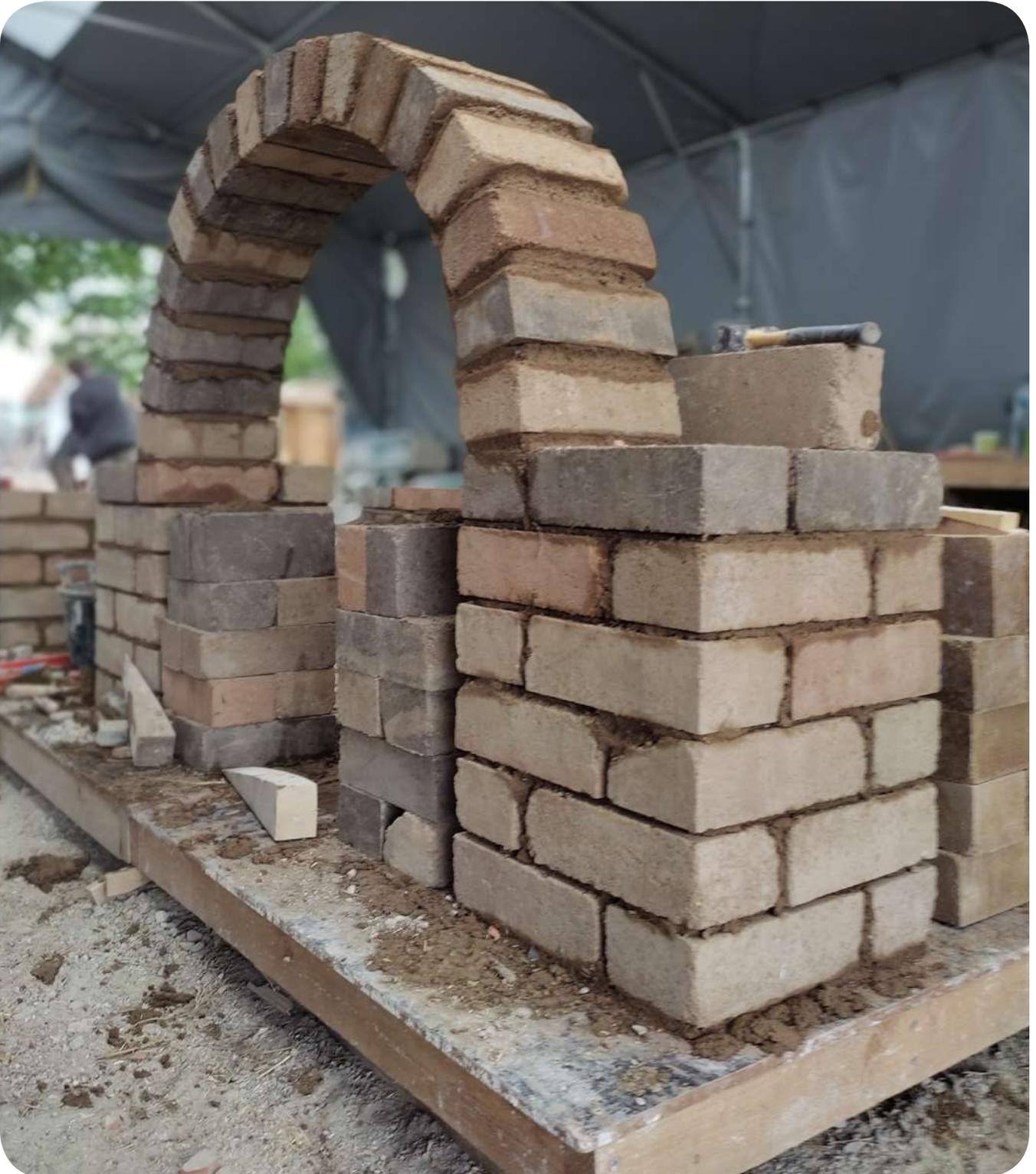
Utiliser de la chaux hydraulique pour ces deux zones spécifiques. L'harpage a pour rôle de renforcer et solidifier les arêtes de l'ouvrage. L'arase, de 6 cm d'épaisseur, est réalisée afin de protéger le mur de l'érosion et du temps. Le mélange doit être très peu humide car il est lui aussi damé.

> *Recette : 3 volumes de sable de Vaugine 0-4 pour 1 volume de chaux hydraulique BATICHAUX FL5*

5. Réalisation du pisé, de l'harpage et de l'arase

Le pisé est constitué d'une succession de couches, dont une couche intermédiaire de chaux-terre tous les 50cm de hauteur - qui dévie le fil de l'eau de pluie - et d'une arase. Une couche de 10cm est égale à environ 6cm une fois damée. Utiliser un tableau afin de noter les mesures. Réaliser d'abord le harpage avec le mélange chaux-sable. Tasser les angles en triangle de manière régulière. Ils doivent se toucher d'une couche à une autre. Verser ensuite de la terre dans le coffrage. Utiliser une pige avant de damer la terre et vérifier ainsi le niveau souhaité. Tasser la terre à l'aide d'une dame ou d'une masse. Reproduire cette action au niveau des pourtours de chaque couche à l'aide d'un tasseau afin d'obtenir une ligne nette d'une couche à une autre.

4 FABRICATION D'UNE BRIQUE



OBJECTIF

Réalisation de brique en terre crue compressée et de piliers - voûtes en BTC

CONTEXTE

LIEU	Centre de formation Le Gabion à Mane
PÉRIODE	Octobre 2022
DURÉE	3 jours
CONDITION CLIMATIQUE	pas d'intempérie
EFFECTIF	10 stagiaires dont le formateur

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

- Organisation du chantier (0,5 jour) : positionnement de la chaîne des machines
- Réalisation des briques (1 jour) : formulation de la recette, fabrication et stockage des BTC
- Réalisation des piliers/voûtes (1,5 jours) : formulation du mortier et montage des piliers/voûtes

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- cribleur
- malaxeur planétaire
- presse
- pelles, truelles, seaux, bassines
- brouettes
- bâches
- palettes
- célophane
- terre de Villard
- chaux hydraulique naturelle Bâtichaux FL5
- sable 0-4

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

NF DTU 20.1 P11 (octobre 2008) & Normes française XP P13901

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > teneur en ciment trop importante si stabilisée, non recyclable si stabilisée, sensible à l'eau et à l'humidité, faible isolant, lourd (10kg/brique)
- Aspect positif > terre locale, pas de perte de matière, possibilité de ne pas stabiliser la BTC, aucun déchet si non stabilisée, recyclage possible si non-stabilisée, forte intensité sociale

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

BTC = brique de terre crue compressée

ENTRE MODERNISME ET TRADITION

> La brique de terre crue compressée dite « BTC » participe au développement durable. Elle provient de l'utilisation de terre d'excavation ou de recyclage et n'engendre qu'un faible impact environnemental.

> Il s'agit d'une technique de construction récente, tout comme les adobes. Elle offre les avantages de la maçonnerie de briques. Une fois réalisées, les briques sont stockables immédiatement. Elle offre les caractéristiques suivantes : isolant thermique, isolant phonique, régulateur hygrométrique, élément classé au feu.

FABRICATION DES BRIQUES

Après avoir caractériser la terre par différents tests (test olfactif, du gant, de la pastille, de l'humidité), la fabrication d'une BTC se réalise en différentes étapes qui correspondent à divers postes de travail et de machines :

- **criblage et acheminement de la terre** > 3 personnes
- **formulation du mélange au malaxeur planétaire** > 3 personnes
- **presse et stockage** > 3 personnes

Le **CRIBLAGE** consiste à tamiser la terre de sorte à extraire les cailloux les plus gros (diamètre supérieur à 1cm).

Suite à la **FORMULATION DU MÉLANGE** et au **PRESSAGE DE LA BRIQUE**, le **STOCKAGE** est réalisé de manière précautionneuse sur des palettes mises de niveau avec espacement entre les briques en quinconce permettant la ventilation et donc le séchage des briques. Du célophane doit être disposé autour de chaque palette durant 3 à 4 semaines afin de protéger les briques de l'humidité, du soleil, de la pluie. Elles doivent ensuite respirer. Une palette doit contenir max. 120 briques afin d'éviter leur tassement.

COMPOSITION DU MÉLANGE

au malaxeur planétaire

- 3 volumes de sable 0-4
- 5,5 volumes de terre
- 0,5 volume de chaux hydraulique (soit 5L) > **stabilisation**
- 0,5 volume d'eau (soit 5L)
- 0,5 volume de pigment (optionnel si coloration souhaitée)

Notes

- . Le mélange utilisé pour le montage des piliers/voûtes est identique à celui de la fabrication des briques, hormis la chaux
- . Un taux d'humidité adéquate du mélange permet à la brique d'être correctement compressée



MONTAGE DES PILIERS ET VOÛTES EN BRIQUE



Dans le cadre de l'exercice pratique du **MONTAGE DES PILIERS ET VOÛTES** en BTC, **des briques sèches sont utilisées** (non celles fabriquées la veille). Ces briques n'ont pas été découvertes car le célophane n'a pas été retiré. Elles sont donc légèrement trop humides et effritables. Leurs arêtes sont pour certaines cassées. Le montage est ainsi rendu plus difficile.

Un **assemblage de trois plateformes** est disposé sur des bois mis de niveau. Un **tracé est réalisé au cordex** selon les méthodes du 3-4-5, du dérivé de Pythagore ou encore de la diagonale d'une valeur de 1,414 pour 1x1m. Il délimite l'emplacement des six piliers de 45x45cm à réaliser.



Les briques sont mouillées au préalable afin de permettre une meilleure **accroche du mortier**. Quatre briques forment un rang. Laisser 1cm d'espace entre elles pour l'emplacement des joints. **Le premier rang se règle avec le niveau, les étages supérieurs avec le fil d'aplomb**. Il est nécessaire de vérifier également les dimensions des rangs (pilier = carré de 45x45cm) à l'aide d'un mètre. Une massette permet de niveler en tapant délicatement la brique afin d'éviter qu'elle ne se casse. Ajouter du mortier entre chaque rang en positionnant un Tor sur les extrémités afin de laisser vide les espaces pour les **joints de finition**. Réaliser ensuite ces derniers sur les pourtours.

Un coffrage en bois permet la réalisation des voûtes.



CARACTÉRISTIQUES D'UNE BRIQUE BTC

Dimensions : 29,5 x 14 x 9 cm

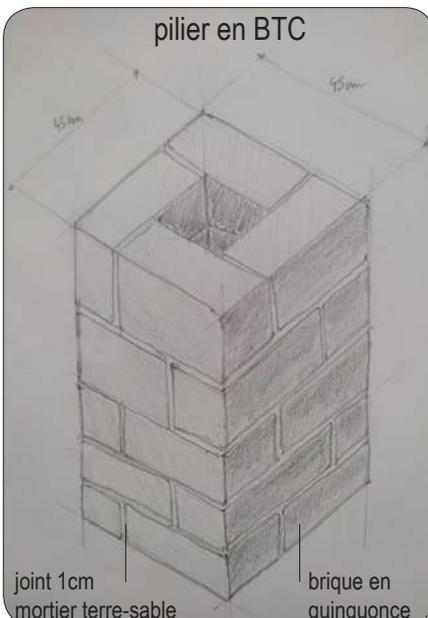
Masse volumique sèche : 1400 à 2200 kg.m⁻³

Conductivité thermique : 0,4 à 0,6 W.m⁻¹.K⁻¹

Résistance à la vapeur d'eau : 5 à 10

Coefficient d'absorption d'eau par capillarité : 6 à 13 kg.m⁻².h^{0,5}

Résistance à la compression : sèche > 15 Mpa et humide > 10 Mpa



5 PROCÉDÉ MÉCANISÉ DE PROJECTION DE MÉLANGES ALLÉGÉS



OBJECTIF

Isolation d'une ossature bois en terre chanvre projeté

CONTEXTE

LIEU	Centre de formation Le Gabion à Mane
PÉRIODE	Octobre 2022
DURÉE	1 jour
CONDITION CLIMATIQUE	pas d'intempérie
EFFECTIF	10 stagiaires dont le formateur

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

- Préparation des supports (ossature bois-canisse)
- Organisation du chantier avec installation des machines
- Caractérisation de la terre
- Projection du mélange terre-chanvre

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- marteau, visseuse, agrapheuse
- règle de maçon
- lance à projeter
- compresseur associé à une projeteuse à plâtre-terre-chaux
- cardeuse à ouate de cellulose-chanvre
- malaxeur
- barbotine (terre de Villard + eau)
- chanvre (sac de 200L de chènevotte (litière animale))

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

- Guide des bonnes pratiques sur la terre allégée
- Règles professionnelles du béton de chanvre

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > Manutention lourde - Equipement coûteux
- Aspect positif > Lors de la projection, une quantité du mélange projeté (entre 10 à 20%) devient une perte en tombant au sol ou lors de la mise à niveau de la surface du mur avec la règle de maçon. Cette perte peut être recyclée dans un composte ou encore réutilisée dans un terre chanvre banché. Forte intensité sociale.

SÉCURITÉ

- Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

PROJECTION D'UN MÉLANGE TERRE CHANVRE

LA MACHINE AU CENTRE DE LA TECHNIQUE DE CONSTRUCTION

> Cette technique de construction permet d'obtenir un **isolant non structurel**. Elle s'applique en remplissage par projection mécanique. **Le mélange est composé du liant argile mélangé à l'eau** (qui forme la barbotine) et de **chènevotte** (granulats microporeux de chanvre). La projection est réalisée avec ou sans ossature bois. Le mélange s'applique en une seule passe selon l'épaisseur désirée, de 3 à 40 cm.

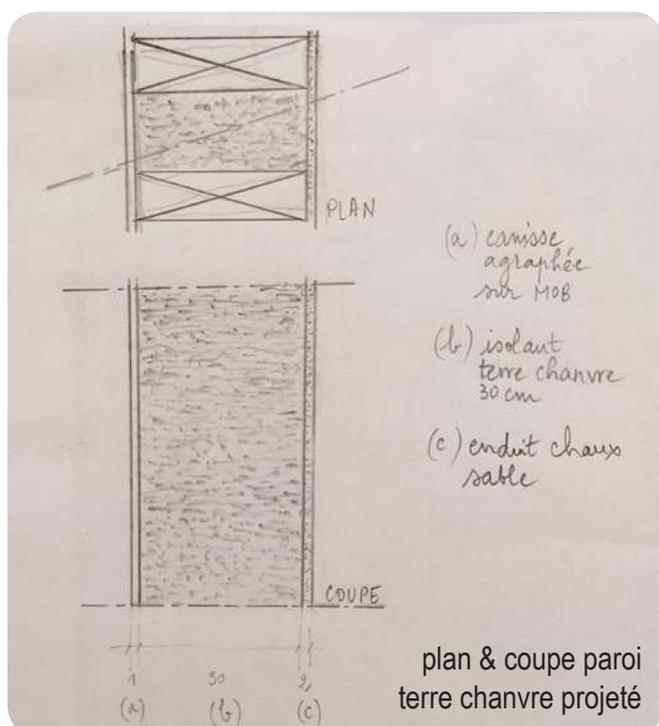
> **Le matériau peut être projeté sur différentes parois** : sol, mur, toiture. Cette technique fonctionne aussi bien en rénovation du bâti ancien (peut suivre les irrégularités des façades) que pour la construction neuve.

CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX

La terre : Il est intéressant de caractériser la terre lors de la réalisation de la barbotine. Il faut la tamiser afin d'obtenir une granulométrie ne dépassant pas 0-2. Son taux d'argile doit également être vérifié. Plusieurs tests peuvent être réalisés : - **TEST SENSORIEL** : Percevoir les grains au toucher ; - **TEST OLFACTIF** : Vérifier si la terre est végétale ou minérale ; - **TEST DU VERRE** : Tester la cohésion de la terre en versant un verre de barbotine de 20cl sur une surface plane. Si la flaque crée un cercle de 20cm de diamètre, alors la barbotine remplit le rôle de liant attendu.

La chènevotte : Dans le cas pratique au centre de formation, le matériau provient du magasin « Gamme Vert ». Plus généralement utilisé comme litière animale, il sert également aux entrepreneurs du bâtiment. La différence avec la chènevotte dite « homologuée » pour la construction est que celle-ci présente davantage de poussières et de particules fines. Elle est déconseillée pour la projection. Mais pourtant bien utilisée et acceptée par notre formateur.

Ce mélange possède de nombreuses qualités : confort thermique hivernal et estival, migration de la vapeur d'eau et traitement de l'étanchéité à l'air, adaptabilité aux parois par un contact direct avec le support grâce à la projection sans création de pont thermique, possibilité d'ajout de tout type de finition perspirante, ...



ORGANISATION DU CHANTIER - INSTALLATION DES MACHINES

COMPOSITION DU MÉLANGE

- barbotine (argile + eau)
- chènevotte (sac de 200 kg)

Notes

. La barbotine doit être préparée la veille pour décanter durant la nuit avant utilisation. Le surplus d'eau en surface peut être retiré du mélange.

L'organisation du chantier consiste à **préparer l'espace à isoler**, à savoir la pose de scotch autour des menuiseries, de bâche au sol, etc. Selon les situations, les canisses peuvent être agrafées sur l'ossature bois, les parois peuvent être décastrées, etc.

La projection terre chanvre nécessite l'installation de plusieurs machines reliées entre elles : la projeteuse à plâtre, la cardeuse et la lance projeteuse. **Les réglages d'intensité d'envoi de matière se font à la buse.** Il est possible de projeter uniquement la barbotine et l'air pour la phase d'accroche (= 3 tuyaux extérieurs), puis d'actionner en plus le tuyau central qui correspond à l'envoi de la chènevotte par la cardeuse.



PROJECTION DU MÉLANGE



Un effectif de trois personnes est nécessaire pour la projection du mélange :

- une personne déverse la **chènevotte dans la cardeuse** (mettre un masque à cause des poussières)
- une autre règle la vitesse de projection à la machine projection terre (associée au compresseur à air) et **insère de la barbotine dans la machine**
- une dernière occupe le **poste de la lance à projeter à trois buses.**

Il faut appliquer tout d'abord une couche de barbotine (de type gobetis) sur l'ossature bois afin de **créer une couche d'accroche.**

La projection est réalisée de bas en haut. Il faut veiller à **créer une couche bien horizontale** et à remonter dans les coins au fur et à mesure. Son épaisseur est de 30 cm dans ce cas-ci. Utiliser la règle de maçon pour obtenir l'épaisseur souhaitée.

Il est possible de récupérer l'isolant tombé au sol et de le réutiliser puis dans un autre coffrage pour éviter les pertes.

6

METTRE EN OEUVRE DES BOTTES DE PAILLE



La **BOTTE DE PAILLE** connaît ses débuts aux Etats-Unies avec la méthode Nebraska puis apparaît en France en 1920, à Montargis, avec la **maison Feuillette** composée d'une ossature bois et une isolation en bottes de paille, actuel Centre National de la Construction Paille.

Le **Réseau National de la Construction Paille** (RNCP) développe le matériau paille sur le territoire depuis 2006, a créé les règles professionnelles de la construction paille en 2011 (traitant uniquement de la paille de blé / du remplissage de l'isolation en mur et toiture, mais pas de la paille porteuse, ni de l'isolation extérieure) et dispense la formation Pro-Paille afin de sécuriser ce marché en forte croissance.

La botte de paille possède de nombreux avantages : abondance du matériau sans concurrencer le milieu agricole, produit local avec une minimisation du transport, bonne capacité isolante, bon déphasage thermique, murs ouverts à la perspiration et à la diffusion de la vapeur d'eau, compostable ou réutilisable en fin de vie, stockage du carbone avec bilan carbone positif, faible énergie grise, intensité sociale avec la valorisation du travail humain, ...

Son utilisation est régie par un **auto-contrôle** qui vise à vérifier les dimensions de la botte de paille, sa densité, son taux d'humidité qui sont référencés dans un tableau d'abaque des règles professionnelles permettant ainsi de vérifier sa masse volumique en partant sur une base sèche.

La botte de paille ne doit pas être déformée et peut être redressée si ce n'est pas le cas. Elle peut être reficellée pour lui donner d'autres dimensions avec des aiguilles métalliques et des ficelles ou encore découpée à la scie crocodile ou à la disqueuse. Elle peut être **posée à « plat », à « champ » ou « debout à champ »**.

OBJECTIF

Isolation paille suivant la méthode GREB d'une maison individuelle en auto-construction partielle

CONTEXTE

LIEU	chantier participatif à Baugency (site Twiza)
PÉRIODE	septembre 2019
DURÉE	bénévole 5 jours sur place
CONDITION CLIMATIQUE	favorable, pas d'intempérie
EFFECTIF	4 personnes

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

Avril	> Terrassement réalisé (entreprise professionnelle)
Mai	> Réalisation des fondations et du gros oeuvre (entreprise professionnelle)
Juin / juillet	> Élévation de la structure et étanchéité de la toiture (auto-construction)
Août / Sept	> Mise en paille et mortier (date de mon intervention) (auto-construction)
Sept / Oct	> Pose des menuiseries (auto-construction)
Novembre	> Fin du clos couvert (auto-construction)
Hiver	> Cloison, doublage, plafond, élec, plomberie, peinture, finitions (auto-construction)

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- paille
- ciment gris
- sable
- bois (coffrage)
- quincaillerie
- échaffaudage
- bétonnière
- mètre à ruban 5/8m
- marteau, visseuse à choc, perceuse, cloueur pneumatique
- scie crocodile, tiges métalliques, ficelles
- pelle, brouette, seaux

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
RFCP Règles professionnelles de construction en paille

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > bois Douglas non local, utilisation de ciment (matériau énergivore)
- Aspect positif > matériau (paille) local, abondant, économique - intensité sociale

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants imperméables à la chaux, chaussures de sécurité

DEROULEMENT CHANTIER

1. **Insertion des bottes de paille** dans la double ossature bois. Les tasser. Rembourrer de paille les espaces vides entre bottes.

2. **Fixation des clous** sur l'ossature bois. Lardés tous les 10 cm, ils ont pour fonction d'assurer la liaison entre le mortier coulé et les montants bois. Ils sont protégés contre la corrosion.

3. **Fixation de feuillards** entre chaque montant de l'ossature bois afin de conserver la distance prévue, d'empêcher tout flambement des montants et de maintenir la compression verticale des bottes de paille.

4. **Fixation de la banche** en panneau OSB sur l'ossature bois.

5. **Coulage du mortier** constitué de 3 seaux sable 0-4 + 4 seaux de sciure de bois + 1 seau de ciment + 1 seau de chaux aérienne CL90. Il est versé dans l'espace entre la paille et le coffrage. Il est vibré manuellement.

6. **Laisser sécher 12 à 24h, décoffrer.** Refaire toutes ces étapes pour la ligne / hauteur suivante.



LA TECHNIQUE GREB avec mortier allégé

1100 - 1300 kg/m³ _ lambda : 0,3 W/mK _ Sd : 0,23 m

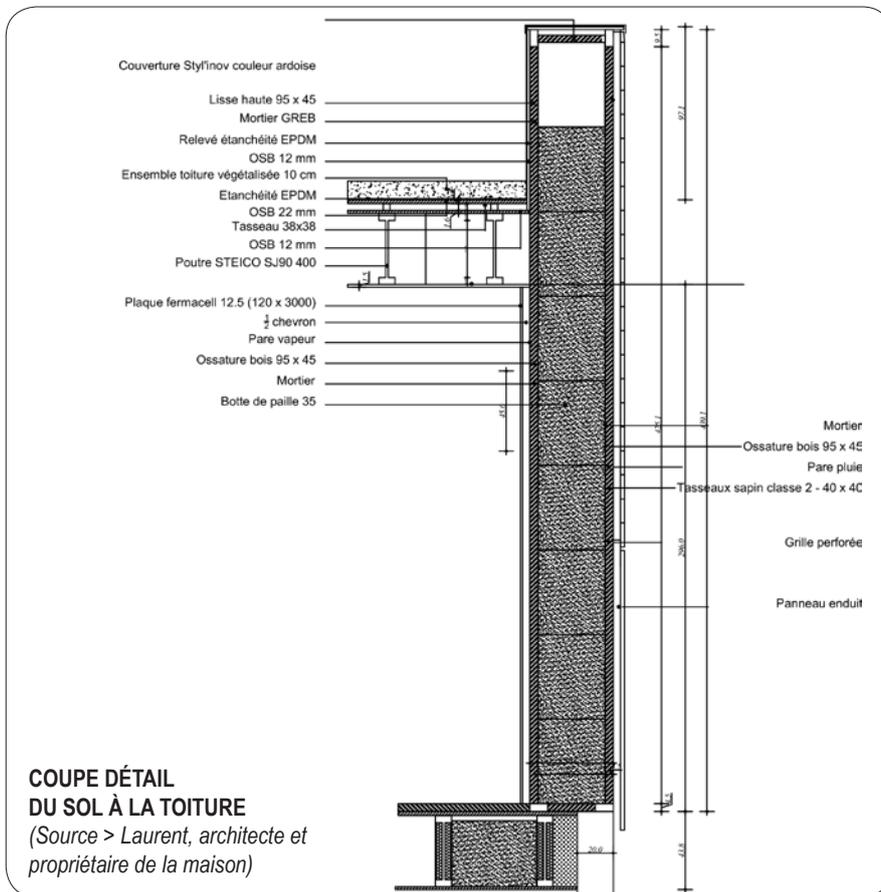
RÔLE DE CONTREVENTEMENT DU MORTIER

sable > résistance mécanique

sciure > diminue le besoin en sable + améliore l'isolation + allège et crée la perspiration

ciment > résistance et chaux > perspiration

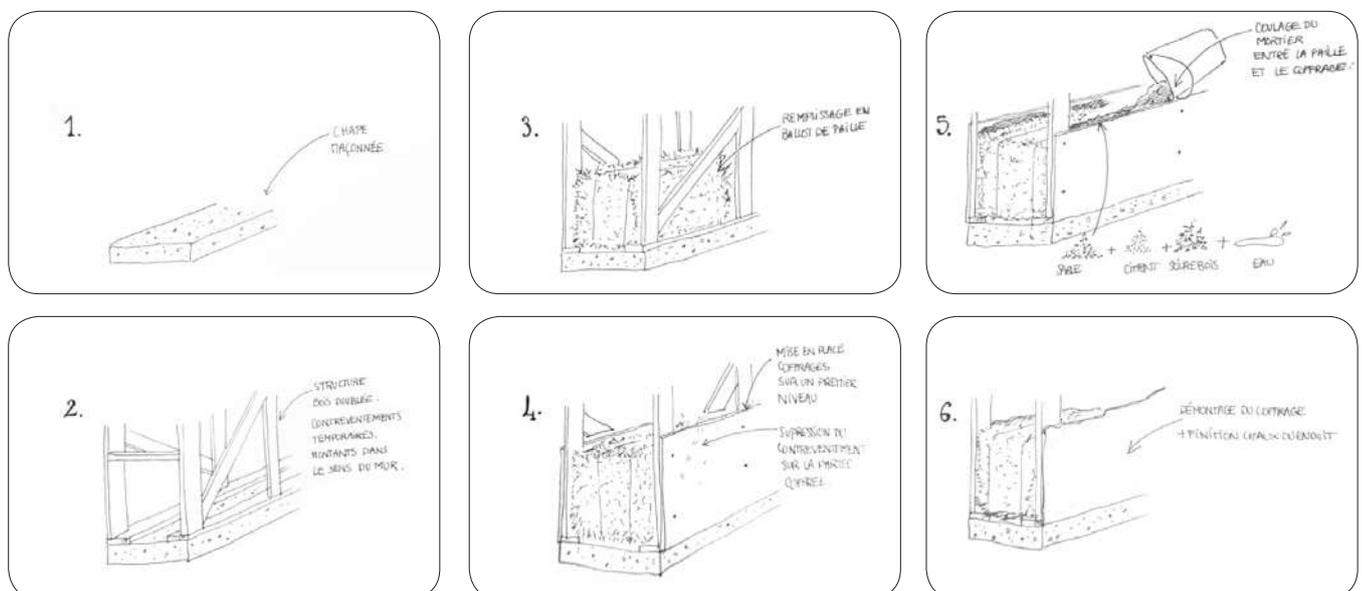




La **double ossature bois porteuse** est conçue pour enchâsser les bottes de paille et servir de support au coffrage pour la phase coulage. L'orientation longitudinale des poteaux est unique au regard des pratiques courantes de la construction bois.

L'**isolation thermique est assurée par les bottes de paille** (dimensions d'une botte 37X47X90cm - moyenne densité > environ 80 kg/m³ - lambda de la paille de 0,052 W/(m.K) - humidité inférieure à 20%) qui sont insérées dans une double ossature formant une structure en tunnel. Elles sont enveloppées de mortier allégé à la sciure de bois et coulé, servant de protection et de contreventement à la structure. Vérification des bottes de paille au préalable.

Lorsque le mur est totalement rempli, que le **mortier** a terminé sa prise, **les parois peuvent être recouvertes d'un enduit, de plaques ou de bardage en bois**. Sur ce chantier, bardage à l'extérieur et Fermacell côté intérieur.



7 PRÉPARER DES SUPPORTS ET DES MATIÈRES, PRODUIRE ET TESTER DES MÉLANGES, POSER / DRESSER / RÉALISER / FINITION / PAREMENT



OBJECTIF

Réaliser un gobetis chaux sable, un enduit de corps chaux chanvre et un enduit de finition chaux plâtre pigment (sable)

CONTEXTE

LIEU	Centre de formation Le Gabion à Mane
PÉRIODE	Septembre 2022
DURÉE	10 jours
CONDITION CLIMATIQUE	pas d'intempérie mais fraîcheur et vent (temps de séchage)
EFFECTIF	10 stagiaires dont le formateur

ORGANISATION DE CHANTIER / PLANNING

- Préparation des supports
- Préparation des mélanges
- Application des mélanges avec temps de prise et de séchage plus courts que sur chantier professionnel afin de tester les trois passes de couches d'un enduit dans le cadre de la formation OPEC

MATÉRIELS / MATÉRIAUX / MOYENS MIS EN OEUVRE

- truelle, langue de chat, lisseuse, platoir, taloche, taloche éponge
- fil à plomb, règle de maçon
- chevillette de maçon, tor
- brouette, seau, auge
- mouilleur
- malaxeur manuel, malaxeur planétaire, bétonnière
- chaux aérienne CL90, chaux vive
- sable 0/4 et 0/2
- chanvre (chenevotte)
- pierre ponce 0/6
- poudre de marbre, pigment de Rustrel

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

DTU 26.1 travaux d'enduits de mortiers

GESTION ENVIRONNEMENTALE / DÉVELOPPEMENT DURABLE

- Aspect négatif > concernant la chaux : dangerosité de cette matière (attaque de la peau et des voies respiratoires) et nécessité de cuire à haute température le calcaire pour réaliser la calcination
- Aspect positif > concernant le chanvre : gisement conséquent et peu d'impact lors de la récupération de la chenevotte

SÉCURITÉ

Casque avec oreilles anti bruit, lunettes, gants, chaussures de sécurité

Du support à l'application de l'enduit

Les enduits font partie du second oeuvre et des finitions. Ils ont un rôle technique et esthétique en créant une couche de protection aux murs (étanchéité, protection au feu,...) et en prenant l'aspect que l'on souhaite afin d'habiller les parois intérieures comme extérieures. Ils peuvent être exécutés avec différents matériaux tels que la terre, le plâtre, la chaux, le chanvre, etc. qui ont chacun leurs particularités. Les mélanges peuvent être préparés la veille pour une meilleure consistance et lever la matière (l'eau en surplus est au-dessus).

Les enduits sont généralement réalisés en 3 passes :

- le gobetis qui correspond à la surface d'accroche au support
- le corps d'enduit (ou renformis) qui donne l'épaisseur et lui confère ses propriétés physiques
- la finition qui crée une peau de protection et donne l'esthétique finale de la paroi

> Attention à doser et à mettre en oeuvre correctement les mélanges, à mettre la quantité d'eau adéquate, à protéger les enduits des intempéries afin d'obtenir un enduit robuste et esthétiquement réussi.

1) GOBETIS. CHAUX SABLE

On parle d'« **écrouûtage** » pour l'optimisation de l'accroche du gobetis sur le support avec une accroche mécanique (accroche du support avec nettoyage des poussières, décrouûtage et destruction de surplus de matières, etc) et une accroche chimique (porosité du support avec mouillage).

Le mélange du gobetis est préparé dans la bétonnière. Le support (mur en brique de terre monté au briqueteur) est dépoussiéré et mouillé avant application. **Le mélange est appliqué à la truelle de manière projeté avec un mouvement gracieux jusqu'à remplissage total de la zone.**

Le gobetis doit être uniforme et régulier, sans surcharge, afin de constituer une bonne accroche pour le corps d'enduit. Le temps de séchage est variable en fonction des supports et du taux d'humidité de la paroi. Il faut contrôler son aspect avant la pose de la prochaine couche.

COMPOSITION DU MÉLANGE

à la bétonnière

- 2 volumes de sables 0/4
- 1 volume de chaux aérienne CL90

(consistance souhaitée : pâte à crêpe)

Notes

- . Les dénominations sur les sacs sont en anglais.
- . La chaux aérienne a une teneur de 90% de calcaire, d'où l'origine de sa pureté. Son caractère perspirant permet d'éviter de bloquer l'humidité dans les murs.



2) CORPS D'ENDUIT. CHAUX CHANVRE

Le corps d'enduit fait la **transition entre le gobetis et l'enduit de finition**. L'objectif consiste à réaliser une couche homogène avec une surface plane qui servira de support à l'enduit de finition. Son **rôle de correcteur thermique** est assuré par son épaisseur de 4-5 cm, par sa composition fibreuse (charge) et par la perspiration de la chaux aérienne (liant).

On prépare le mélange la veille de la pose, ce qui correspond au temps de séchage du gobetis. **Le mélange est réalisé à l'aide d'un malaxeur planétaire**, disposé ensuite dans un coffrage en bois sanglé de 2x1 m. Le dressage est réalisé avec une truelle. La projection dynamique doit s'insérer dans les cavités du gobetis. L'enduit est ensuite lissé à la taloche, légèrement, afin d'éviter de créer des poches d'air et de faire trop sortir les laitances ce qui risquerait d'empêcher son **adhésion au gobetis**. Le séchage préconisé est d'1 à 2 semaines.

COMPOSITION DU MÉLANGE

au malaxeur planétaire

- 200 L de chanvre (chènevotte) (densité 0.1)
- 100 kg de chaux aérienne CL90 (densité 0.5)
- 66 L de pierre ponce (densité 0.7)
- 110 L d'eau (densité 1)

Notes

. Importance de la densité de la matière qui indique le caractère inertiel et isolant de la matière et si celle-ci est plus ou moins gorgée d'eau ou sèche.



3) ENDUIT DE FINITION.

CHAUX PLÂTRE PIGMENT

Il s'agit du même mélange que pour les enduits de finition chaux sable avec pour différence **l'ajout du plâtre**. Cet enduit de finition a pour rôle de **réduire la fissuration** et permet de **réaliser des enduits lissés**. Il est possible de le travailler de différentes manières : **lissage, sablage, ou à la taloche éponge** selon l'effet souhaité.



COMPOSITION DU MÉLANGE

- 2,5 volumes de sable (avec 3 types de sable)
- 1 volume de chaux aérienne en pâte
- couche d'1cm de plâtre
- eau

Notes

. Il est également possible de réaliser des enduits de décoration sur les enduits de finition : technique du tadelakt, ou avec de la poudre de marbre fine, stuc, etc.

1. Ossature bois

Entreprise : Atelier du bâtiment
Lieu du chantier : Dieulefit, Drôme (26)

2. ITE murs et toiture

Entreprise : Eco Systèmes Construction
Lieu du chantier : Grenoble, Isère (38)

3. Maçonnerie, enduits, menuiseries

Entreprise : CDE Petra Patrimonia
Lieu du chantier : Oraison, Alpes de Haute Provence (04)

4. Isolation, charpente, couverture

Entreprise : Atelier du Bois Vert
Lieu du chantier : Ayn & Albertville, Savoie (73)

5. Ossature bois, isolation chaux chanvre

Entreprise : TCND - Lieu du chantier : Lans en Vercors (38)



CONCLUSION

La **formation OPEC** et les chantiers participatifs m'ont apporté de nombreuses ressources complémentaires à ma formation initiale d'architecte.

J'ai apprécié la passerelle permanente entre théorie et pratique au centre de la formation. **Lier connaissance et savoir-faire** me semble capital **pour mieux envisager un chantier de construction bioclimatique** dans sa globalité.

En effet, il faut prendre en compte l'ensemble des problématiques logistiques et les points d'attention majeurs auxquels on ne peut déroger. C'est également rassurant de voir que des **règles professionnelles** se constituent et s'imposent au sein du monde de la construction. Il existe désormais de nombreuses ressources documentaires afin de construire dans un **cadre réglementaire** reconnu, notamment par les assureurs.

Les stages m'ont fait découvrir différents aspects de l'entreprise, et m'ont fait réfléchir sur ma manière d'exercer demain. J'ai eu la chance de tisser des relations qui me permettront peut être de concevoir et de construire avec des personnes engagées et compétentes. Cette immersion dans le milieu du travail a également eu le mérite de me démontrer que des artisans, des maîtres d'oeuvre, des bureaux d'étude et des clients se sentent **concernés par l'éco-construction** et par ce monde que nous nous devons de préserver au mieux.

Je suis convaincue d'avoir fait le bon choix en participant à cette formation OPEC, par la richesse du contenu qu'elle présente et par l'ouverture qu'elle offre à ce domaine. L'envie d'**allier conception et construction dans une démarche bioclimatique et collective** m'anime. L'idée de travailler en coopérative avec d'autres artisans et architectes est un projet professionnel dans lequel je souhaite m'engager.

L'architecture dite « conventionnelle », pratiquée en masse encore de nos jours, n'a pas la même appétance pour moi que celle de l'éco-construction !

