

TUTORIEL POUR LA CONSTRUCTION D'UN LOCAL DE STOCKAGE DE MATÉRIEL, DE STOCKAGE CLIMATISÉ DE LÉGUMES ET D'UNE TERRASSE COUVERTE POUR LA VENTE



LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



TUTORIEL POUR LA CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT MODULAIRE, DÉMONTABLE ET RÉALISABLE EN AUTO-CONSTRUCTION COMPORTANT UN LOCAL DE STOCKAGE DE MATÉRIEL, UNE CHAMBRE CLIMATISÉE POUR LE STOCKAGE DE FRUITS ET LÉGUMES ET UNE TERRASSE COUVERTE POUR LA VENTE DES PANIERS

Ce tutoriel est issu des [projets de recherche-action BâtiAlim](#) et du projet de prématuration BâtiMouv, respectivement financés par la Fondation de France et par la région Occitanie et pilotés par l'INRAE-UMR Innovation. Ces projets ont permis d'expérimenter de nouveaux modes de gestion du bâti alimentaire basés sur la réversibilité, la modularité et l'auto-construction des bâtiments.

Ce tutoriel est destiné à guider la construction d'un bâtiment de stockage et de vente comportant trois parties :

- un local de stockage de matériel,
- un local climatisé pour la conservation de fruits et de légumes,
- une terrasse couverte pour la vente.

Ce type de bâtiment est conçu pour des petites exploitations maraîchères n'ayant pas besoin de gros volumes de stockage, mais sa conception modulaire permet de réaliser un bâtiment plus grand et/ou organisé différemment si besoin.

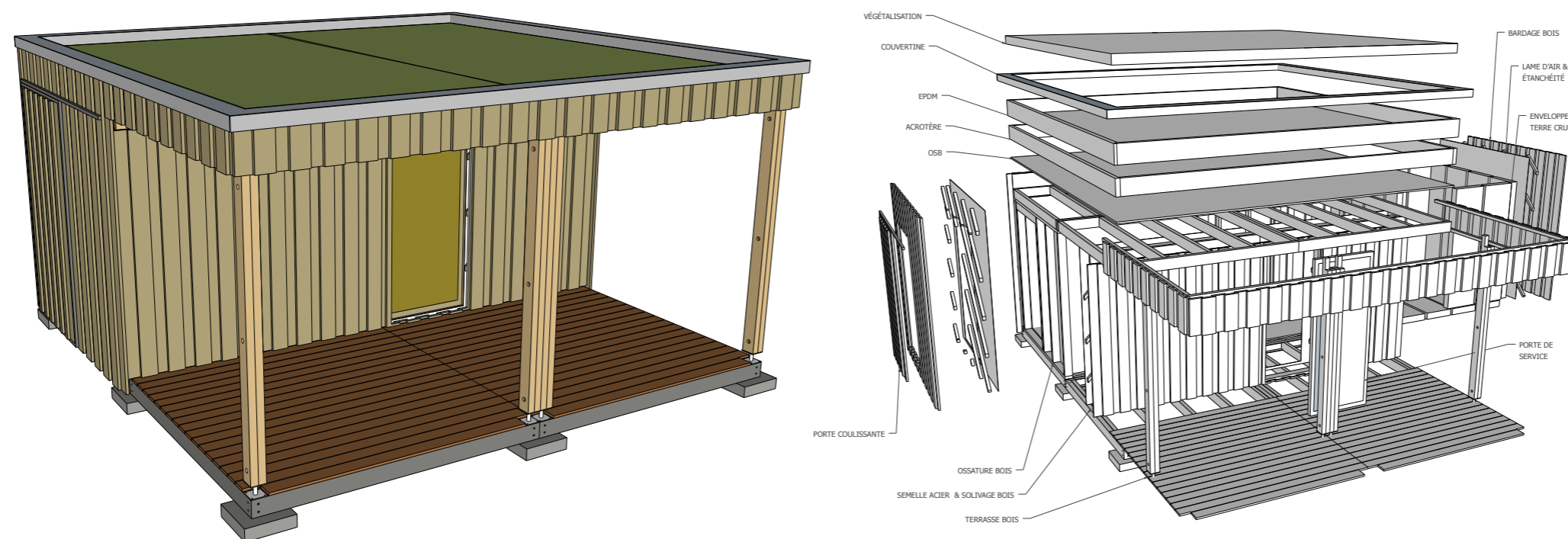
Afin de permettre à de futurs porteurs de projet (agriculteurs ou collectivités) de reproduire aisément ce bâtiment ou ces modules, ce tutoriel offre un ensemble de ressources organisées de la façon suivante (voir sommaire p4) :

- Le descriptif détaillé de chaque étape de construction, les plans 2D/3D, les illustrations constituant le corps du texte (ÉTAPES).
- Des « tutoriels vidéo » et des photos permettant de montrer certains gestes ou étapes délicats sont insérés via des liens informatiques dans l'encart situé en haut sous le titre de chaque page.

Un ensemble de ressources complémentaires sont intégrées en annexes : la liste des matériaux, des outils, de certains fournisseurs et des études (structure, thermique, bilan financier/coût).

Les évaluations de la faisabilité technique de l'auto-construction et des performances des bâtiments, ainsi que les retours critiques sur la conception et le fonctionnement du bâtiment ou les suggestions d'amélioration sont disponibles sur le site internet du projet.

Ce tutoriel est disponible en « open source » et peut donc être diffusé.



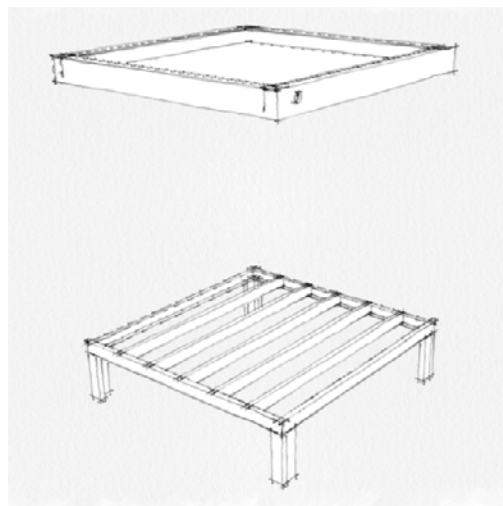
LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

1

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE





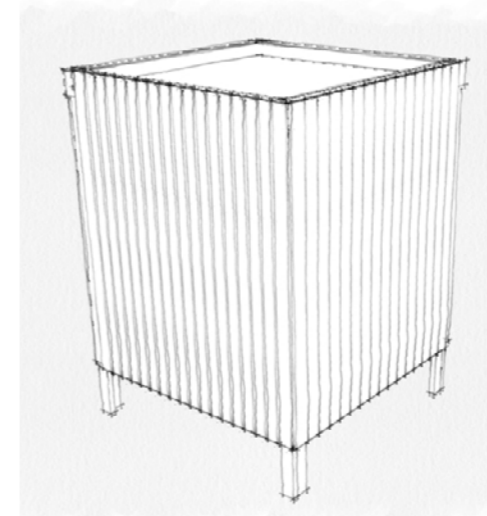
Socle et pieds : profils métalliques IPE et solivage bois



Ossature bois

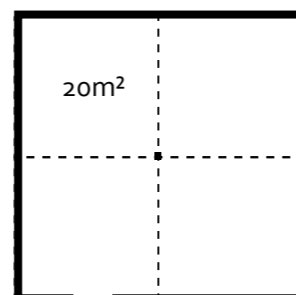
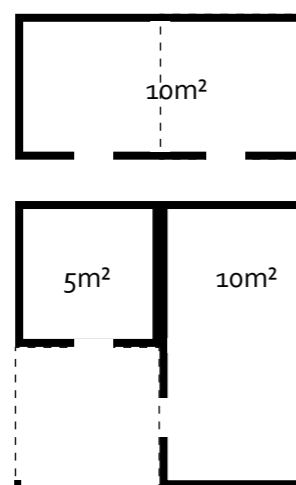
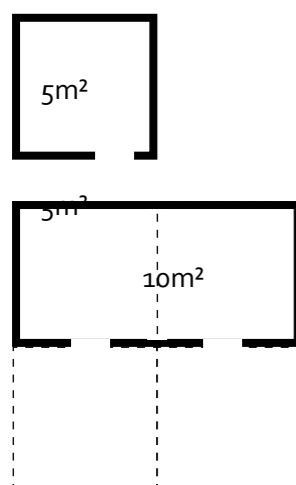
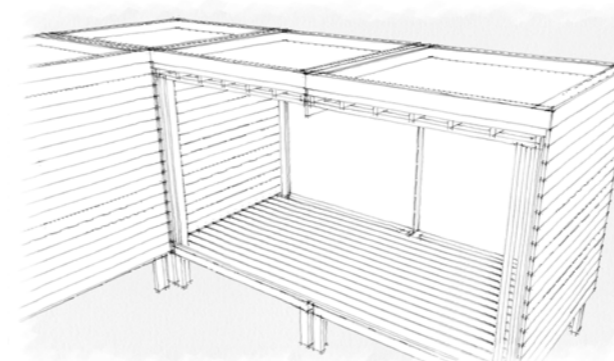
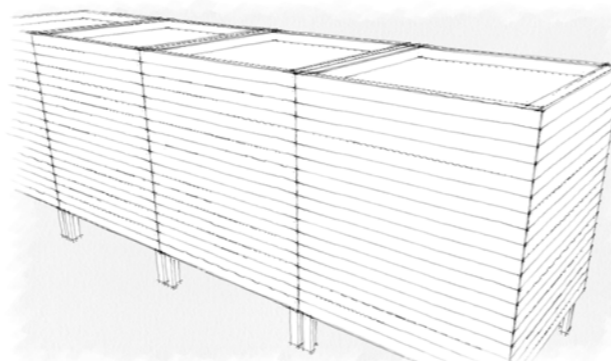
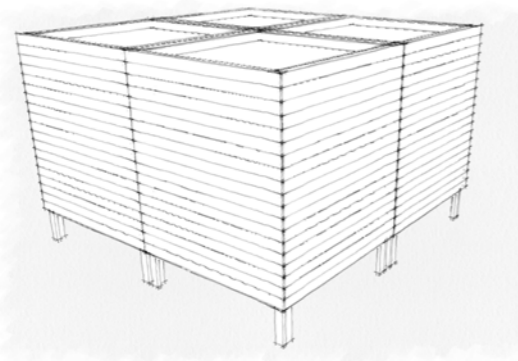
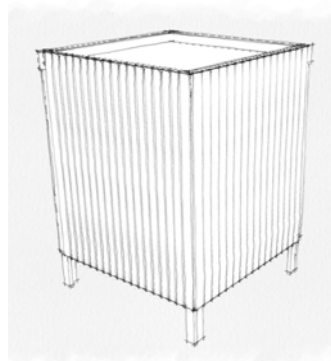


Toiture terrasse végétalisable



Bardage bois

PRINCIPE CONSTRUCTIF



Conseil :

La construction du bâtiment peut être réalisée directement sur la parcelle devant l'accueillir ou dans un local permettant de travailler à l'abri, les pans de murs pouvant être ensuite transportés sur place. Avant de démarrer le chantier de construction, prévoir des espaces de stockage des matériaux (longerons métalliques, planches de bois, OSB, etc.) qui peuvent être très volumineux.

La conception des bâtiments agricoles est basée sur l'association de modules démontables que l'on peut combiner de différentes manières en fonction des besoins et dont la structure identique est adaptable à différents usages. Les matériaux utilisés permettent de répondre à une approche écologique de la construction. Les matériaux sont autant que possible naturels, locaux, biosourcés. Le choix des matériaux et l'auto-construction ont également pour but de réduire le coût de la construction et de donner plus d'autonomie au porteur de projet dans la conception de la construction et dans son déroulement.

Les dimensions des modules sont de 2,50 mètres de largeur et de 2,30 mètres de hauteur pour faciliter leur transport. Tous les éléments structuraux (plancher, ossature des murs, toiture...) sont pensés dans cette logique d'un module répliquable. La structure des modules est en bois. La base est en métal pour sa capacité à supporter de lourdes charges et à faciliter le démontage/remontage. Les pans de murs sont tous isolés de la pluie et bardés de bois à l'extérieur. L'habillage intérieur varie selon la fonction du local.

Deux modes de climatisation du local destiné à la conservation des légumes sont proposés. Une climatisation passive basée sur une enveloppe à forte inertie offerte par un remplissage des ossatures en briques de terre crue et fibre et la toiture végétalisée. Un système de climatisation active réalisé via l'installation d'un petit climatiseur mobile alimenté par des panneaux photovoltaïques (disponibles dans tous les commerces grand public locaux ou en ligne). Ces deux systèmes restent des solutions « low-tech » et « low-cost ». Il est possible d'installer un seul ou les deux systèmes.

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

2

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



PRINCIPE MODULAIRE

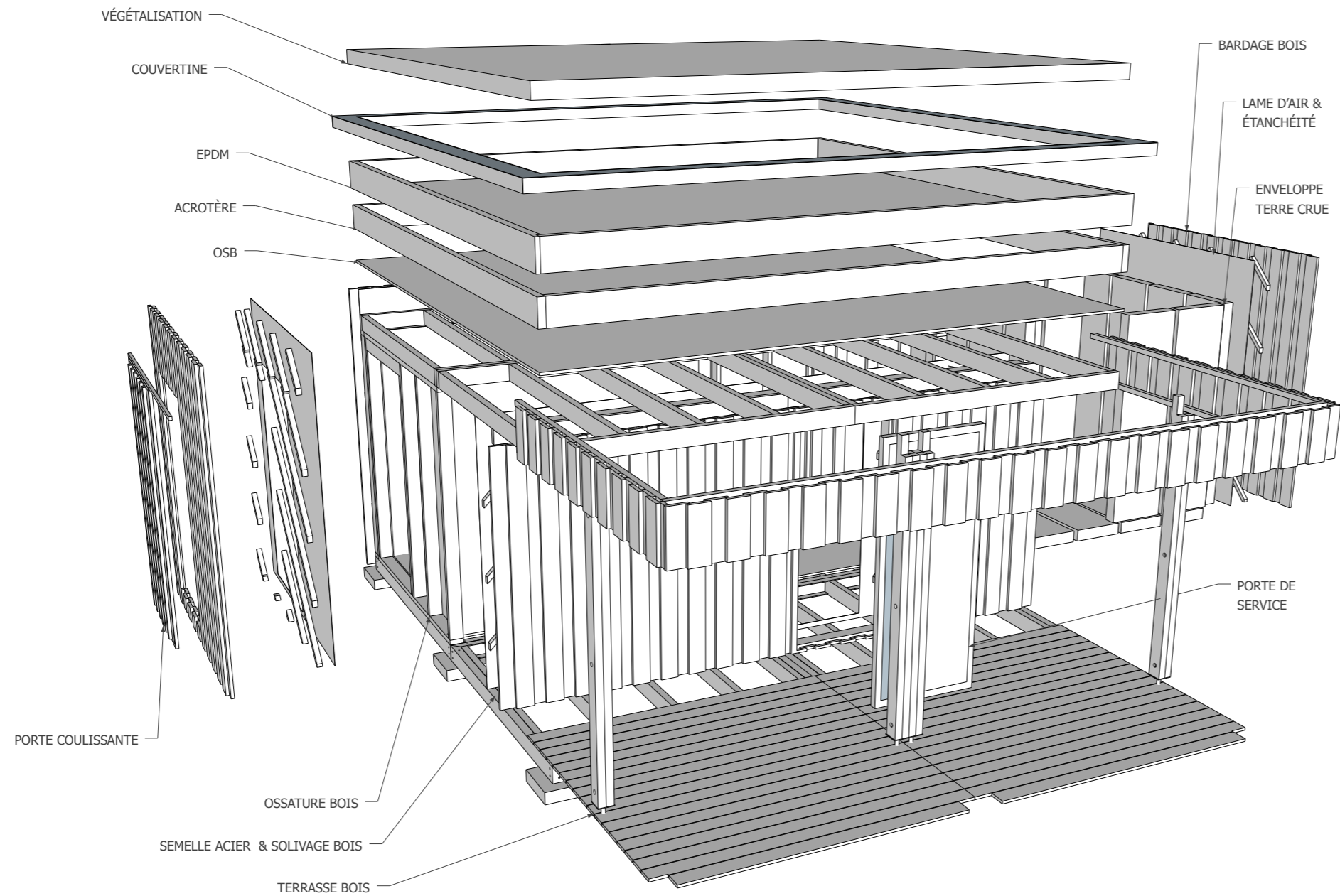
ÉTAPES :

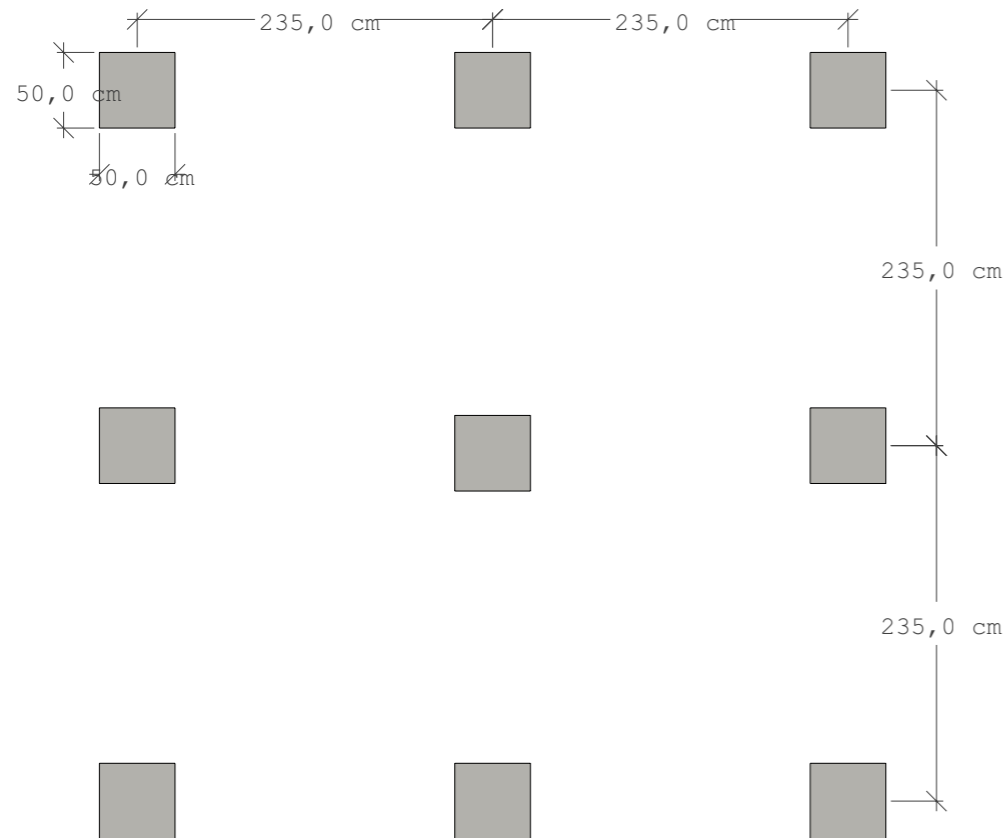
- A. [RÉALISATION FOUILLES ET FONDATION](#)
- B. [POSE CHÂSSIS MÉTAL SUR FONDATION](#)
- C. [POSE SOLIVAGE](#)
- D. [OSSATURES MURS ET CLOISONS](#)
- E. [POSE POTEAU ET CONTRE-FICHE](#)
- F. [CRÉATION ET POSE STRUCTURE TOITURE](#)
- G. [POSE BÂCHE EPDM](#)
- H. [REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS](#)
- I. [REVÊTEMENT INTÉRIEUR EN BRIQUES DE TERRE CRUE](#)
- J. [REVÊTEMENTS INTÉRIEURS EN OSB](#)
- K. [PORTES](#)
- L. [VENTILATION](#)
- M. [DISPOSITIF DE CLIMATISATION](#)

ANNEXES :

- 1. [ÉTUDE STRUCTURELLE](#)
- 2. [ÉTUDE THERMIQUE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES BRIQUES DE TERRE CRUE](#)
- 3. [ÉTUDE POUR LE DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF DE CLIMATISATION](#)
- 4. [LISTE DU MATÉRIEL À PRÉVOIR](#)
- 5. [LISTE DES MATÉRIAUX](#)
- 6. [COÛT DU PROTOTYPE](#)
- 7. [VIDÉOTHÈQUE / PHOTOTHÈQUE](#)

REMERCIEMENTS





PLAN DE PRINCIPE DES FONDATIONS



A. RÉALISATION DES FONDATIONS ET ORIENTATION

Photos fondations

Principe :

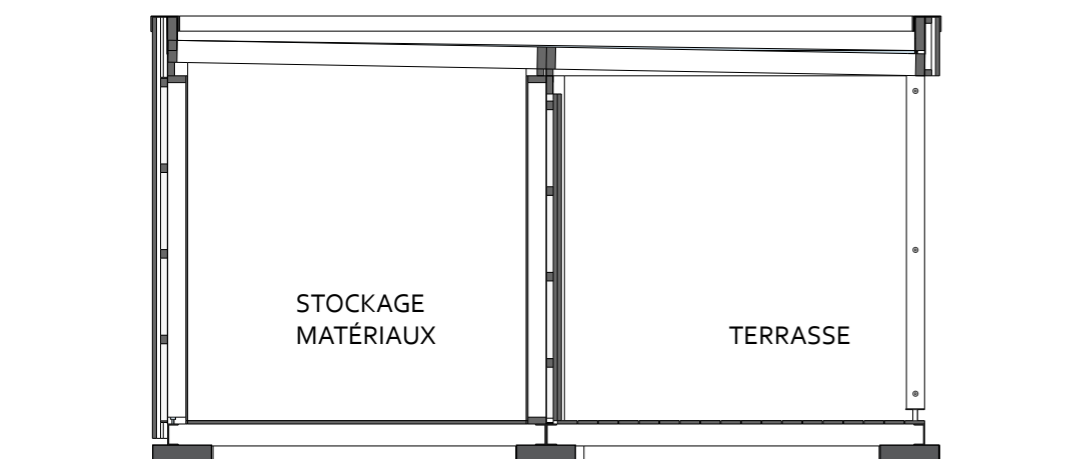
Pour permettre la réversibilité de la construction. On plantera le bâtiment sur un système de fondations solides, mais que l'on peut enlever. Pour cela on choisira de plots et non des dalles de béton. Le dimensionnement des plots est hors champ du tutoriel, car les recommandations dépendent du type de sol. Une [étude structurelle](#), disponible en annexe (2) du tutoriel, donnera des informations de charges spécifiques qui permettront, éventuellement, avec une étude de sol préalable, de préciser le choix du type de fondation et son dimensionnement.

Il existe de nombreux types de plots : plots-ciments, pneus lestés, vis d'ancrage en acier, pieux bois, etc. Les prototypes ont été réalisés sur plot-ciment. Ce type de plot permet notamment de mettre le bâtiment à niveau dans le cas de terrains en pente (voir photo ci-contre). Nous partageons ici un plan qui permet le positionnement des plots pour un ancrage optimisé des longerons métalliques qui forment la structure du plancher bas.

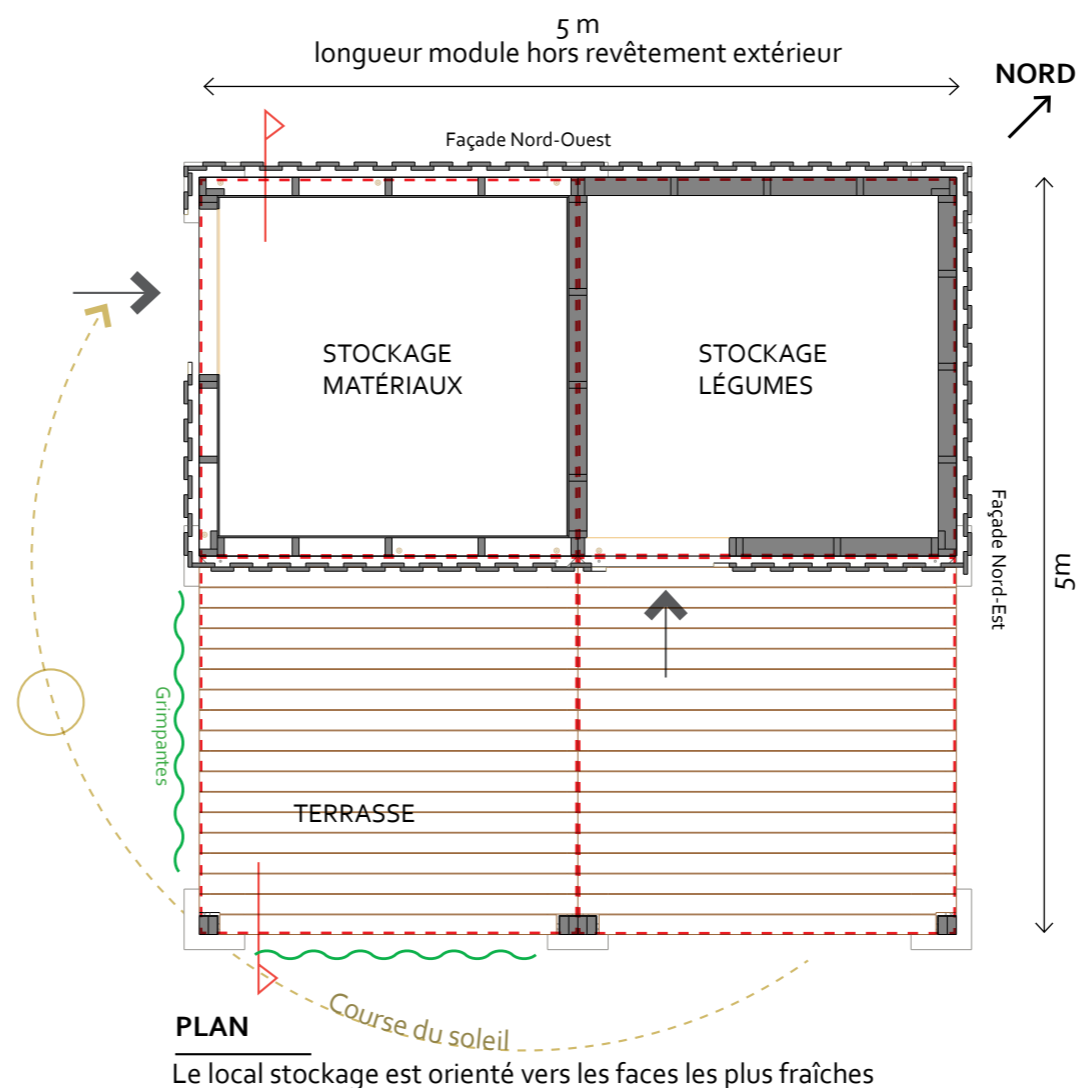
Conseils :

On privilégiera une orientation du bâtiment qui permette de limiter la surchauffe due au rayonnement solaire. Ici du fait de la configuration choisie, les façades du stockage des légumes sont orientées Nord-Est - Nord-Ouest.

Cette configuration permet également de faire pousser une végétation grimpante sur les faces les plus exposées qui protègent également de la surchauffe due à l'exposition au soleil.



COUPE



PLAN

Le local stockage est orienté vers les faces les plus fraîches

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

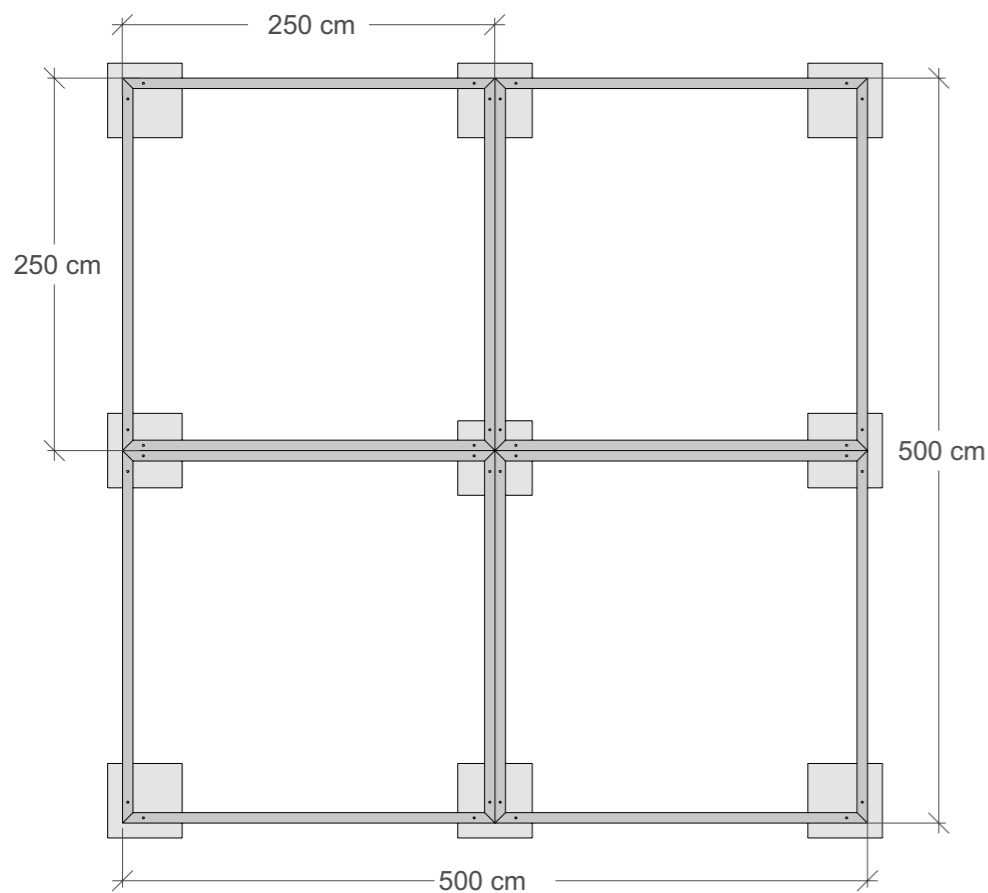
4

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE

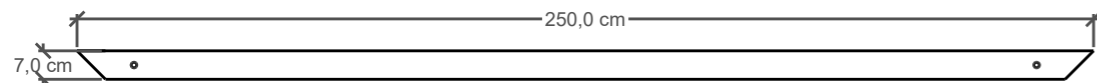


retour au
sommaire

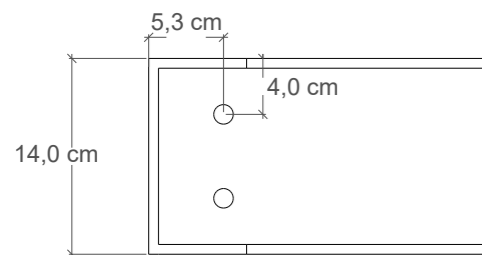


PLAN DU CHÂSSIS MÉTAL 1/50

4 cadres identiques assemblés entre eux

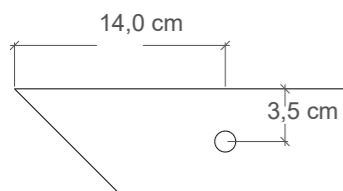


PLAN DES UPE



Vue de face

perçement pour assemblage avec cornière métallique



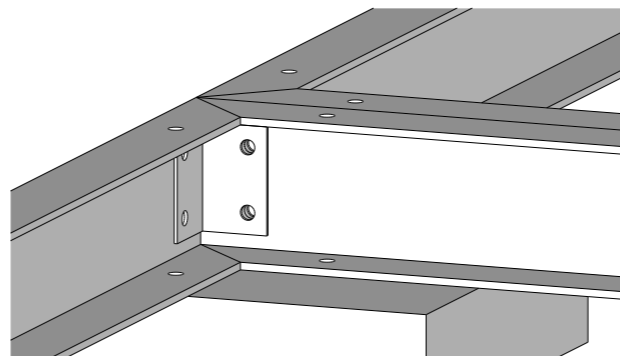
Vue de haut

perçement pour assemblage avec lisse basse ossature bois

POSITION DES PERCEMENTS

Conseils :

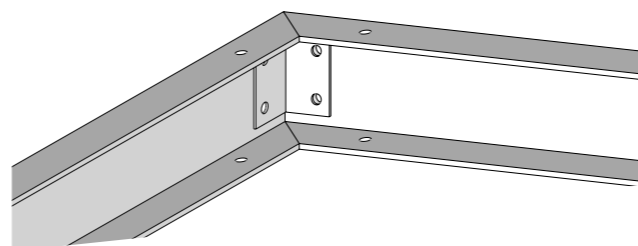
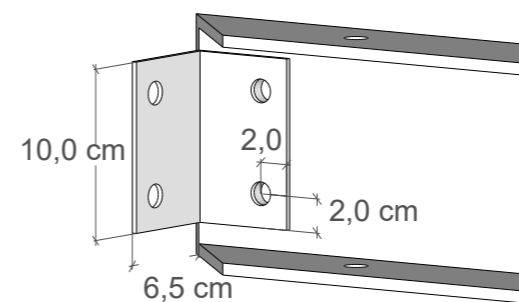
Les percements inférieurs permettront l'ancrage des UPE aux plots. Les percements supérieurs permettront l'ancrage des ossatures bois aux UPE et la possibilité de percer les plots-ciments directement avec les UPE en place.



ANCRAGE DES UPE SUR PLOTS BÉTON

Deux options d'ancrage aux plots :

Tiges filetées Ø12 + scellement chimique ou goujon d'ancrage Ø12.



DÉTAIL D'ASSEMBLAGE DES UPE

L'assemblage des UPE entre eux se fera à l'aide d'une cornière métallique et de boulons Ø12 de min 55mm de longueur et d'écrous frein Ø12

B. POSE DU CHÂSSIS MÉTAL SUR LES FONDATIONS

Tutoriel 1 - Installation du châssis métallique

Principe :

Usinage des éléments métalliques - Pose d'un rupteur capillaire - Positionnement & équerrage des poutrelles - Contrôle des niveaux & alignements - Perçage et ancrage - Assemblage des châssis

Le châssis est composé de 4 cadres, eux-mêmes formés de 4 poutrelles en U métalliques (UPE). La solution de plancher bas a été choisie en métal pour les prototypes, mais il peut également être réalisé en bois. Le choix du métal a été motivé par : la charge du remplissage en terre crue, l'exposition à l'eau et la durabilité pour des démontages et remontages possibles. Le choix du bois permet de réduire le coût.

Les 16 UPE seront préalablement usinés comme annoté ci-contre et seront tous identiques. 16 cornières permettront d'assembler les UPE entre eux. Les percements se feront en Ø14 afin de pouvoir être assemblés par des boulons de Ø12.

Les UPE qui recevront les ossatures bois auront également un percement au milieu de leur longueur, afin de prévoir 3 points de fixation de la lisse basse (partie inférieure du pan de mur) de l'ossature à l'UPE.

Un feutre bitumineux sera placé entre les UPE et les plots.

Matériaux :

- UPE 140 – 2m50 – x16
- Cornières 65mmx65mm – x16
- Tige filetée (et scellement chimique) ou goujons Ø12 – 20cm – x 32
- Boulon - Ø12 – 55mm – x 48
- Écrous frein - Ø12 – x 48

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

5

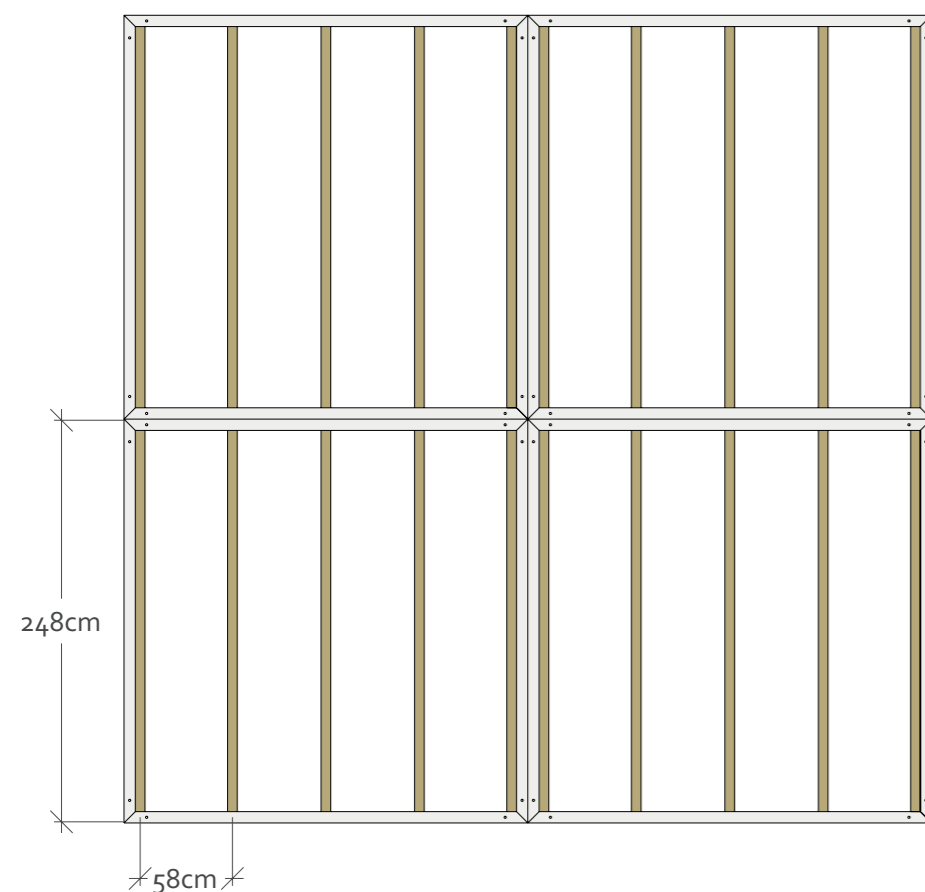
INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE

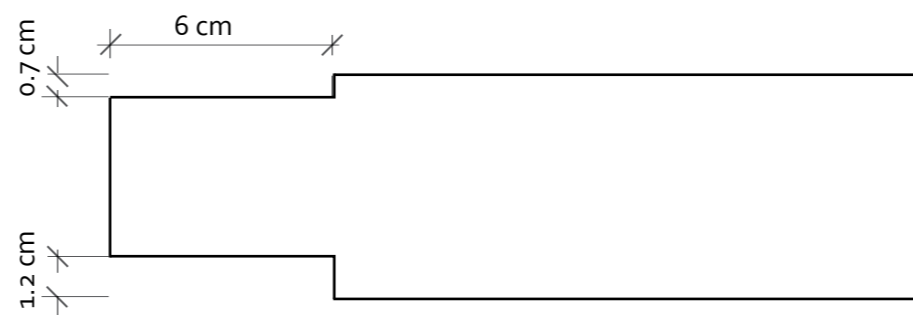


retour au sommaire

ASSEMBLAGE DES CADRES

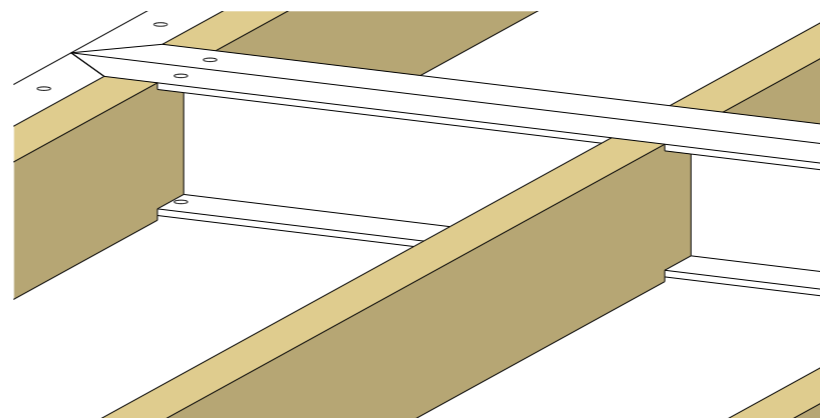


PLAN DU SOLIVAGE 1/50



DÉTAIL DES SOLIVES

Défonçage des solives pour leur encastrement dans les UPE



INSERTION DES SOLIVES

C. POSE DU SOLIVAGE

[Tutoriel 2 - Découpe et pose du solivage](#)

[Photos solivage](#)

Principe :

Découpe des solives – défonçage des appuis afin de permettre leur encastrement – installation des solives

Le solivage est composé de 5 pièces de 145mm x 60mm par cadre métallique. Elles seront taillées afin de s'insérer dans les UPE et d'être au même niveau haut que les UPE. Ceci, afin de recevoir les ossatures et platelages (plancher bois, plancher OSB, ...).

Conseils :

Confectionner un patron pour optimiser la découpe des solives

Cales pour corriger les défauts de niveau

Pour les éléments qui sont le long des UPE : les couper un peu plus court pour passer les écrous.

Matériaux :

- Bois - 145mm x 60mm – x20

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

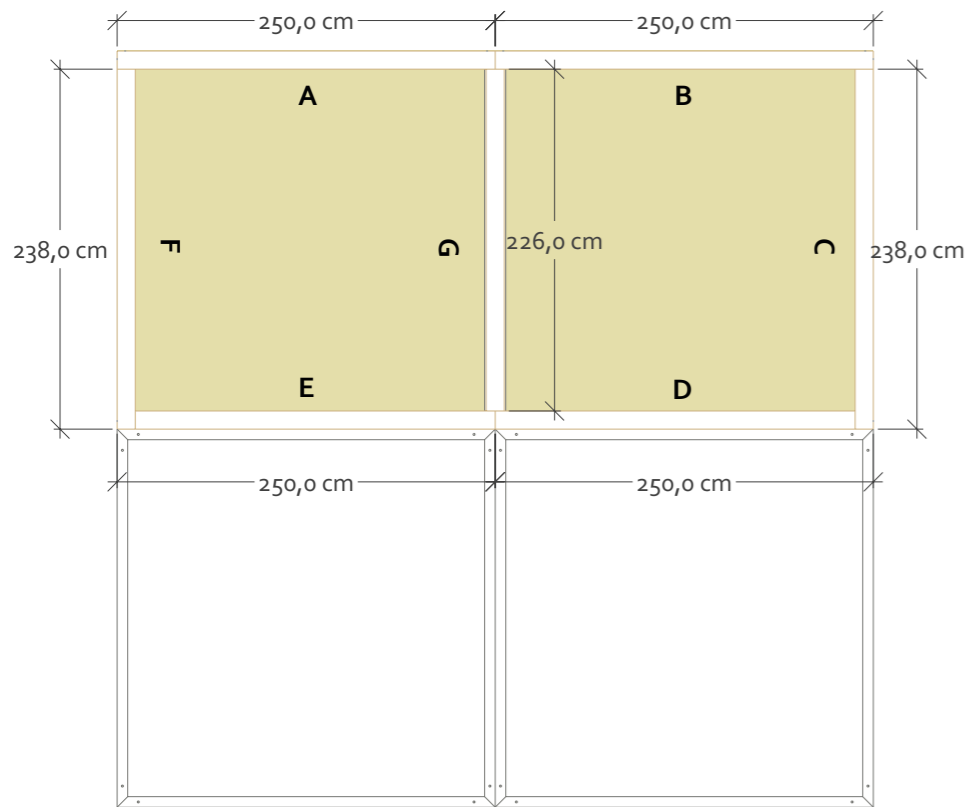
6

INRAE

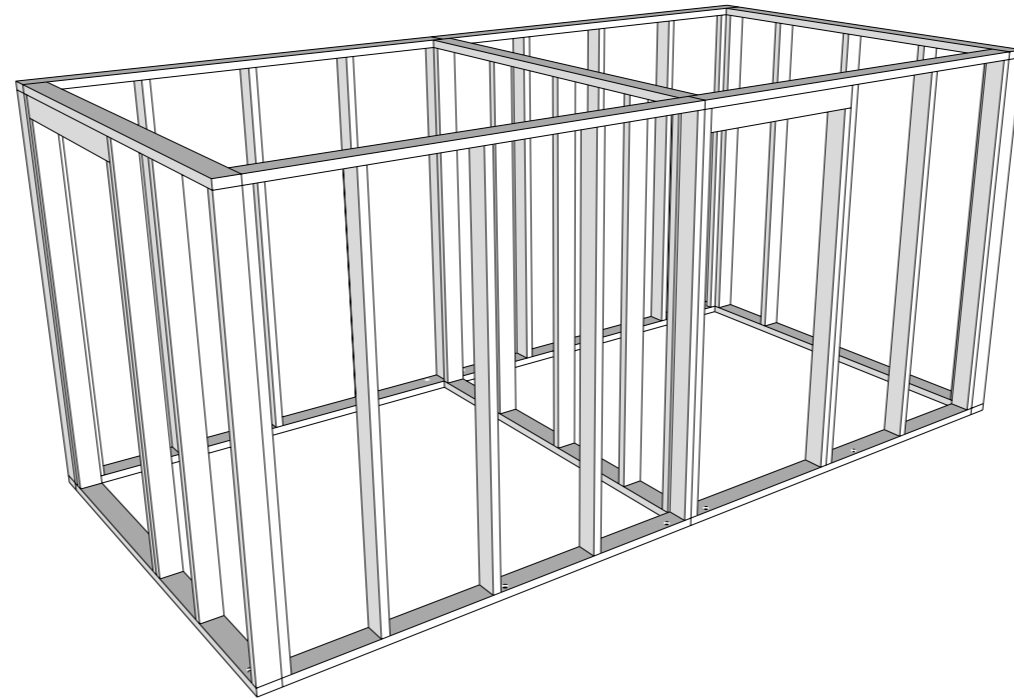
BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



▲ [retour au sommaire](#)



REPÉRAGE DES PANS DE BOIS 1/50

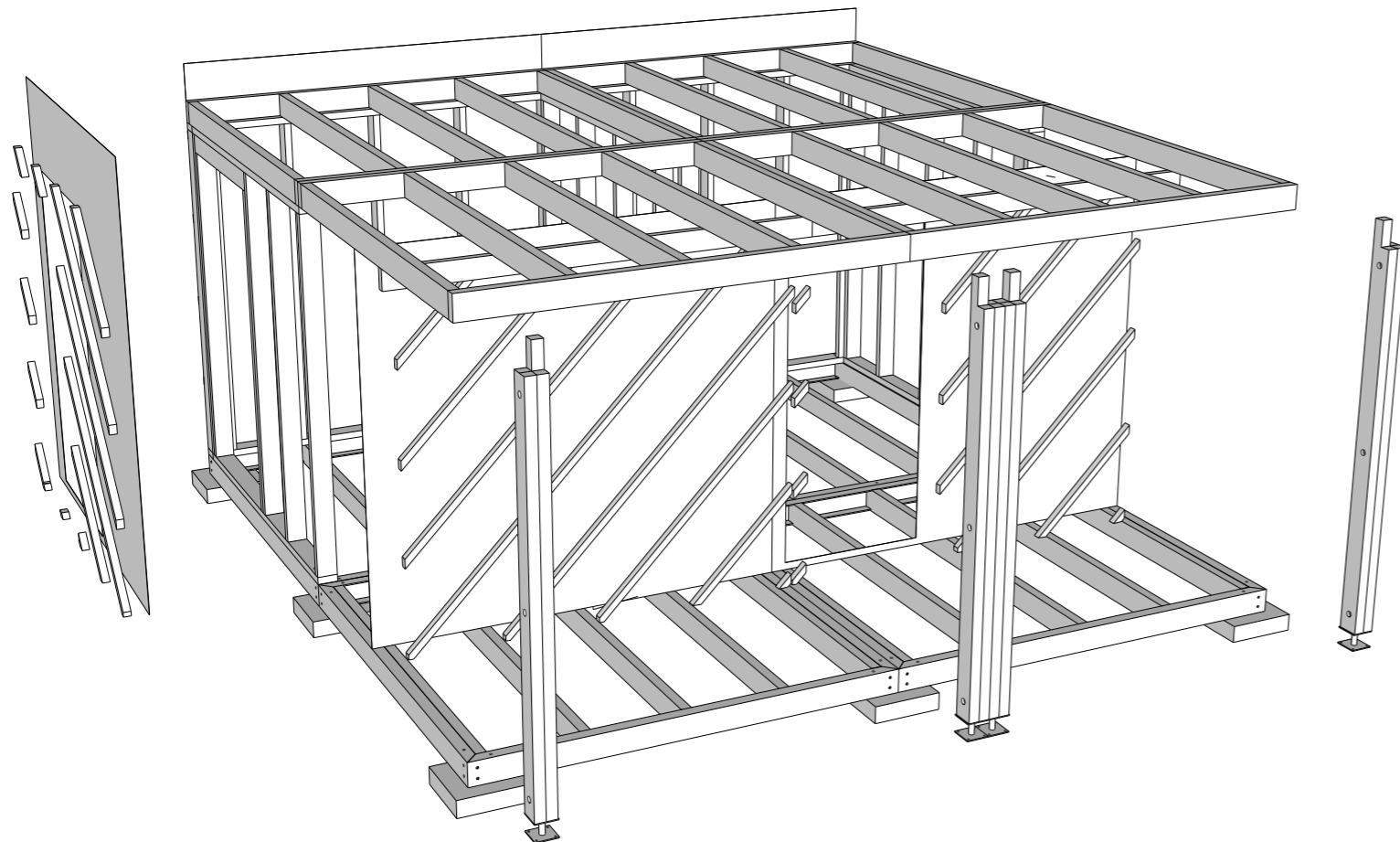


D. OSSATURE MURS ET CLOISONS

D1 : Création des murs extérieurs

D2 : Pose pare-pluie et pose liteaux 45° sur ossature des murs

D3 : Pose des ossatures des murs sur châssis métal



LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

7

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



▲ [retour au sommaire](#)

Principe :

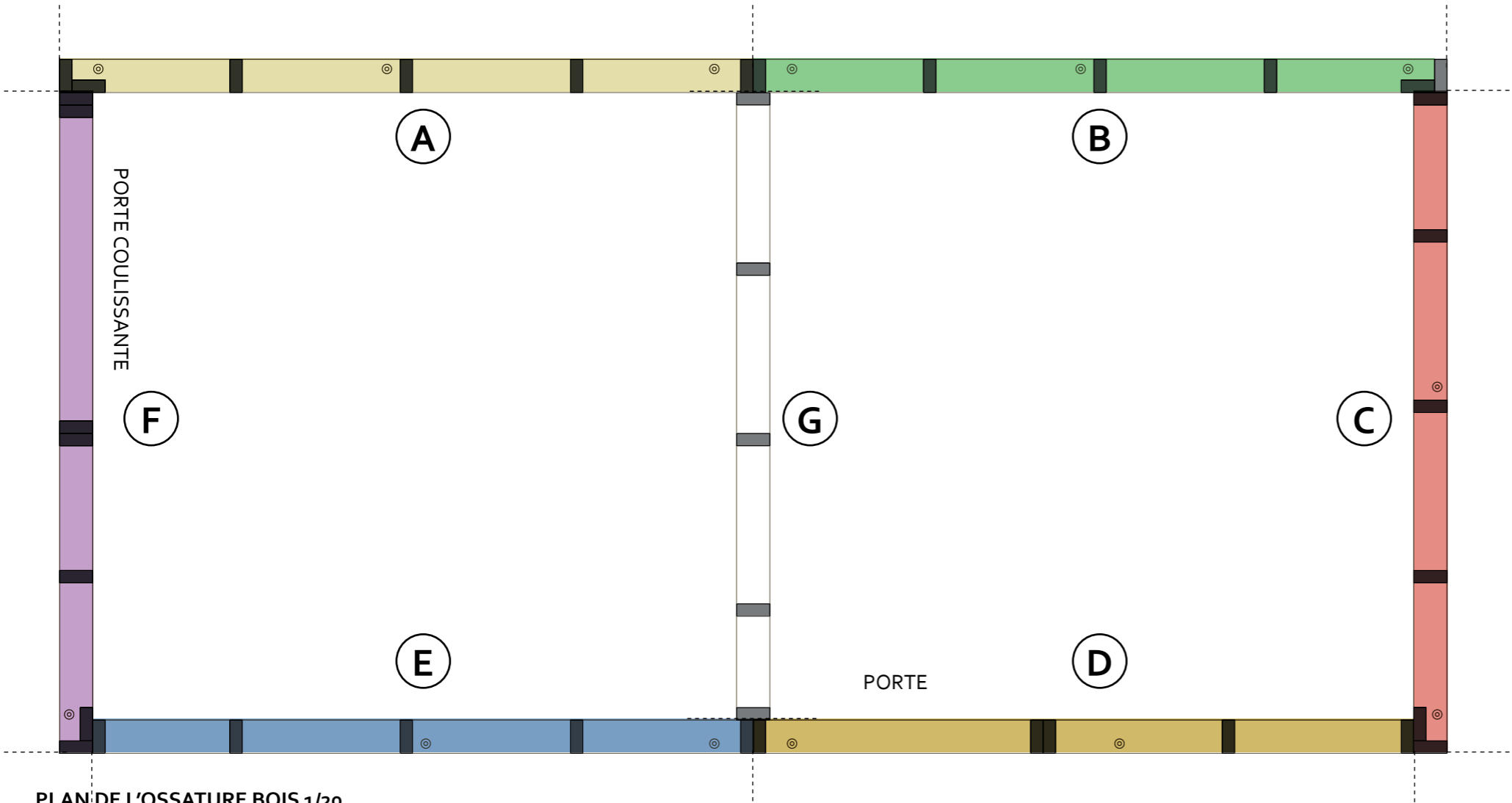
Les 7 pans d’ossature sont composés d’une pièce de bois en partie basse (lisse basse), une pièce de bois en partie haute (lisse haute) et des montants verticaux. Les élévations des 7 ossatures sont vues depuis l’extérieur. L’ensemble ossature/pare-pluie/ liteaux correspond à un élément transportable sur un camion plateau (si démontage et déménagement des modules). Fixer les montants et lisses avec vis 6x120. Pré-percer en bout pour ne pas fendre le bois

Conseils :

Construire les ossatures dans un endroit couvert de préférence, afin de ne pas être contraint par la météo. Sinon installer l’OSB prévu pour la toiture sur l’ensemble des châssis afin d’avoir une surface plane.
Utiliser des piges et serre-joints pour placer les montants.
Vérifier l’équerrage en mesurant les 2 diagonales.
Pour les portes et les fenêtres, les dimensions sont à titre indicatif. Les ouvertures sont à créer en fonction de la dimension des portes et fenêtres que l’on souhaite installer en prévoyant 1cm de plus sur la largeur et 1cm de plus sur la hauteur.
Faire aussi au même moment l’étape F.1 de la création des structures du toit (page 14).

Matériaux :

- Bois - 120mm x 45mm – longueur 2m50 – x57
- Vis 6x120 – x200



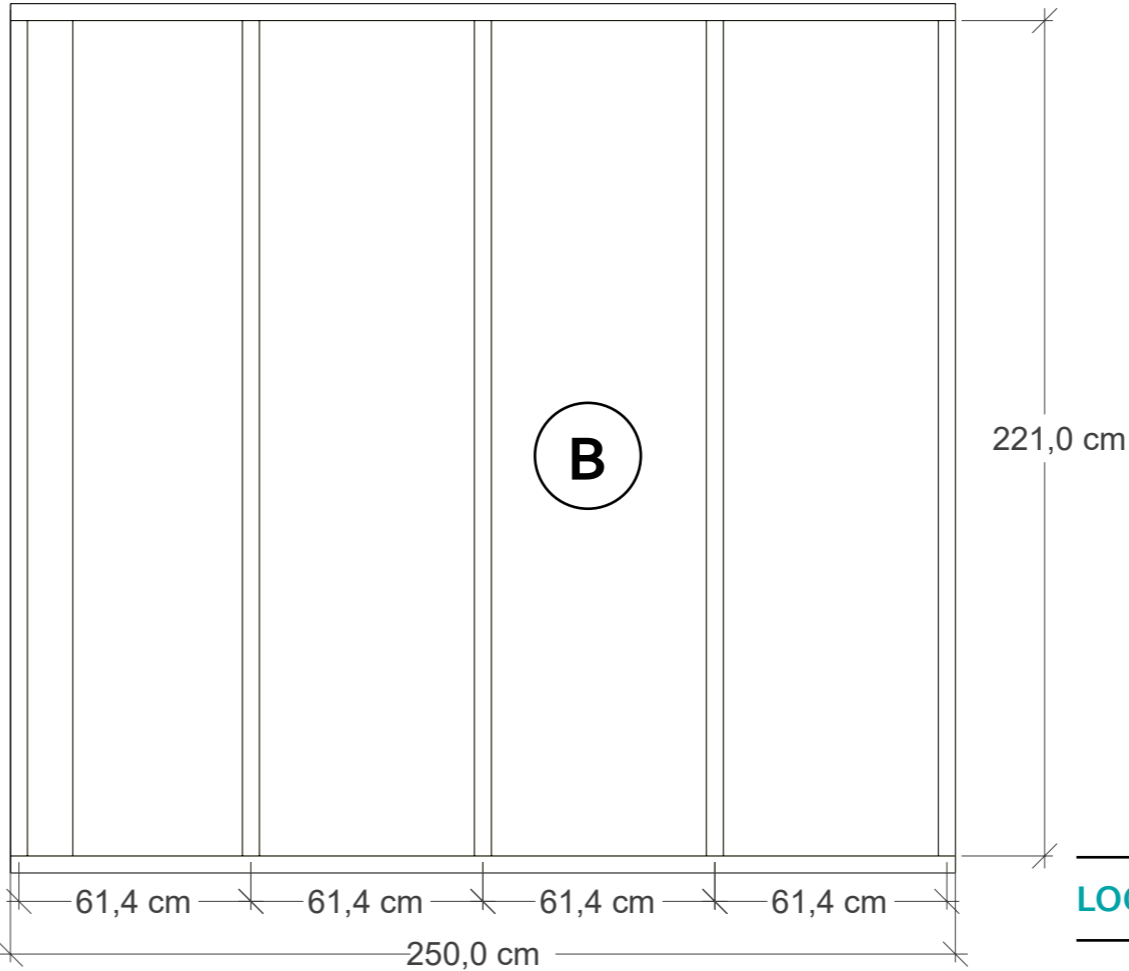
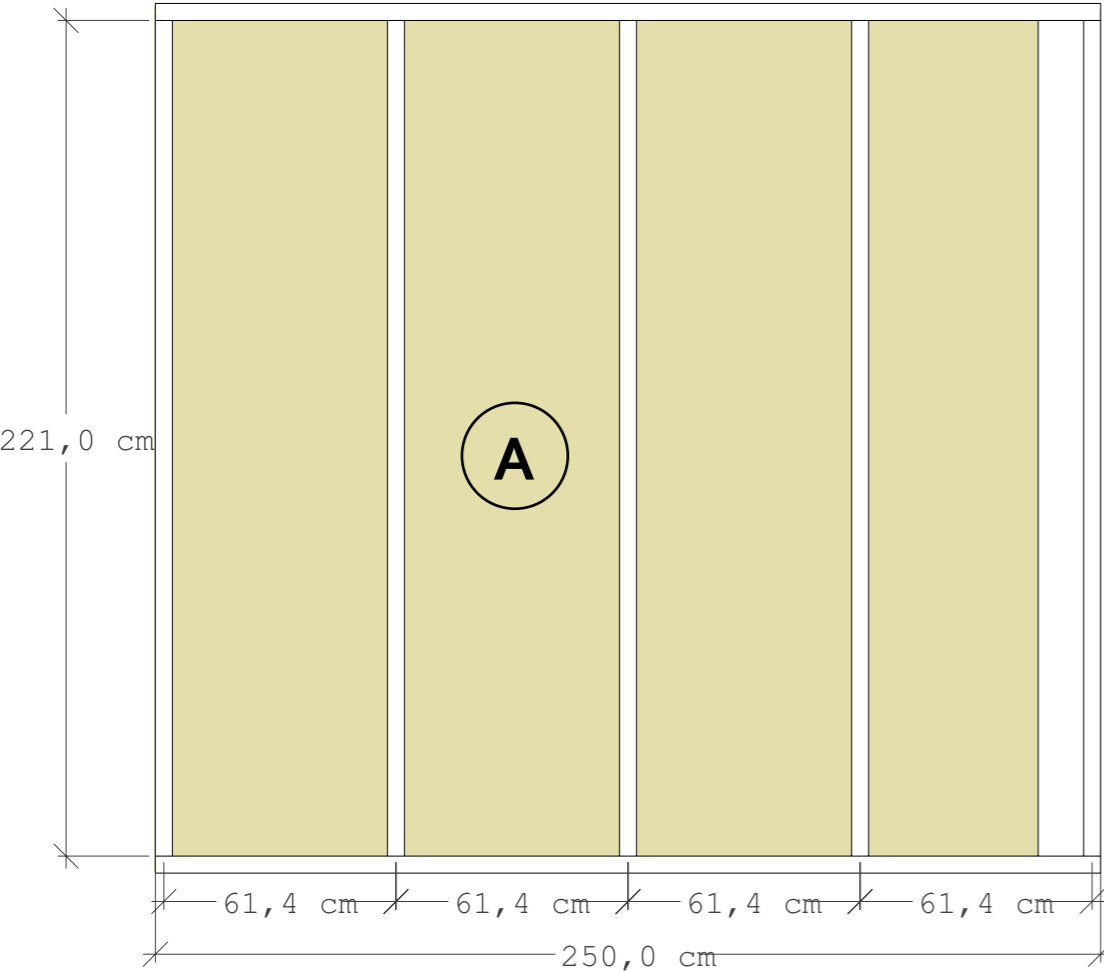
PLAN DE L'OSSATURE BOIS 1/20

PLAN DES OSSATURES

INTÉRIEUR



EXTÉRIEUR



ÉLÉVATIONS DES PANS D'OSSATURES

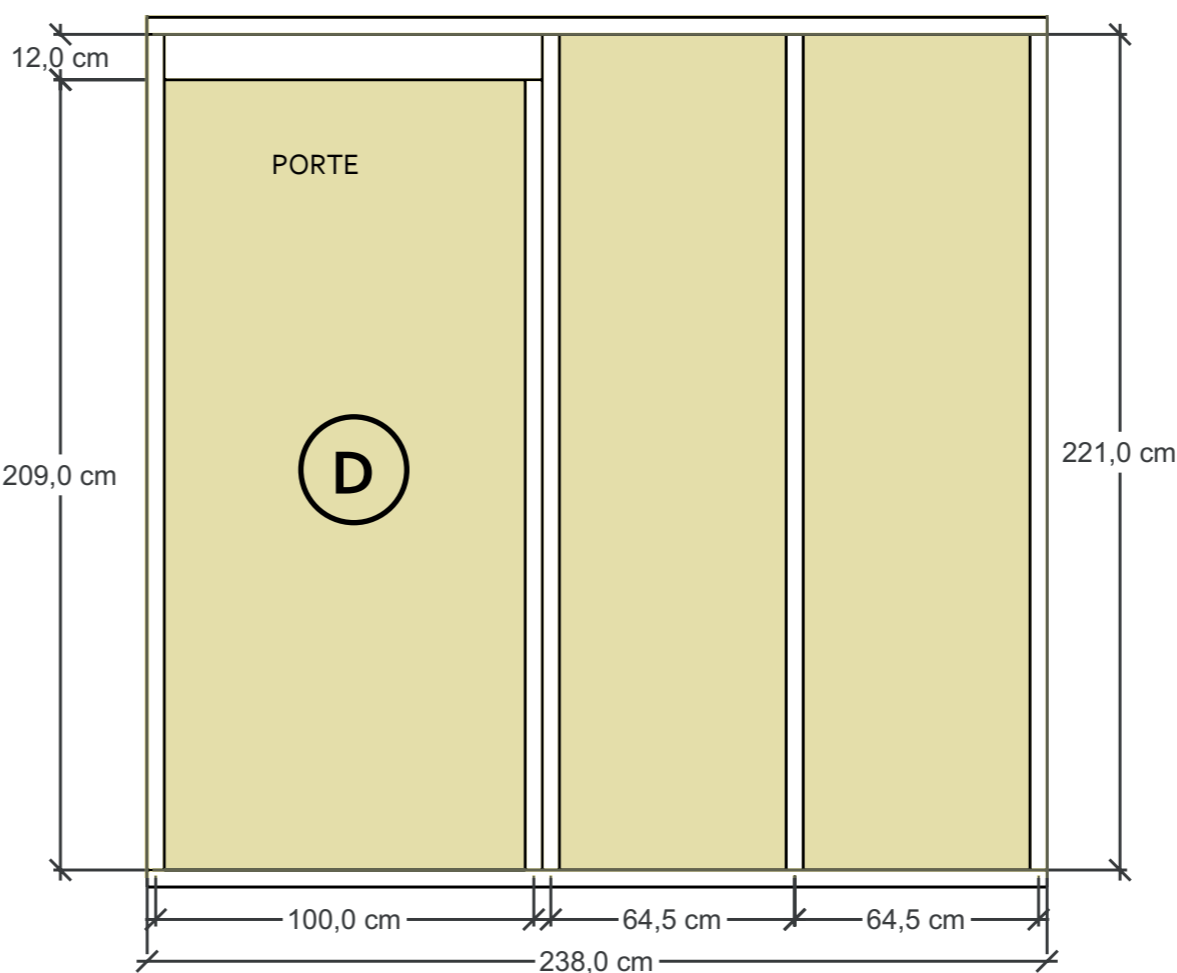
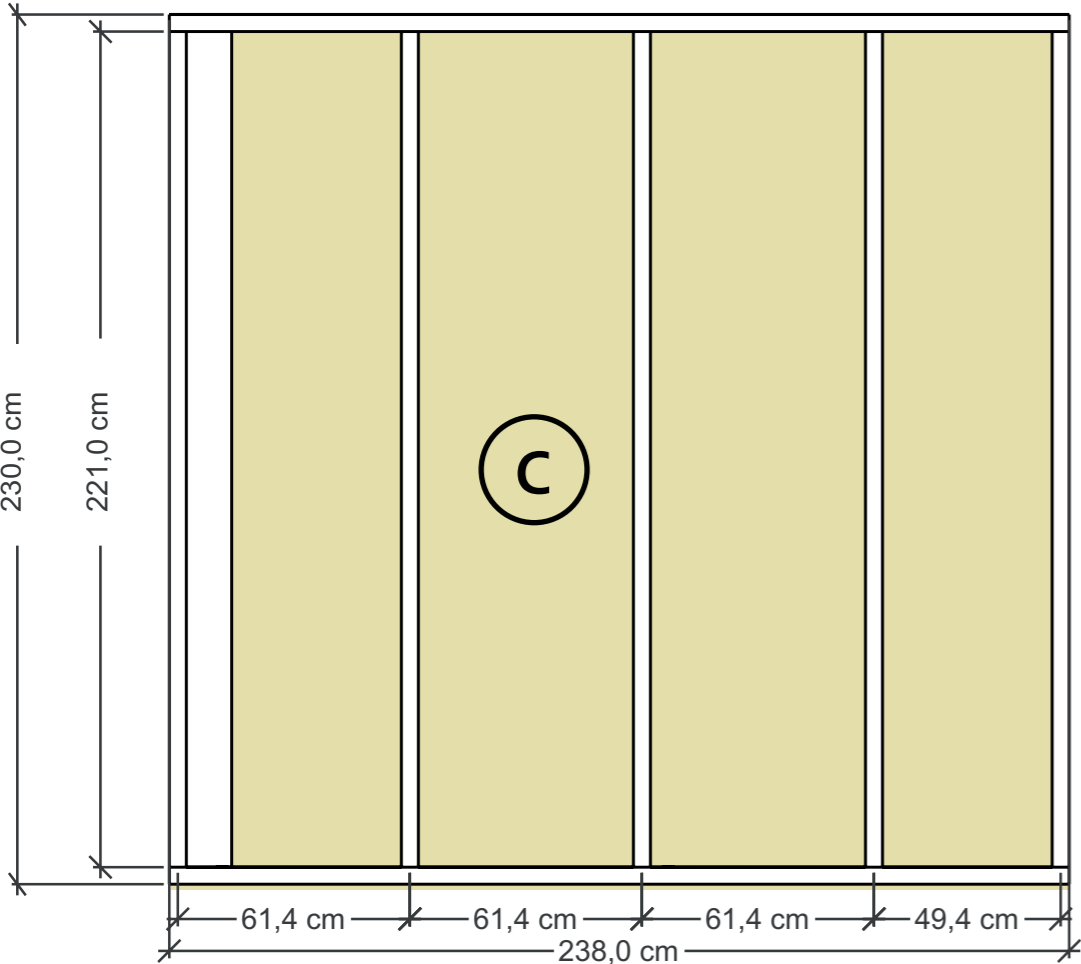
PLAN DES OSSATURES

INTÉRIEUR



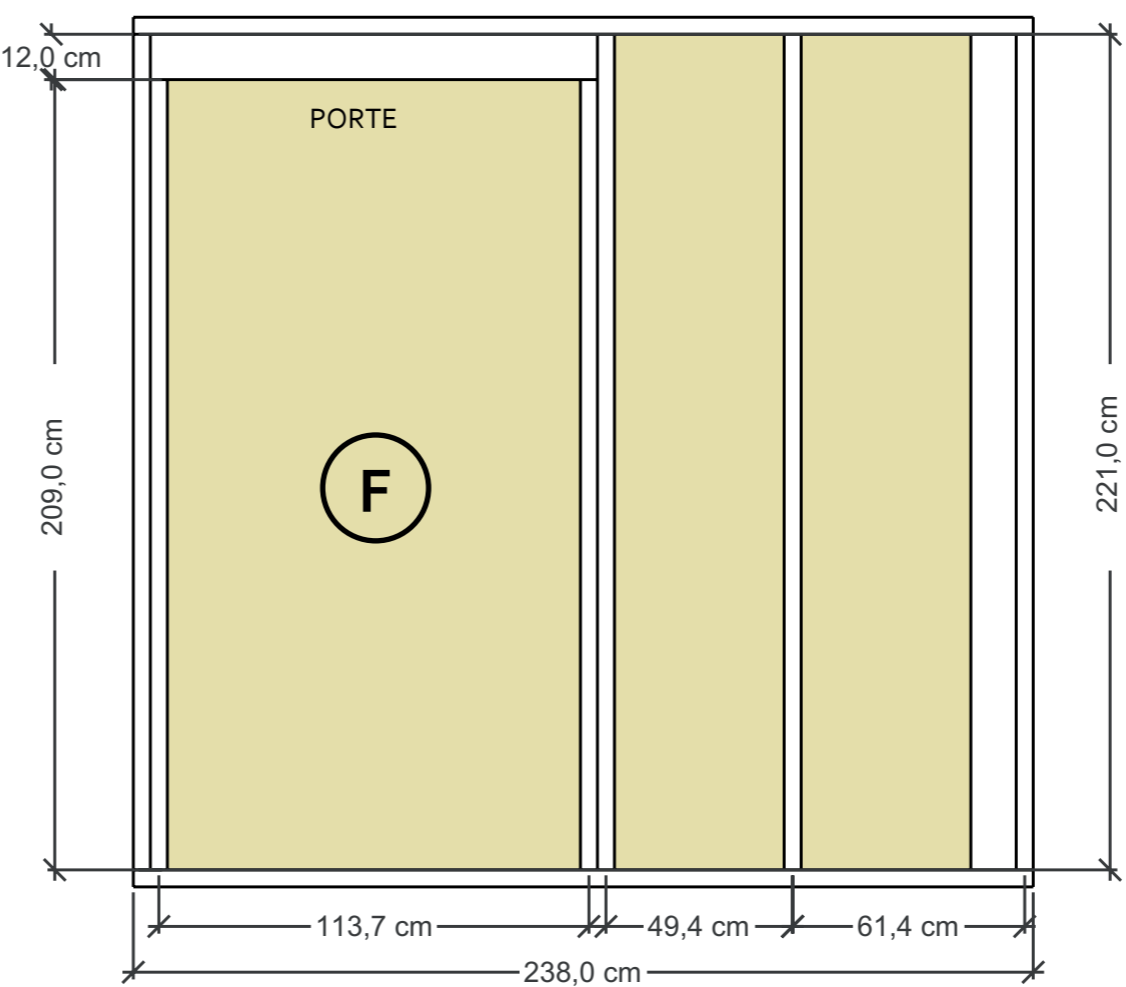
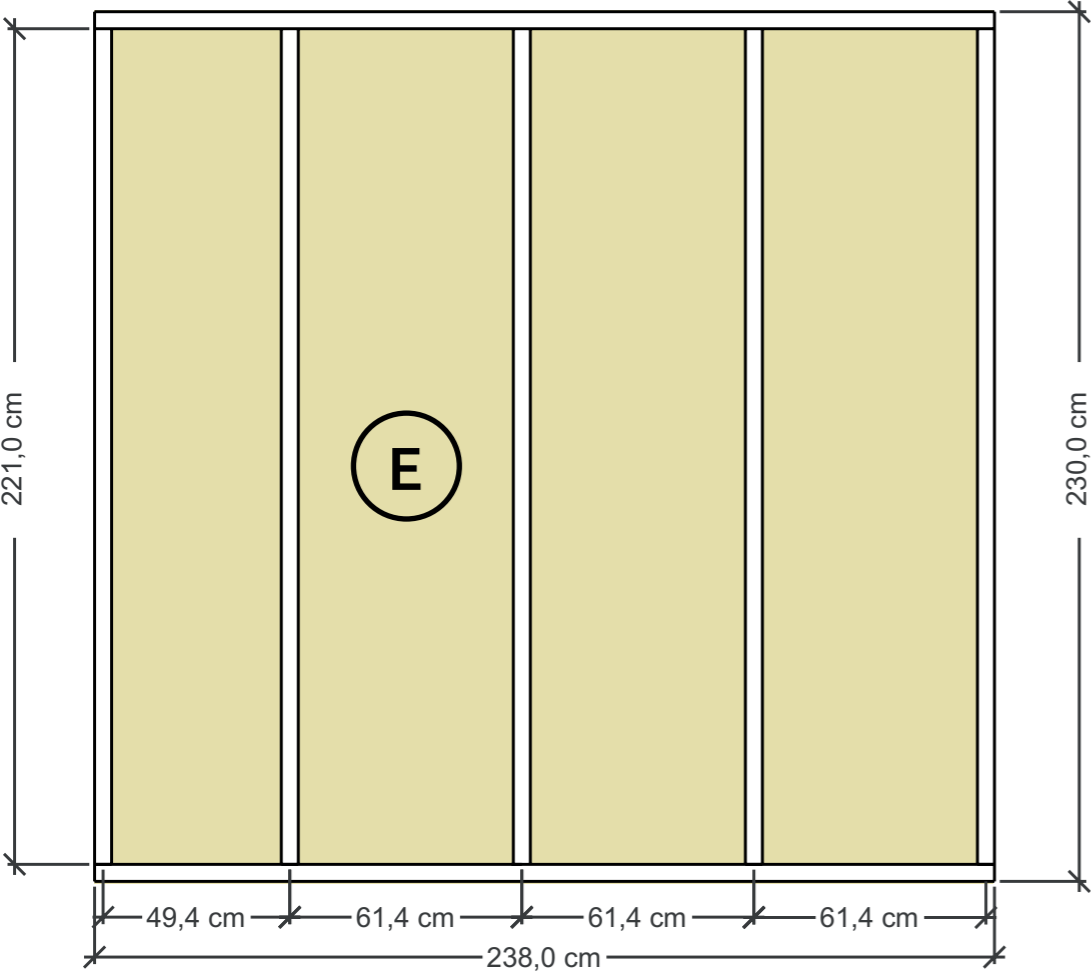
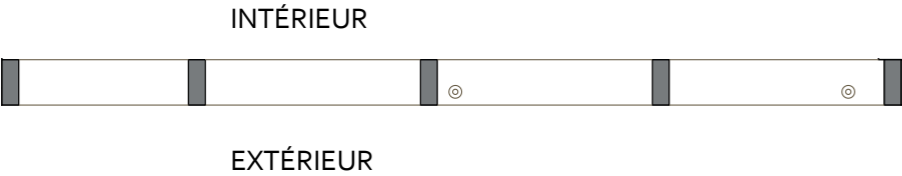
EXTÉRIEUR

PORTE



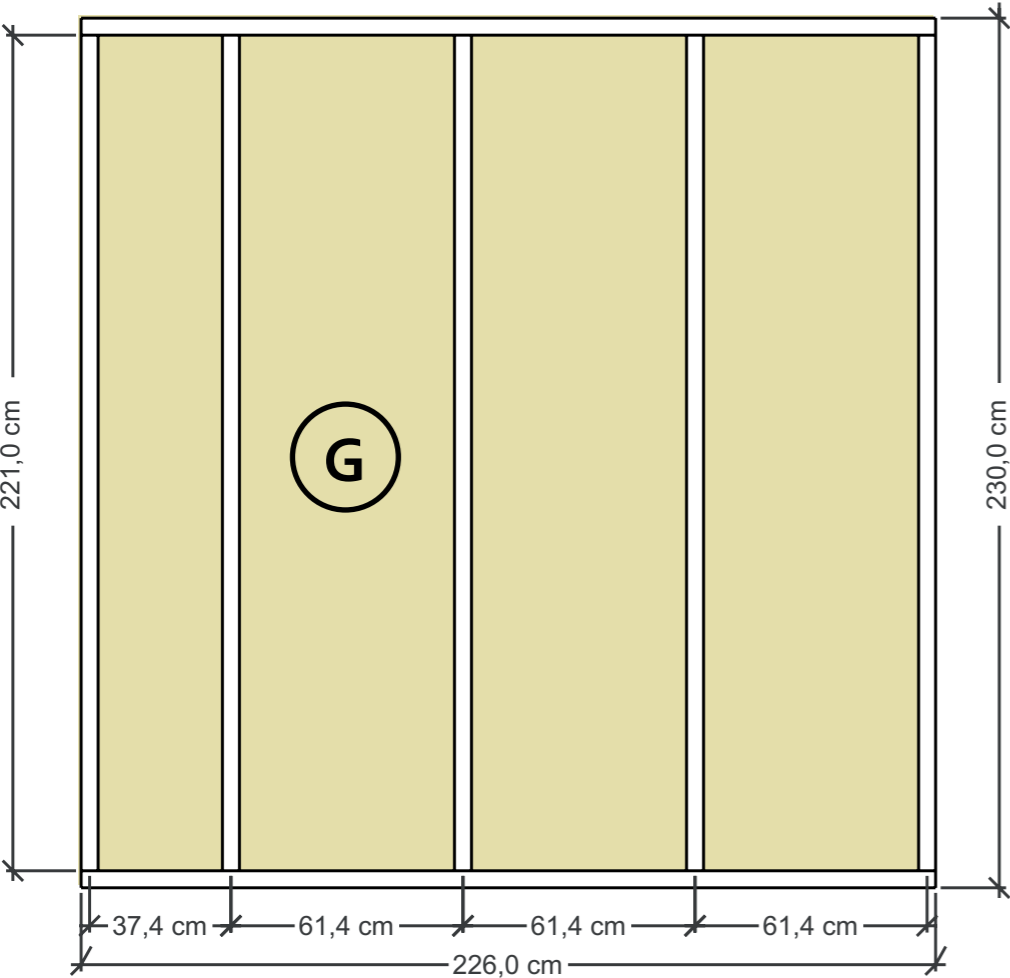
ÉLÉVATIONS DES PANS D'OSSATURES

PLAN DES OSSATURES



ÉLÉVATIONS DES PANS D'OSSATURES

PLAN DES OSSATURES



ÉLÉVATION DE LA CLOISON

[Tutoriel 6 - Scotchage pare pluie](#)

Principe :

Pare-pluie et liteaux à installer sur 6 des 7 ossatures, sur la face extérieure. La [cloison en G](#) n'a pas besoin de recevoir de pare-pluie ni bardage (page 12)

les liteaux participeront au contreventement des ossatures.

Laisser déborder le pare-pluie (10cm à gauche/droite/bas et 35cm sur le haut)

Scotcher les deux laies de pare-pluie ensemble.

Fixer les liteaux sur ossatures avec des vis 5x80.

Laisser déborder les liteaux sur le haut pour les murs extérieurs.

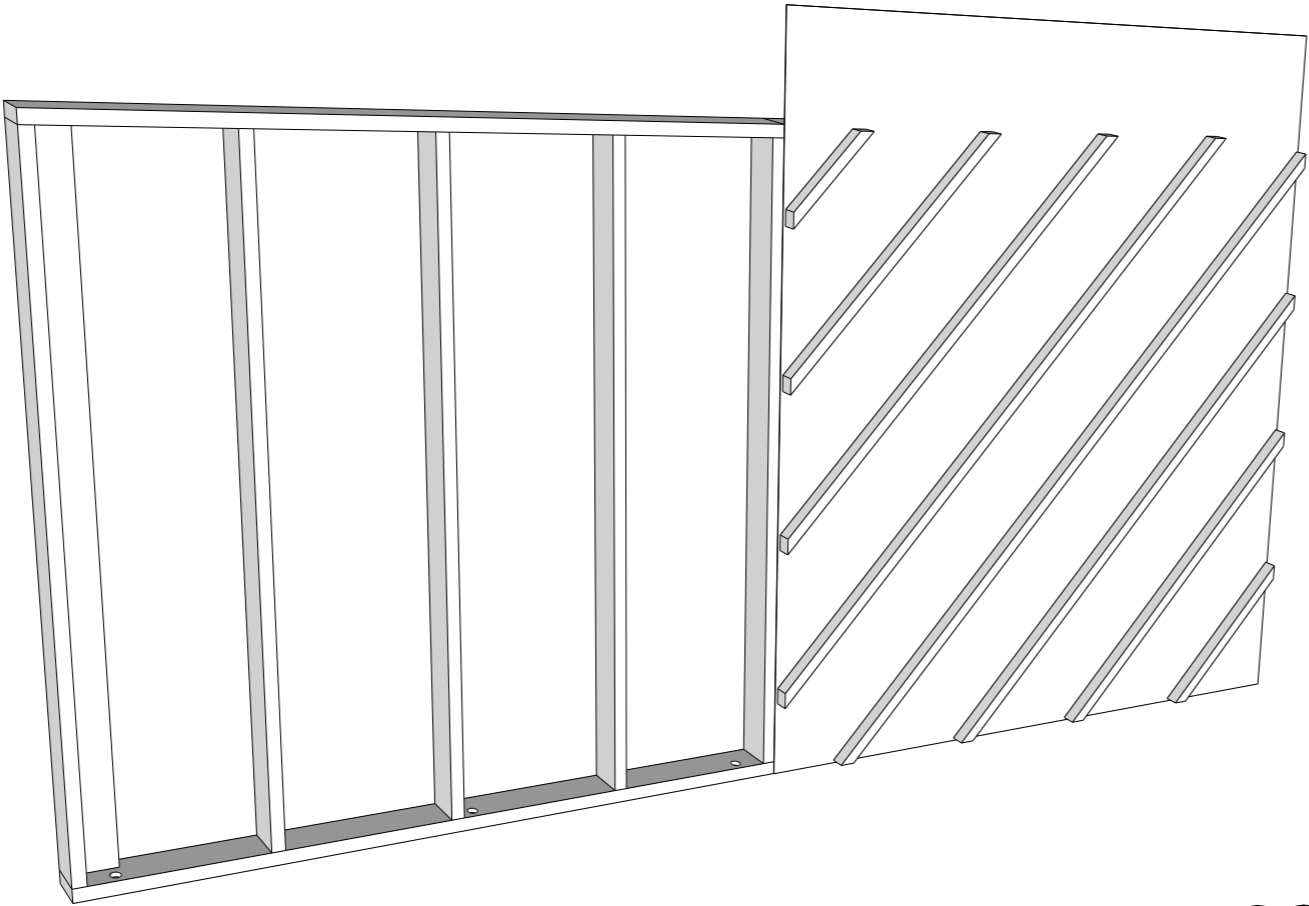
Attention pour les [panneaux D et E](#) (pages 10 et 11) de la terrasse, avant d'installer les liteaux sur l'ossature, il faut fixer une pièce de bois sur le haut de l'ossature (muralière de 120x45), fixée avec des vis en 6x120 sur le pare pluie. Ce sera le support des structures de toiture de la partie terrasse couverte.

Conseils :

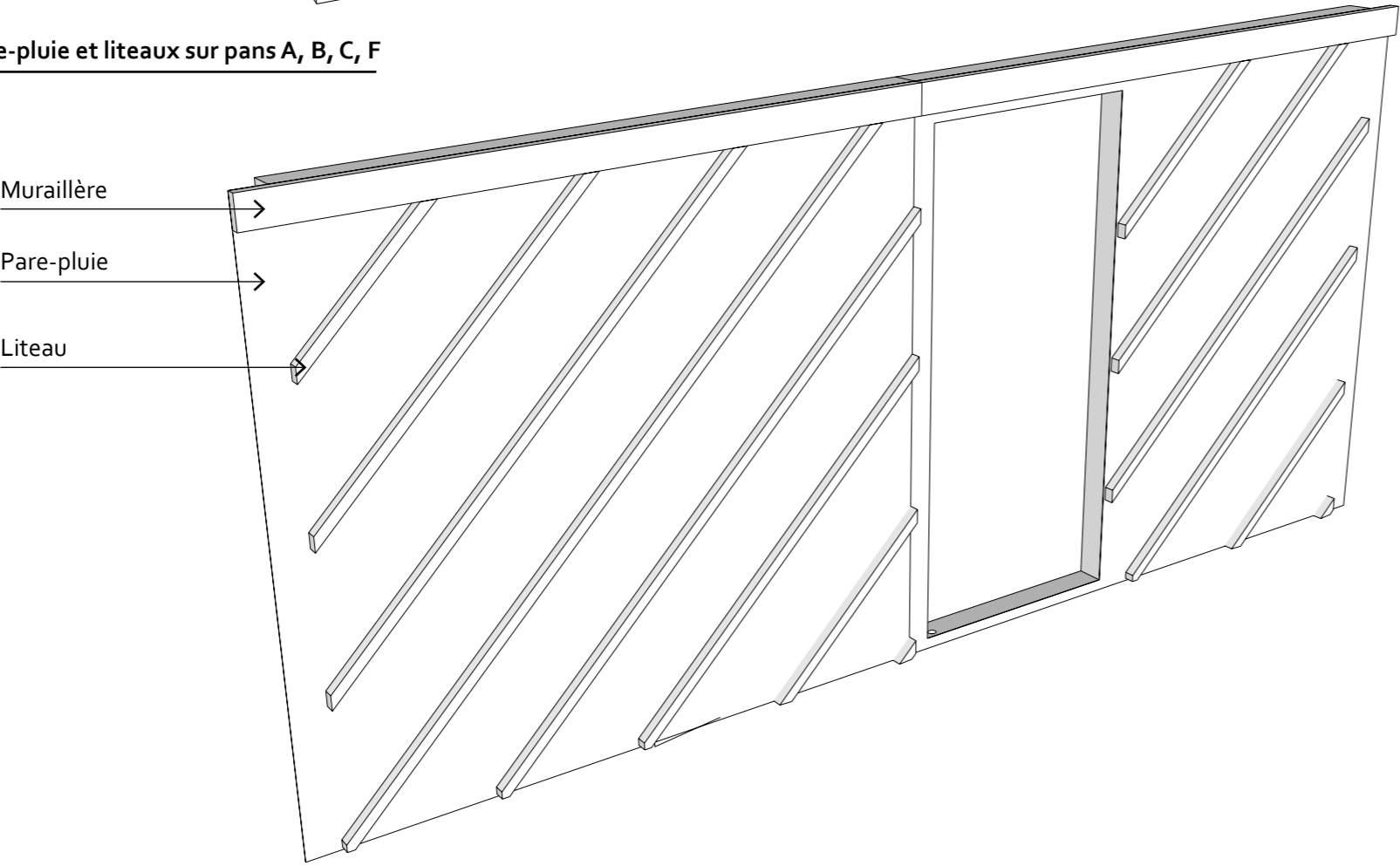
Tendre le pare-pluie par méthode de triangulation (voir vidéo)

Matériaux :

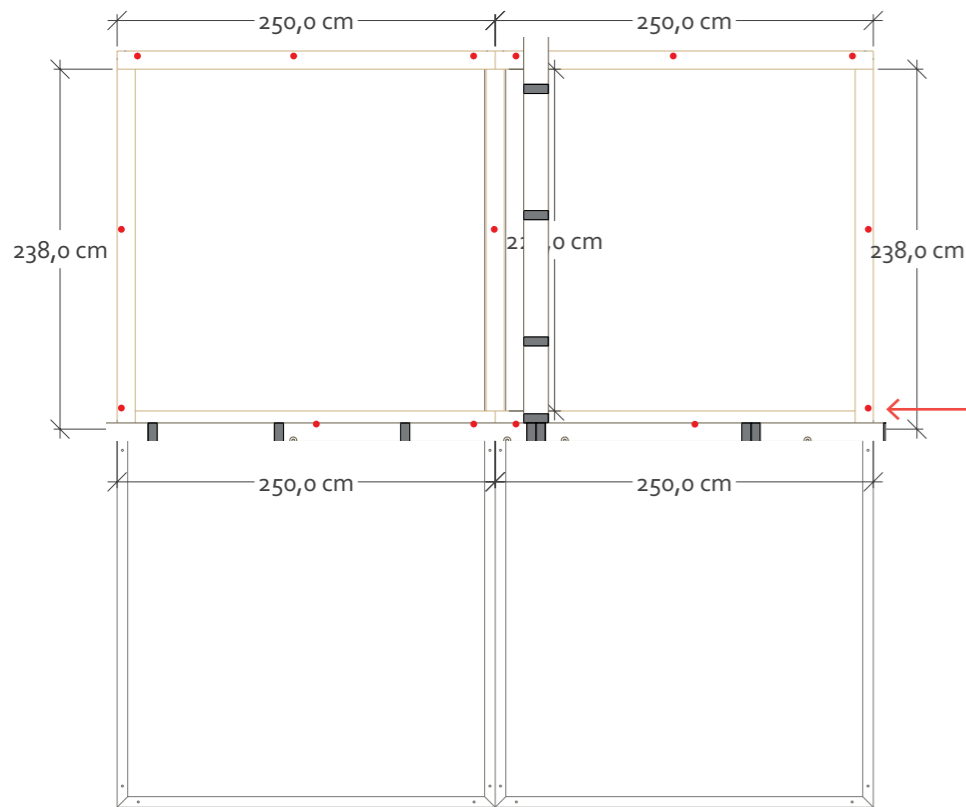
- Bois – 45mm x 45mm – 310ml
- Bois – 120mmx45mm – longueur 2m50 – x2
- Vis 5x80 – x200
- Vis 6x120 – x25
- Pare-pluie 60m²
- Agrafes



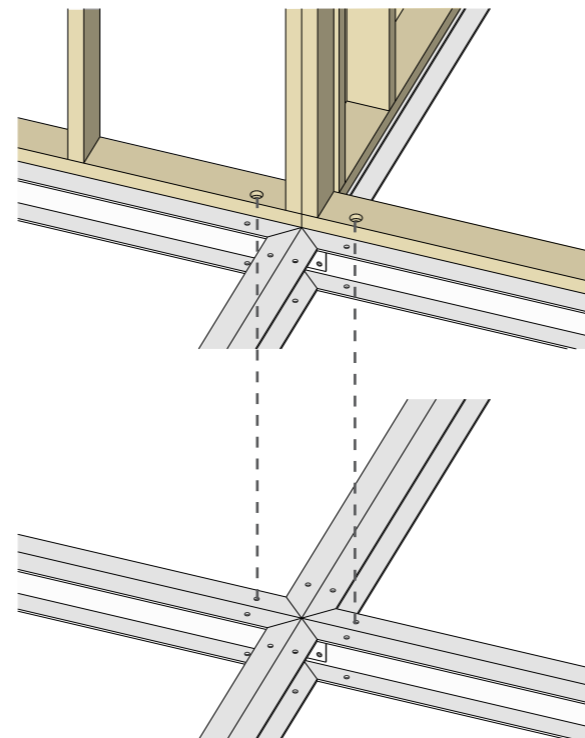
Pose pare-pluie et liteaux sur pans A, B, C, F



Pose pare-pluie sur pans D&E



Perçement des lisses basses à faire à l'aplomb des perçements des UPE réalisés à l'étape B.

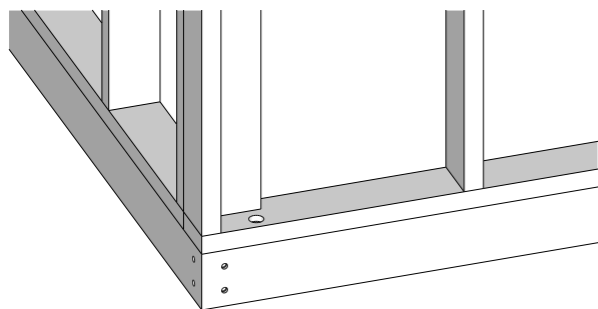


DÉTAIL DE L'ASSEMBLAGE DES OSSATURES AUX CADRES MÉTALLIQUES

Alignement des perçements du cadre et de l'ossature pour boulonnage

POSITION DES PERCEMENTS SUR LISSE BASSE & UPE

La position de ces perçements devra anticiper la position des montants verticaux des murs.



DÉTAIL DE L'ASSEMBLAGE DES CADRES

D. OSSATURE MURS ET CLOISONS

D.3 Pose ossature bois sur châssis

Tutoriel 4 - Pose de l'ossature des murs

Principe :

Les ossatures bois seront fixées aux UPE par des boulons en 3 points sur la longueur d'une lisse basse. Reporter la position des perçements des UPE sur les lisses basses.

Percer les lisses basses avec une mèche Ø35 sur 1,5cm de profondeur afin que les rondelles et têtes de boulons ne gênent pas, notamment pour les ossatures qui recevront les briques de terre crue. Percer les lisses basses pour l'ancrage sur les UPE en Ø14. Monter les ossatures, les fixer aux UPE avec des boulons Ø12, rondelles et écrous freins. Fixer les ossatures entre elles avec boulons/écrous ou vis 6x80.

Conseils :

Utiliser des étais télescopiques pour faire l'aplomb des murs.

Remarque :

Les UPE seront percés soit en usine si l'ossature métal est pré-usinée, soit lors de cette étape (cf. vidéo)

Matériaux :

- Vis 6x80 – x50
- Boulons – 80mm – Ø12 – x21
- Rondelles – x21
- Écrous freins – x21

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

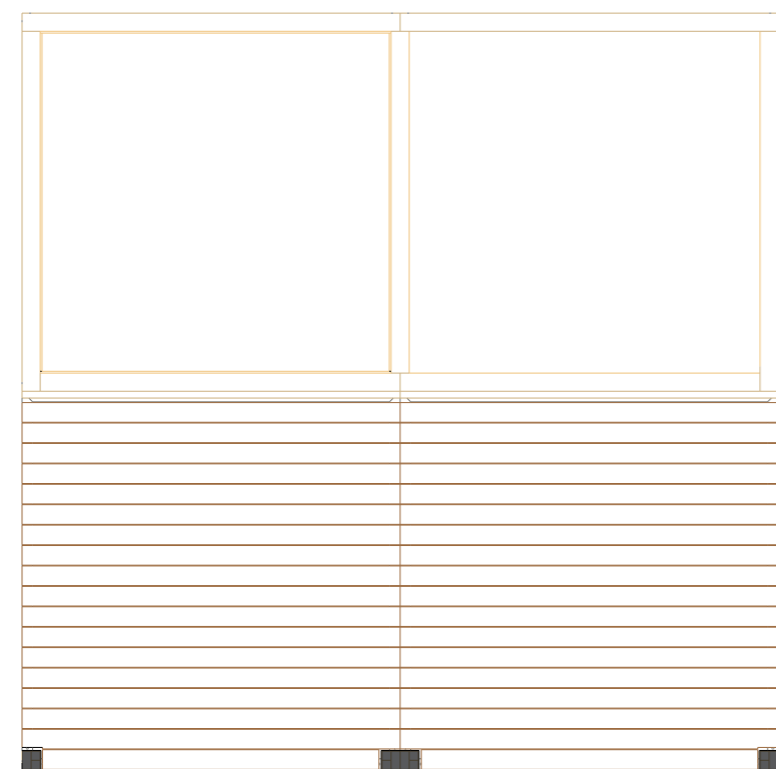
14

INRAE

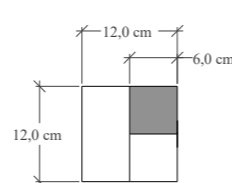
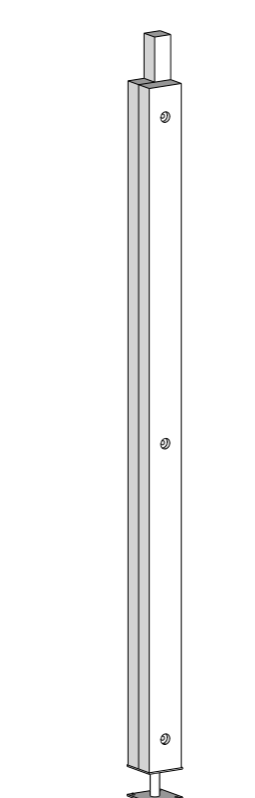
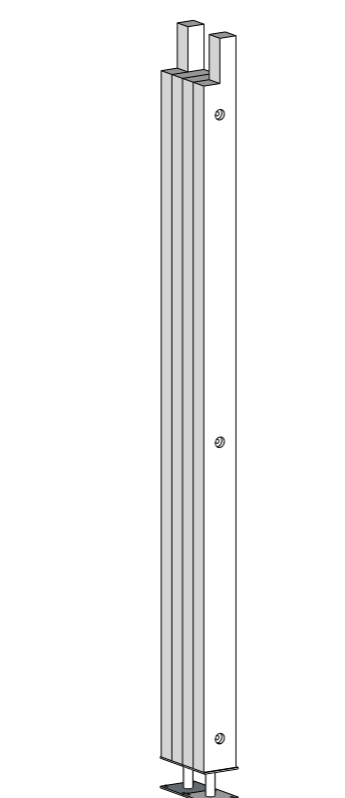
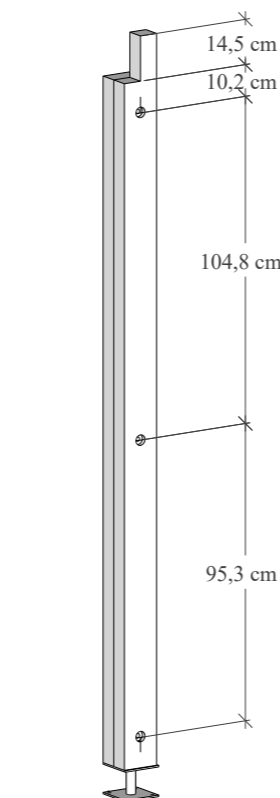
BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



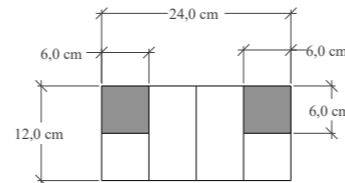
▲ retour au sommaire



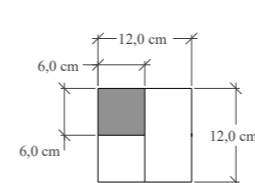
POTEAU 1 POTEAU 2 POTEAU 3



1



2



3

E. CRÉATION ET POSE DES POTEAUX

E.1 Création des poteaux

Tutoriel 7 - Réalisation des poteaux

Principe :

Usiner les montants selon les plans ci-contre.

2 poteaux de 2 montants 6x120

1 poteau de 4 montants 6x120

Percer les montants avec une mèche Ø35 sur 1,5cm de profondeur afin que les rondelles et têtes de boulons ne dépassent pas.

Percer les montants à l'endroit de l'usinage en Ø14 avec une mèche bois sur perceuse filaire/batterie ou perceuse colonne.

Assembler les montants entre eux en 3 points au moyen de tiges filetées – rondelles et écrous frein.

Boulonner les montants entre eux.

Conseils :

Selon les pieds de poteaux choisis, calculer la hauteur des poteaux pour une hauteur totale de 244,5 cm.

Matériaux :

- Bois - 120mm x 60mm – longueur 2m50 – x8
- Tiges filetées - Ø12 – longueur 12cm x 8 – longueur 24cm x x8
- Rondelles – x24
- Écrous freins – x24
- Pieds de poteaux 12cm x 12cm ou 10cm x 10cm – x 4
- Tire fond adapté aux pieds de poteaux choisis – x16
- Boulon - Ø12 – 55mm – x 8
- Écrous freins – x8

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

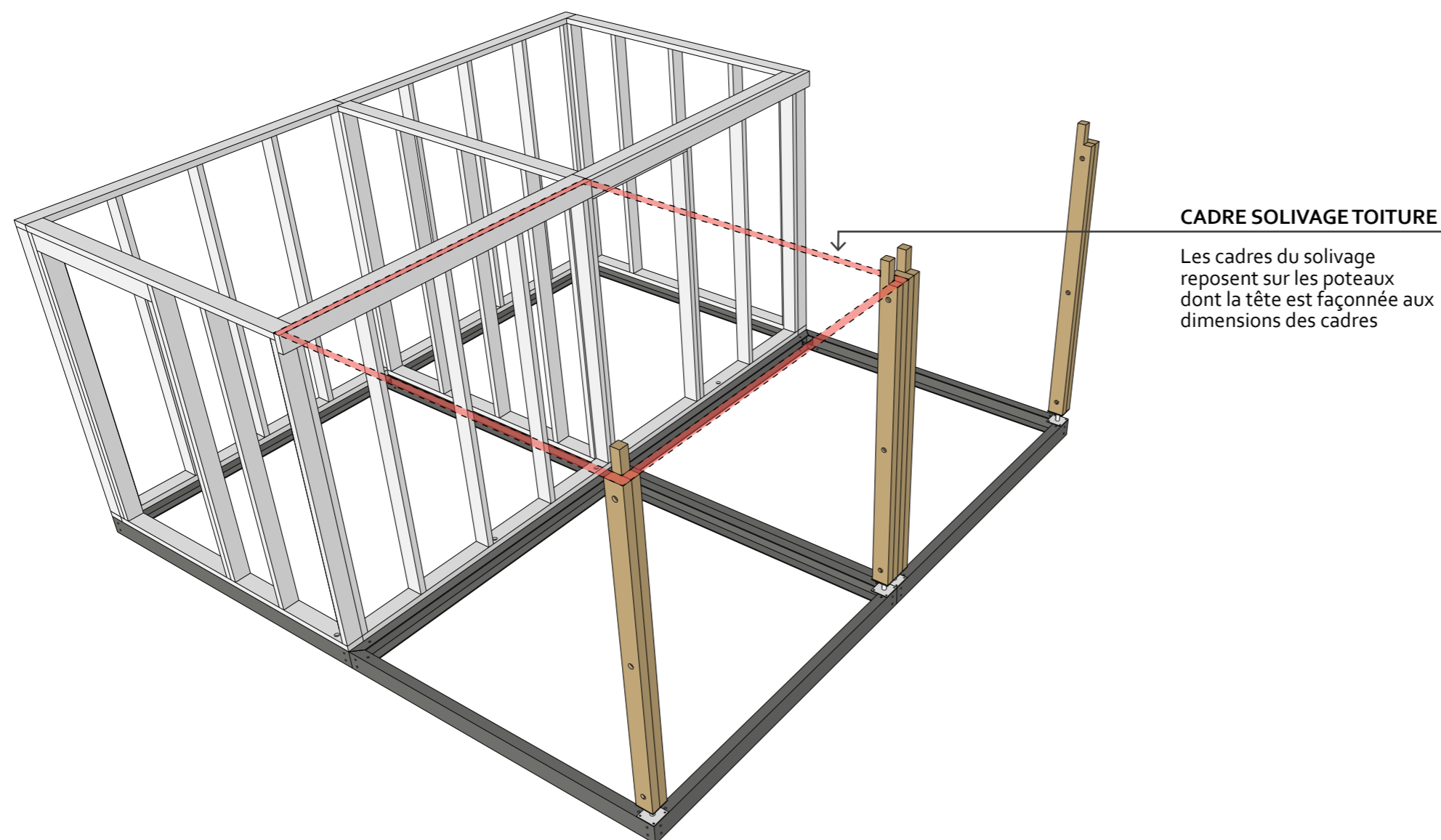
15

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



retour au
sommaire

**CADRE SOLIVAGE TOITURE**

Les cadres du solivage reposent sur les poteaux dont la tête est façonnée aux dimensions des cadres

Principe :

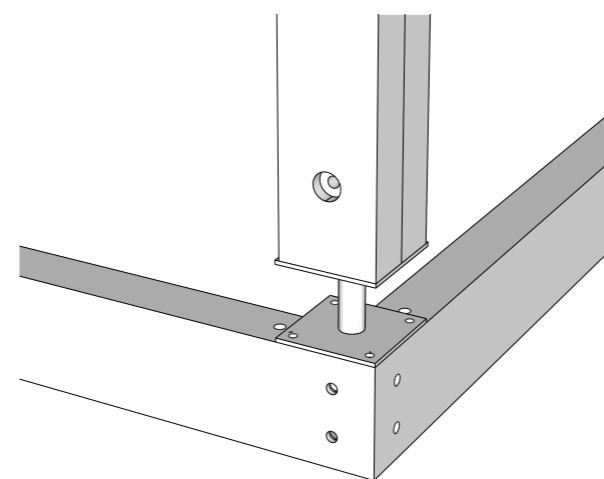
Usiner le châssis métal pour fixer les pieds de poteaux aux UPE.

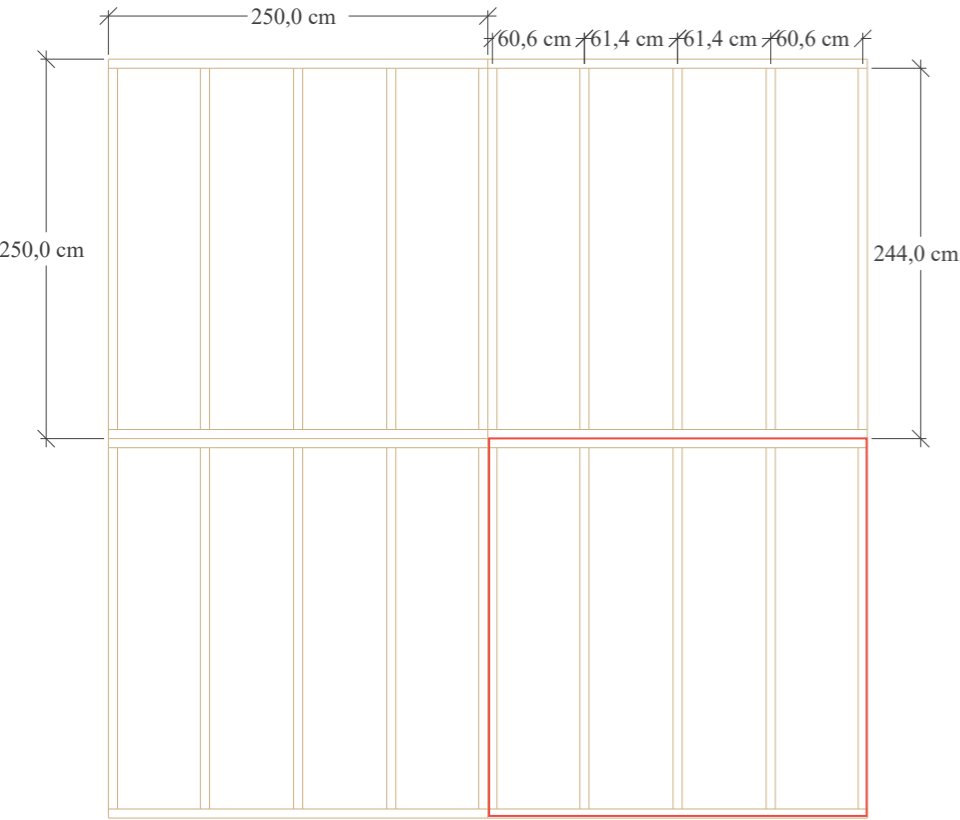
Assembler avec boulons et écrous frein les poteaux aux UPE.

Installer les pieds de poteaux aux poteaux avec des tire-fond.

Conseils :

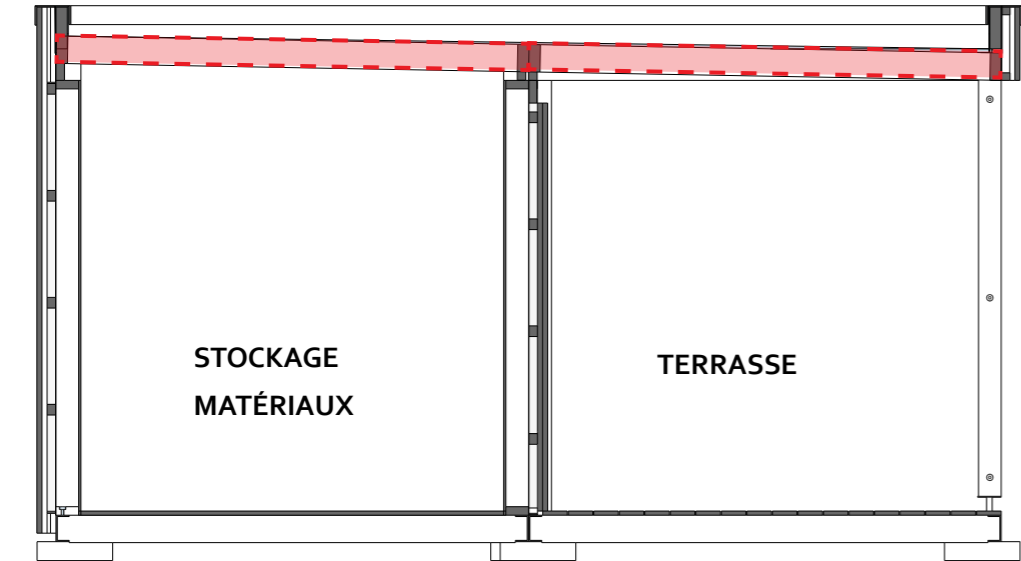
Prévoir des cales entre pieds de poteaux et UPE si les UPE ne sont pas tous de la même hauteur

**DÉTAIL DE LA FIXATION DES POTEAUX SUR LE****CADRE MÉTALLIQUE**



PLAN DES CADRES DE TOITURE

4 modules de 250x250



COUPE

F. TOITURE

F.1 Création des ossatures bois de la toiture

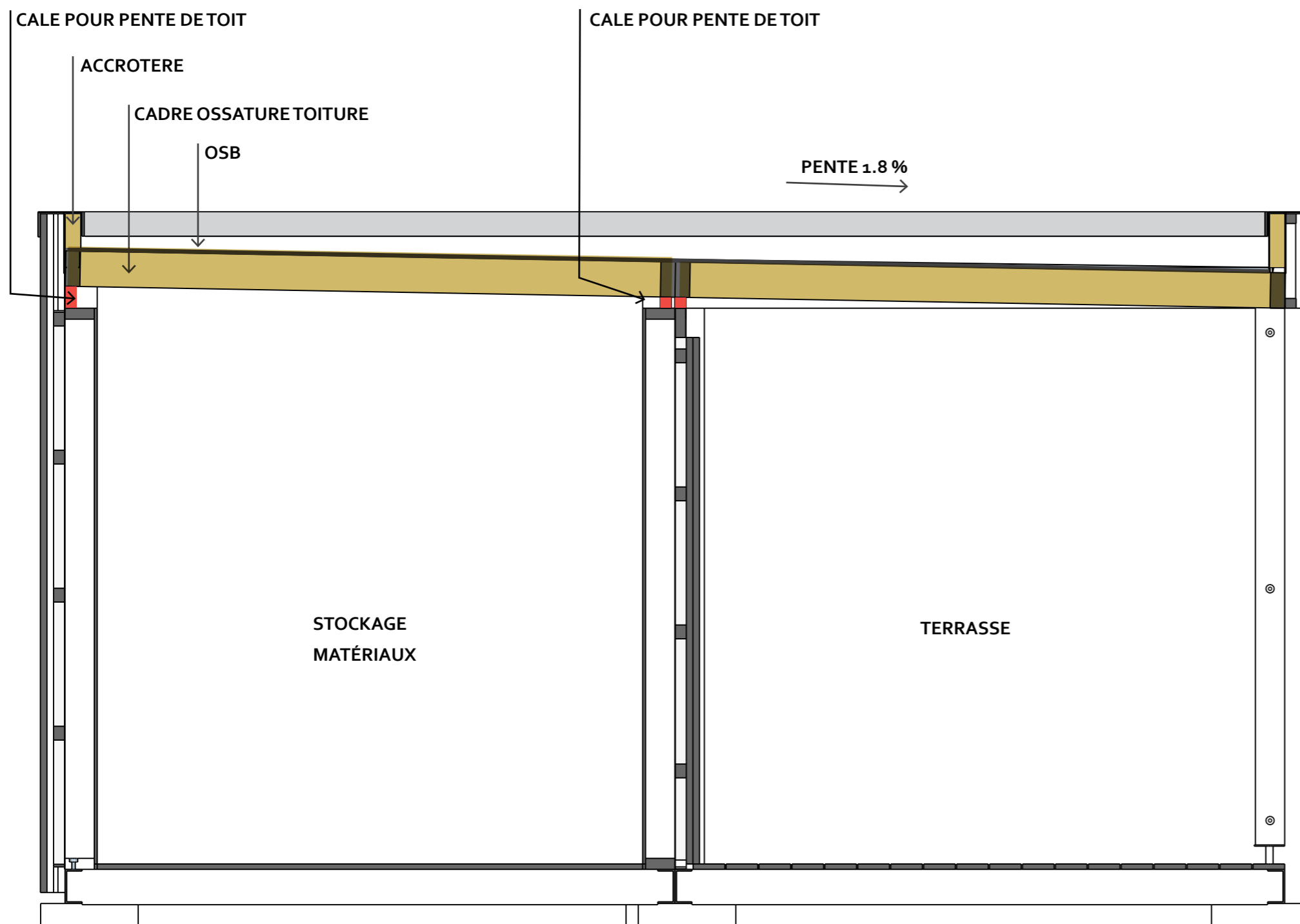
[Rappel : Tutoriel 3 - Création de l'ossature des murs et cloisons](#)

[Photos ossature de la toiture](#)

Principe :
Le principe est similaire à l'étape de réalisation des ossatures des murs.
Les 4 cadres de solivage de la toiture sont identiques
Pour les cadres de la toiture, il n'y aura ni pare-pluie ni liteaux.
Fixer les montants avec vis 6x140.
Pré-percer en bout pour ne pas fendre le bois

Conseils :
Construire les ossatures dans un endroit couvert de préférence, afin de ne pas être contraint par la météo.
Utiliser des piges et serre-joints pour placer les montants.
Vérifier l'équerrage et mesurer les 2 diagonales.

Matériaux :
- Bois - 145mm x 60mm – longueur 2m50 – x28
- Vis 6x140 – x80



COUPE

F. TOITURE

F.2 Pose des ossatures bois de la toiture

[Tutoriel 5 - Pose de l'ossature de la toiture](#)

[Tutoriel 6 - Scotchage du pare pluie](#)

[Tutoriel 9 - Pose de l'acrotère](#)

Principe :

Pour permettre une évacuation des eaux de la toiture, il est important de créer une pente. Cette pente sera réalisée en plaçant des pièces de bois comme sur le schéma indiqué ci-contre (éléments en rouge). Assembler les cadres de toitures aux lisses hautes des ossatures des murs en vissant avec des vis de 6x140 par le dessous de la lisse haute vers les cadres de toiture. Poser les plaques d'OSB en 18mm

Acrotères

Installer les acrotères (bois en 220x60) et les fixer à l'aide d'équerres qui seront placées au-dessus des solives des cadres de toiture. Fixer également les acrotères par le dessous au travers de l'OSB.

Conseils :

Installer des piges de bois afin de transporter les cadres de toiture au-dessus des lisses hautes (cf. vidéo).

Matériaux :

- Bois - 90mm x 45mm – longueur 2m50 – x2
- Bois - 45mm x 45mm – longueur 2m50 – x4
- Bois - 220mm x 60mm – longueur 5m – x4
- Vis 6x140 – x100
- Équerres pour fixation acrotères

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

18

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



retour au
sommaire

Principe :

Cette étape est surtout documentée par une vidéo, plus parlante que des schémas.

Percer au préalable un trou dans l'OSB pour évacuation des eaux pluviales, en bas de pente, dans un angle.

Percer l'acrotère pour installer l'évacuation du trop-plein.

Découper la bache à la dimension intérieure aux acrotères + remontée de l'acrotère + épaisseur de l'acrotère + 10cm de retombée de l'acrotère ► 5m64 x 5m64

Placer la bache sur le toit et plier deux des côtés parallèles en laissant 5cm de marge entre la bache et l'acrotère. Plier ensuite les deux autres côtés parallèles en laissant une même marge.

Replier la bache sur le quart de la longueur. Encoller la partie en OSB alors dégagée ainsi que le quart de la bache plié (soit avec pistolet et bonbonne de colle ou avec sceau de colle et rouleau). Laisser sécher (ne colle pas au touché) puis encoller EPDM sur OSB en s'arrêtant à 5cm des angles. Faire de même avec les 3/4 restant.

Encoller les deux pliages parallèles sur la remontée des acrotères.

Procéder au marquage et découpe de l'EPDM dans les angles.
cf. vidéos pour détails.

Conseils :

Bien nettoyer la surface d'OSB avant d'y monter l'EPDM ainsi qu'avant son encollage.

Note :

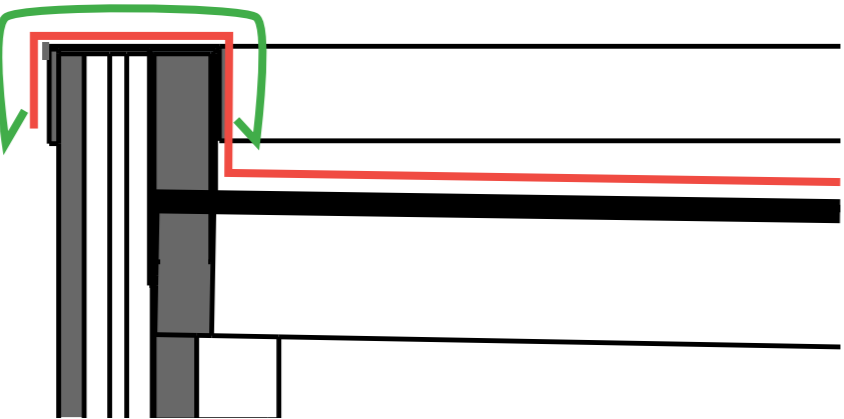
Il existe une multitude de vidéos tutoriels sur l'installation de bâches EPDM.

Matériaux :

- EPDM 5m64x5m64
- Kit de bandes adhésives pour traitement des coins x 8 et des évacuations x 4
- Colle Néoprène EPDM en sceau pour encollage en rouleau ou en bonbonne pour encollage au pistolet
- Lap sealant mastic joint
- Évacuation trop-plein
- Évacuation eau de pluie verticale
- Couvertine 10ml

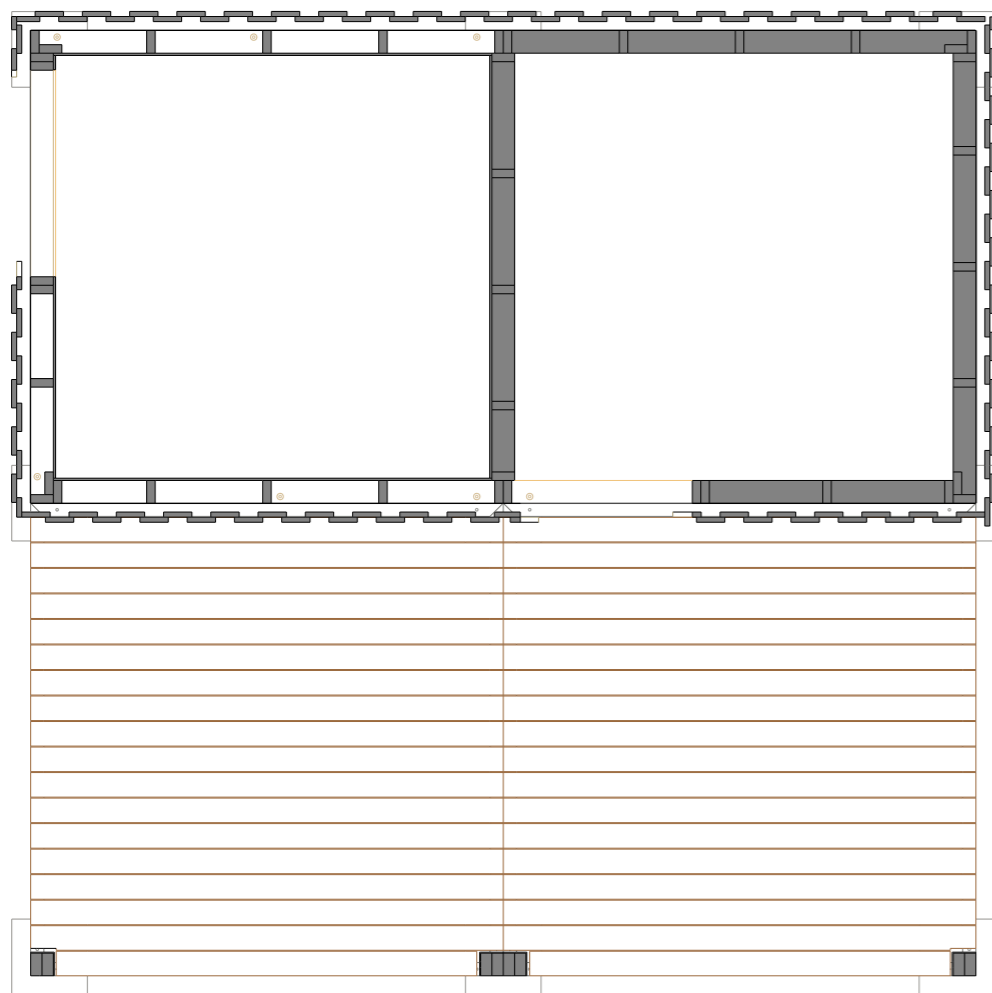
COUVERTINE

EPDM



DÉTAIL ACROTERE

L'EPDM doit recouvrir la tête de mur et avoir une retombée de 10cm. L'acrotère est ensuite protégé par une couvertine en zinc ou bac acier.



H. REVÊTEMENT EXTÉRIEUR

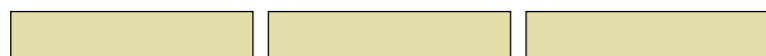
H.1 Pose platelage de la terrasse

[Tutoriel 8 - Pose terrasse](#)

[Photos revêtements extérieurs](#)

Principe :

Le platelage de la terrasse sera vissé avec deux vis sur la largeur d'une planche. Au préalable pointer et percer les endroits où seront les vis afin de ne pas fendre le bois et d'avoir un rendu plus esthétique.



DÉTAIL TERRASSE

Espacer les lames de 5mm à l'aide de cales bois ou plastiques

Matériaux :

- Bois pour terrasse - 125mm x 27mm – longueur 2m50 – x38
- Vis A2 5x40 – x1200 pour terrasse

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

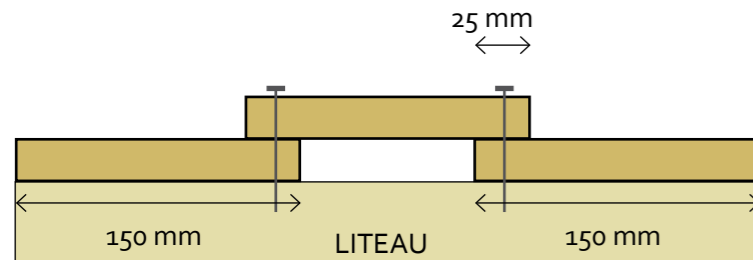
20

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



▲ retour au
sommaire



DÉTAIL BARDAGE

Recouvrement de 25mm entre deux lames



H. REVÊTEMENT EXTÉRIEUR

H.2 Pose du bardage bois

Principe :

Le bardage sera posé verticalement en couvre-joints. cf. schéma ci-contre.

Il sera [vissé sur les liteaux](#) (étape D.2) mis en diagonale sur les ossatures. Ces liteaux permettent une lame d'air pour limiter la surchauffe l'été.

On prolongera les liteaux existants jusqu'en haut des acrotères, ainsi qu'aux différents endroits où il manquera une accroche pour le bardage.

En bas de façade, poser une grille anti-rongeur.

Conseils :

On pourra utiliser une pige de 10cm pour installer la première ligne de bardage. Les vides seront recouverts par la seconde ligne de bardage avec un recouvrement de 25 mm sur les planches de la première ligne.

Le bardage peut aussi être un bardage horizontal. Ici nous avons choisi la simplicité de planche de volige en douglas brut de scierie pour minimiser les coûts.

Matériaux :

- Bois pour bardage - 150mm x 22mm – longueur 3m – x158
- Vis A2 5x40 – x1200
- Grille antirongeur 10ml

Pour aller plus loin :

[Guide pose bardage programme Pacte](#)

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

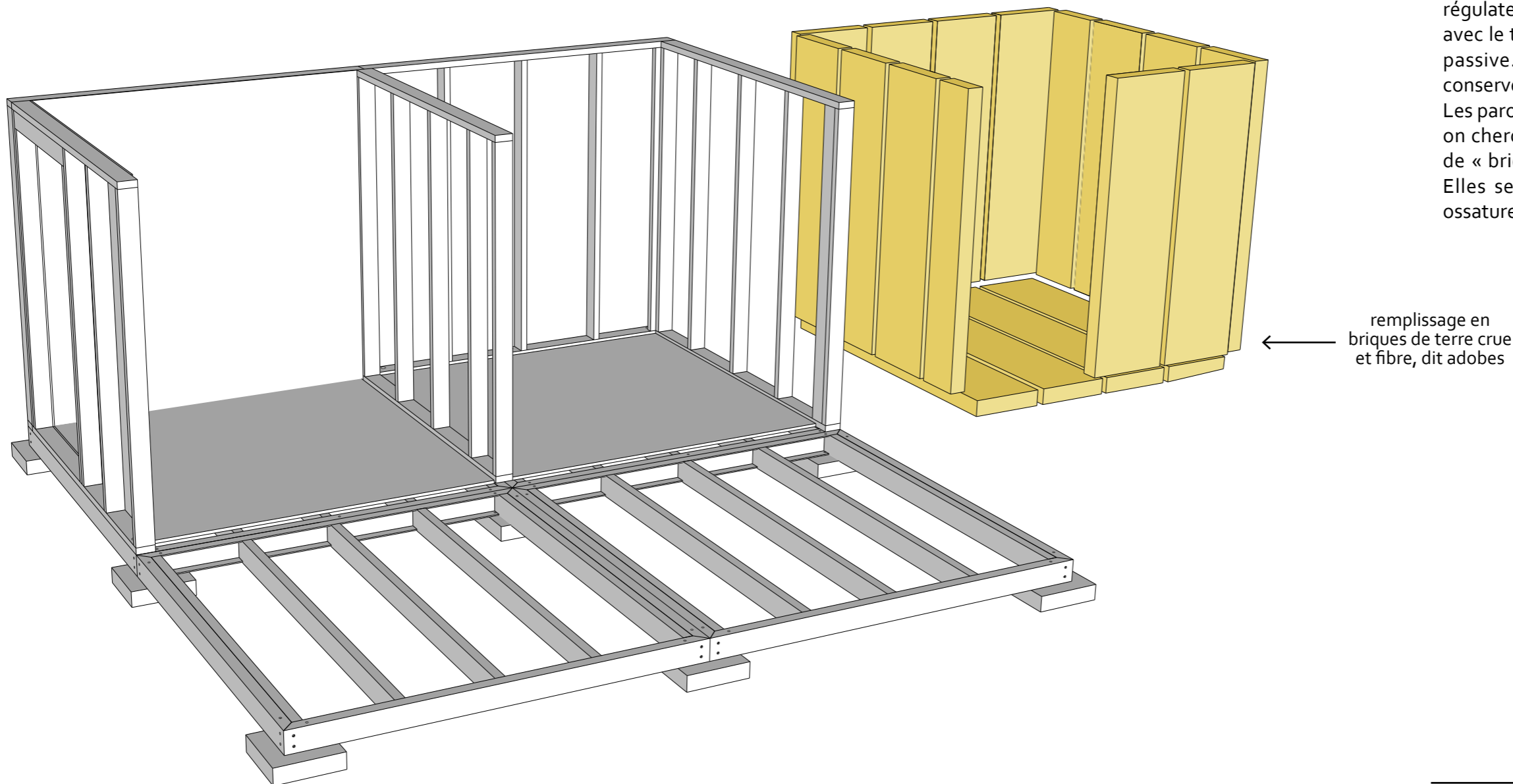
21

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



▲ retour au sommaire



REPLISSAGE DE L'OSSATURE DES PAROIS DU STOCKAGE LÉGUMES

I. REVÊTEMENT INTÉRIEUR EN BRIQUES DE TERRE CRUE

CLIMATISATION PASSIVE DU LOCAL DE STOCKAGE DE LÉGUMES

I.1 Fabrication des briques de terre crue fibrée

I.2 Pose des briques de terre crue

Principe:
Afin de limiter les écarts de température en période estivale dans le local de stockage de légumes, les cloisons et le sol sont réalisés avec des briques moulées de terre crues (« adobes ») pour leur propriété d'inertie thermique de régulateur hygrométrique. Elles constituent ainsi, avec le toit végétal, un système de climatisation passive. Les briques sont montées à sec pour conserver leur réversibilité.
Les parois à remplir étant de diverses dimensions, on cherchera à composer le remplissage à l'aide de « briques types » de différentes dimensions. Elles seront ensuite « appareillées » dans les ossatures en croisant les joints.

Réalisation du mélange terre-fibre

Principe :

La production des briques, ou adobes, est obtenue en moulant un mélange visqueux de terre non végétale, mélangée à des granulats minéraux et des fibres végétales, dans des proportions qui varient selon la qualité des matériaux employés et des propriétés recherchées.

Dans le cas présent, le bon mélange doit produire l'effet tampon recherché pour cette enveloppe de 12cm d'épaisseur, estimé optimal pour des briques d'une densité de 1800kg/m³ (voir [Étude thermique en annexe 2](#)).

Il est nécessaire de réaliser des tests avec différents mélanges de matériaux pour obtenir, après séchage, les bonnes dimensions et le bon poids.

Comme la terre non végétale utilisée contiendra une quantité variable d'argile et de granulats de différentes tailles (sable, gravier, cailloux), sa densité elle aussi sera variable tout comme son retrait au séchage. Elle devra donc être amandée (apport de fibres et de sable) pour ajuster ses propriétés afin d'obtenir les dimensions et la densité finales cherchées. Si les grains sont trop gros, elle devra être grossièrement tamisée.

Le mélange de terre et de granulats peut se faire par foulage au pied ou à l'aide d'un gros mélangeur (bétonnière, malaxeur planétaire), jusqu'à obtention d'un mélange visqueux (ni trop liquide ni trop sec).

Conseil :

La terre de site est à privilégier pour limiter les besoins de transports des briques (environ 4t une fois sèches).

Fabrication des moules :

Un moule type est produit avec les dimensions souhaitées. Ici, les dimensions utilisées sont les suivantes : 25.5x12.5x10.5cm pour un objectif de briques A de 24.5x12x10. Attention, ses dimensions sont à ajuster en fonction du retrait de la brique en séchant. Les moules sont réalisés avec du contreplaqué filmé pour coffrage, coupé et assemblé aux bonnes dimensions.

Une série de tests impliquant différents mélanges de matière est ensuite réalisé en vue de se rapprocher, après séchage, des bonnes dimensions et du bon poids.

En effet, en fonction du mélange utilisé et de la terre, un retrait plus ou moins important peut se produire au séchage.

On peut si nécessaire, ajuster également les dimensions des moules pour obtenir les adobes souhaités après séchage.

Moulage - démoulage et stockage des briques :

Le moulage se fait ensuite directement sur une surface plane et propre qui permettra le séchage des adobes les premiers jours (une grande surface de production est nécessaire pour produire toutes les adobes, compter au moins 100m²).

Les moules sont préalablement mis à tremper dans de l'eau. Placés sur la surface de production (préalablement sablée si le mélange colle trop), ils sont remplis grossièrement en projetant à deux mains des mottes de mélange puis arasés à l'aide d'une baguette de bois. Le démoulage est réalisé aussitôt en soulevant les moules puis en corrigeant la forme si nécessaire.

Si au démoulage la brique se déforme beaucoup, cela veut dire que le mélange est trop liquide, il conviendra donc de le corriger. Après 24h, quand la brique est suffisamment sèche pour être tournée sans la déformer, tourner les briques sur leur champ pour un meilleur séchage.

Compter une semaine pour la phase de test du mélange et la production des moules définitifs, une semaine

pour le moulage des adobes (environ 1200 de 3-4 tailles différentes) puis deux semaines pour un séchage suffisant en vue de leur mise en œuvre dans l'ossature. Le temps de séchage dépend des conditions de séchage. On veillera à ce que les briques soient stockées dans un endroit sec, bien ventilé et à l'abri des intempéries.



Matériaux :

- 1 plaque de Contreplaqué filmé pour la production des moules (2m50 x 1m25)
- 12 plaques optionnelles de CP filmé pour l'espace de production
- Visserie bois (3,5x50)
- 1m³ de terre non végétale assez collante (pour le choix de la terre, se référer aux annexes)
- 1m³ de sable gros si besoin d'augmenter la densité
- 1m³ de fibre végétale (paille fine type orge ou riz, chènevotte de chanvre, tige de tournesol broyée, etc.) si besoin de réduire le retrait

I. REVÊTEMENT INTÉRIEUR EN BRIQUES DE TERRE CRUE

I.1 Fabrication des briques de terre crue fibrée

[Tutoriel 11 - Fabrication moules briques](#)

[Tutoriel 12 - Création du mélange terre-fibre](#)

[Tutoriel 13 - Moulage des briques](#)

[Photos briques de terre crue](#)

Pour aller plus loin :

[Guide des bonnes pratiques de la construction en terre crue - Briques de terre crue](#)

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

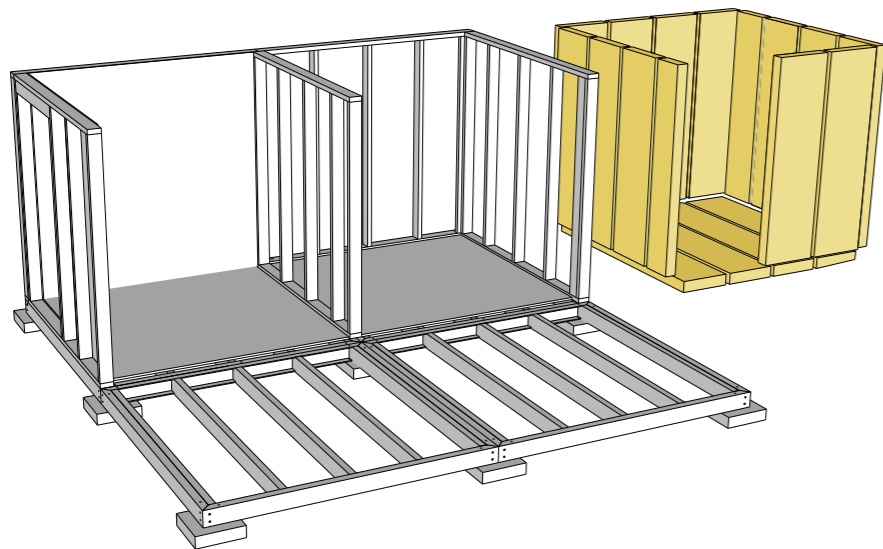
23



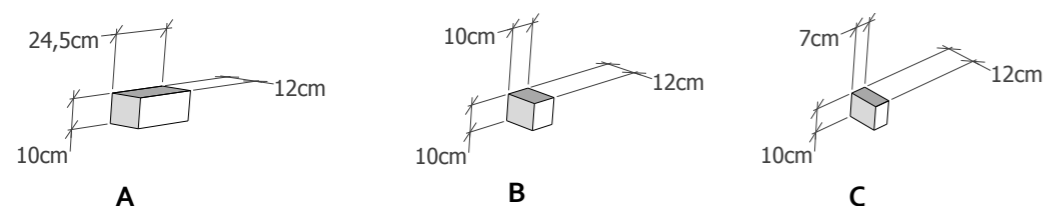
BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



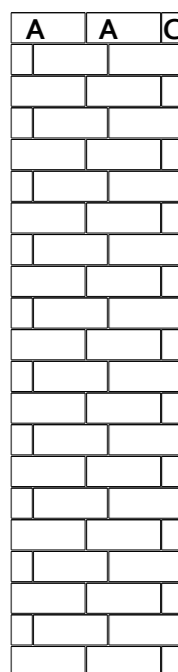
▲ retour au
sommaire



REPLISSAGE DE L'OSSATURE DES PAROIS DU STOCKAGE LÉGUMES

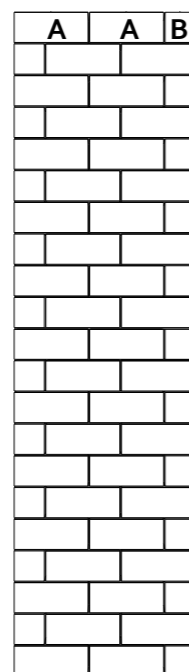


3 TYPES DE BRIQUES VIENNENT REMPLIR LES PANNEAUX



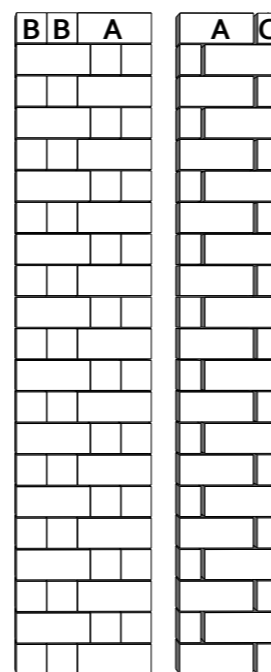
57 cm

8 panneaux - 21 rangs
2 briques A / 1 brique C



60 cm

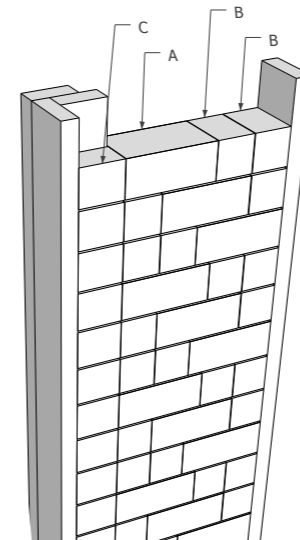
2 panneaux - 21 rangs
2 briques A / 1 brique B



45 & 33 cm

1 panneau - 21 rangs
2 briques B / 1 brique A

1 panneau - 21 rangs
1 brique A / 1 brique C



avec retour de l'ossature

57 cm

2 panneaux - 21 rangs
1 brique A / 2 briques B /
1 brique C posée de champ

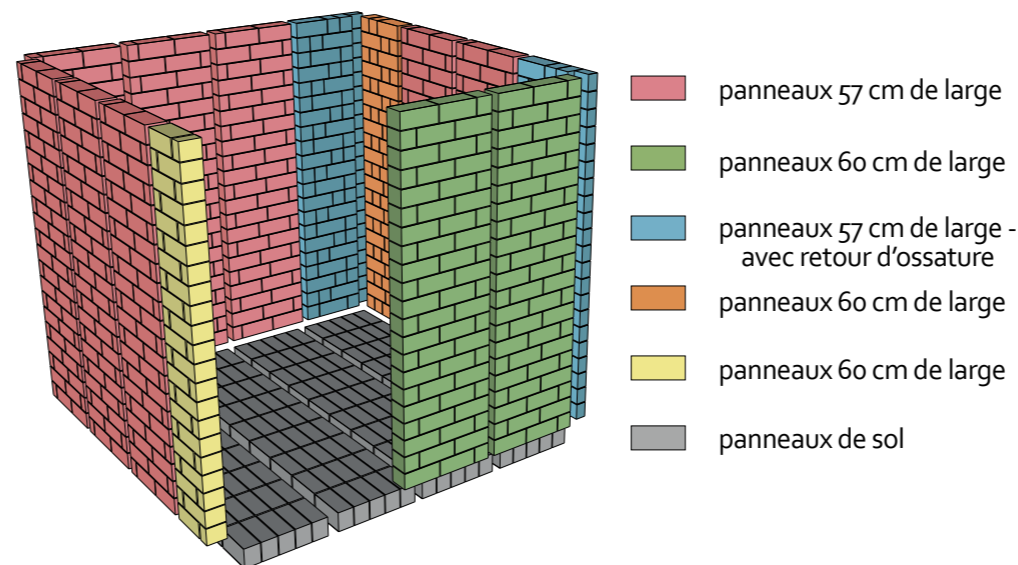


SCHÉMA DES LARGEURS DE PANNEAUX

Panneaux de sol :

4 panneaux de 52 cm de large - 9 rangs
5 briques A posées de champs

I. REVÊTEMENT INTÉRIEUR EN BRIQUES DE TERRE CRUE

I.1 Pose des briques de terre crue

Tutoriel 14 - Pose de mur de briques

Tutoriel 15- Pose de l'enduit de terre crue

Principe :

Les parois à remplir étant de diverses dimensions, on cherchera à composer le remplissage à l'aide de « briques types » de différentes dimensions : A, B, C

Les briques seront « appareillées » dans les ossatures en croisant les joints (voir schéma ci-contre). On reproduira sur un schéma semblable à celui présenté ici les différentes largeurs à remplir. Un calepinage spécifique à chacune de ces largeurs sera réalisé à l'aide de quelques briques types (ici A, B et C), afin de limiter le nombre de moules à produire. On obtiendra ainsi le nombre de briques de chaque type à produire et leurs dimensions respectives.

Le montage vertical des adobes se fera à l'aide d'un mortier fin de terre afin d'ajuster les défauts de dimensions et de planéité tout en autorisant une dépose facile ultérieurement. Ce mortier devra donc être peu collant (faible teneur en argile) et composé d'agréats de petite dimension (tamisé au tamis de 4mm), ajusté en fonction de la terre disponible sur site.

Une trame naturelle (jute, lin) est ensuite fixée devant les adobes sur l'ossature, le tout recouvert d'un enduit terre pour parfaire l'étanchéité (cf. vidéos 14 & 15).

Sur le plancher, les adobes sont posés dans l'ossature et les joints comblés à l'aide du mortier. Un revêtement au sol peut ensuite être ajouté. Il faudra éventuellement prévoir un renfort de la structure du plancher : double solivage / entretoises.

Conseil :

Pour les briques utilisées en plancher, on utilisera idéalement une des briques types mises sur chant pour remplir les 12cm d'épaisseur du solivage. Lors de la pose, les dimensions des briques pourront être encore ajustées. (Réduction de la taille des briques par des techniques proposées dans la vidéo)

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

24

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



retour au sommaire

CALEPINAGE PANNEAUX



J. REVÊTEMENT INTÉRIEUR EN OSB

Principe :

Pose revêtement des sols – Pose revêtement des murs

Le sol du module de stockage matériaux recevra un OSB de 22mm d'épaisseur, vissé sur les solives bois du plancher bas.

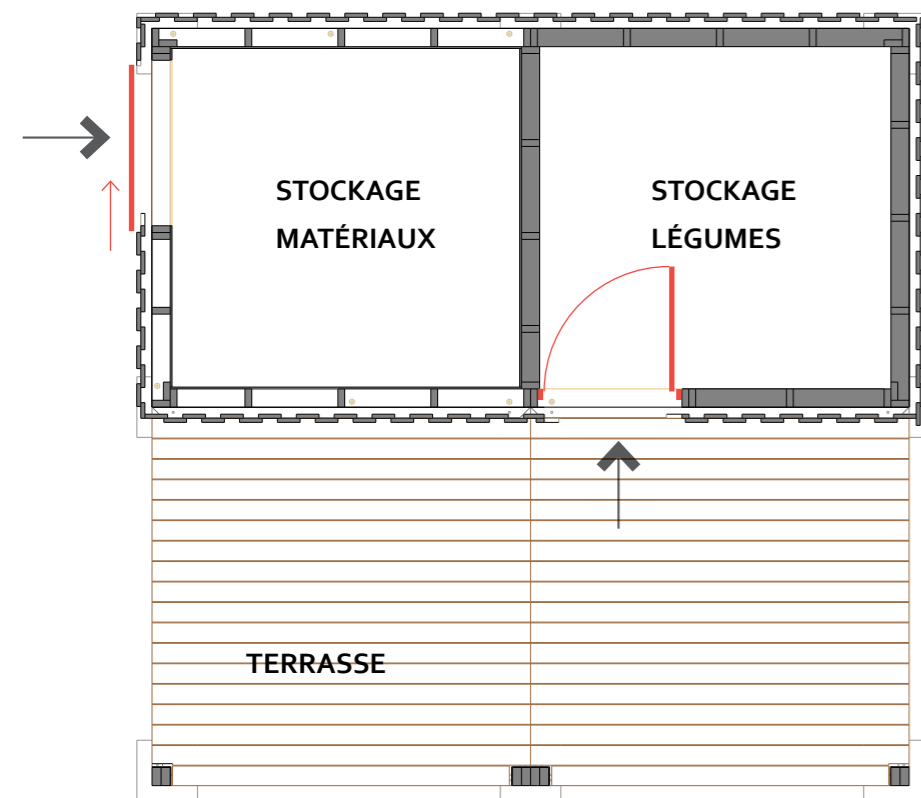
Les murs du module de stockage matériaux recevront un OSB de 12mm d'épaisseur, vissé sur les montants. Cet OSB participe au contreventement du bâtiment.

Note :

Les périmètres de la cloison séparant les deux modules seront scotchés avec du scotch spécifique afin d'assurer l'étanchéité à l'air.

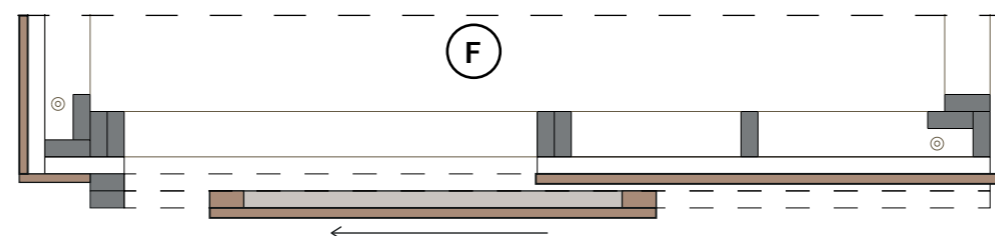
Matériaux :

- OSB 12mm - 20m²
- OSB 22mm – 6m²
- Vis 4x60 x100
- Scotch pour étanchéité à l'air – x1

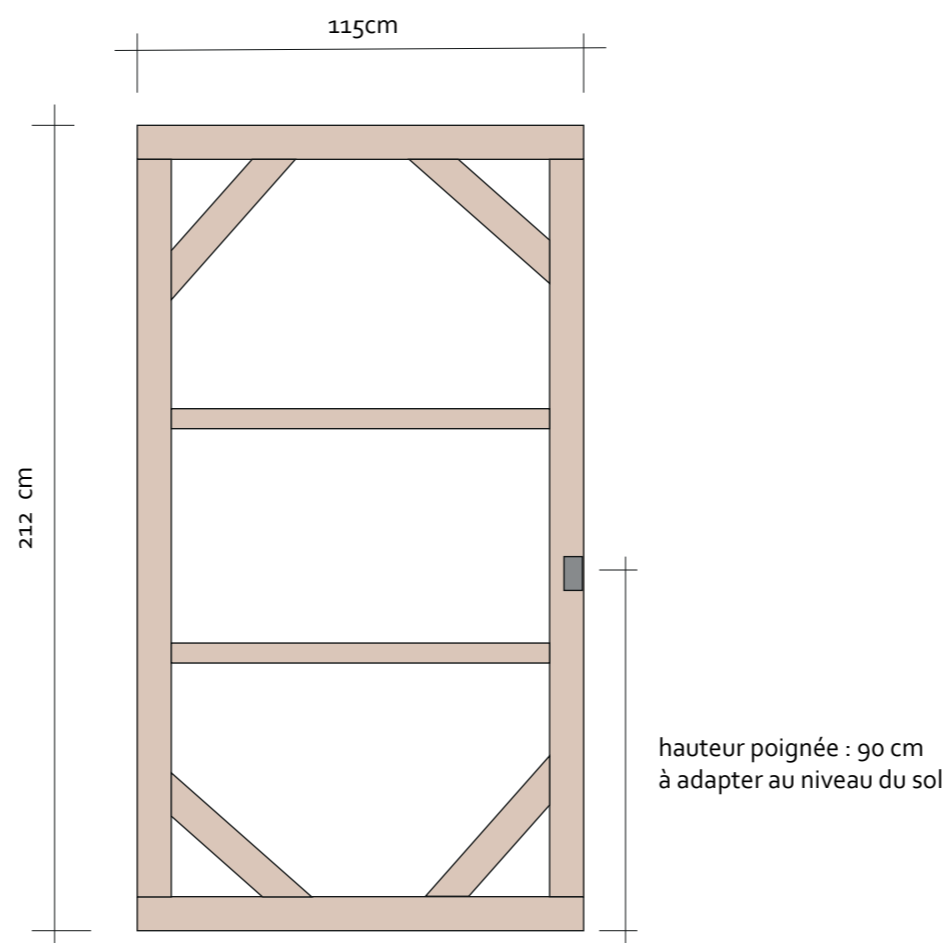


PLAN

Le local stockage est orienté vers les faces les plus fraîches



PLAN DE L'OSSATURE ET DE LA PORTE 1/20



ÉLÉVATION DE LA PORTE 1/20

K. PORTES

[Tutoriel 16 - fabrication de la porte coulissante](#)

[Tutoriel 17 - pose de la porte coulissante](#)

Pour le local de stockage de légumes, on pourra poser une porte achetée dans le commerce. Toutefois, la pose devra faire l'objet d'une attention spéciale à correctement traiter l'étanchéité à l'air afin d'optimiser le contrôle du climat intérieur. Pour cela, il faudra privilégier une pose en applique et poser un Comprisbande le long des montants et de la traverse haute.

La porte du module de stockage matériaux du prototype est une porte coulissante. Une vidéo traite de la création et de la pose de la porte. Nous alertons toutefois sur les dimensions qui sont à titre indicatif, elles dépendront du système de rail choisi.

La porte peut aussi être une porte classique. Sur ce prototype, la porte est revêtue d'un pare-pluie et habillée d'un bardage pour se fondre dans le volume du local.

Conseil :

La porte de stockage de légumes doit de préférence isolante afin de limiter la perte de fraîcheur au sein de la chambre climatisée.

Matériaux :

- Porte pour stockage légumes :
 - Porte de service poussant gauche - acier galvanisé 1 vantail L:90 cm
 - Comprisbande - 1 rouleau
- Porte coulissante pour stockage matériel :
 - Bois - 90mm x 45mm – longueur 2m20 et 120– x2
 - Bois - 45mm x 45mm - longueur 110 x 2
 - Pare-pluie : 115x212
 - Quincaillerie de fermeture :
 - . 1 coffre de sûreté à mentonnet avec gâche
 - . cylindre avec clés
 - rail alu pour porte 40-80kg et garniture (montures, platines, butées), olive de guidage nylon

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

26

INRAE

BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



retour au
sommaire

Ventilation manuelle

Principe :

Afin de contrôler le climat intérieur et de rendre effective la climatisation passive apportée par l'enveloppe en brique de terre crue, il faut prévoir un système de ventilation naturel. Ce système de ventilation est constitué d'un système de deux grilles d'aération qui peuvent se fermer et s'ouvrir manuellement.. Une des grilles se situe au niveau du plancher bas, dans l'angle à droite de la porte d'entrée. L'autre grille se situe en partie haute du mur dans l'angle opposé à celui où se trouve la porte (photo 1) . Cette configuration permet un contrôle manuel de la circulation de l'air qui assure une ventilation la nuit (entrée d'air frais) et bloque la ventilation le jour lors des journées chaudes.



« Grille de ventilation à ouverture manuelle »

Matériel:

- Tuyau PVC D.125 – 1,5m pour les traversées des murs
- Grille de ventilation – x2
- Grille à fermeture – x1
- Grille type sortie VMC double flux – x1

Ventilation automatisée:

Principe :

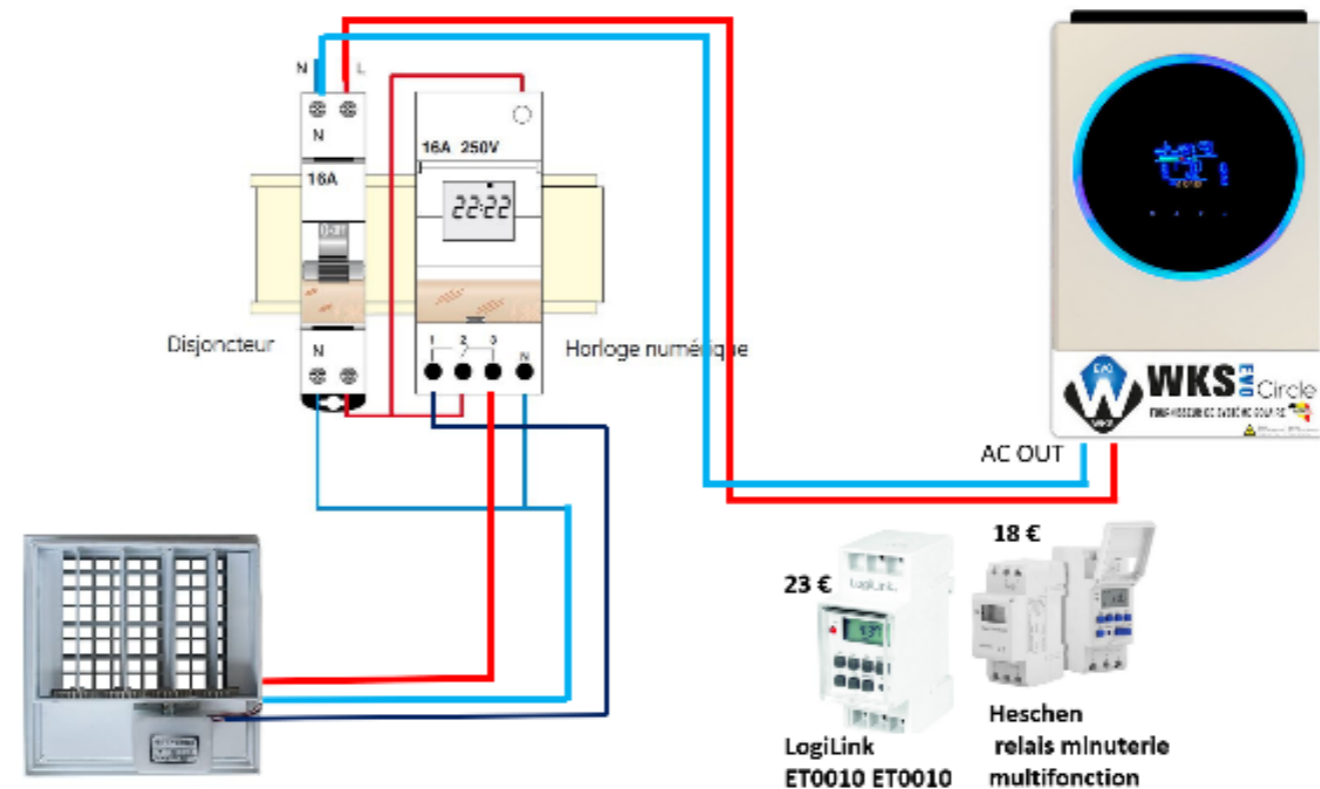
Les exploitants ne peuvent pas toujours être présents le soir ou le matin pour ouvrir/fermer la ventilation (notamment lorsqu'ils ne logent pas sur place). Pour pallier ce problème, nous avons installé un système (schéma ci-contre) permettant d'automatiser l'ouverture et la fermeture des trappes d'entrée et de sortie d'air. Il est nécessaire d'installer d'autres types de trappes (Photo 2) dont l'ouverture est électrique. Ces trappes s'alimentent sur le 230 V alternatif de la sortie « AC OUT » (cf. système de climatisation active, page 28).de l'onduleur, mais ne consomment quasiment rien en termes d'énergie. Ces trappes sont vendues avec un interrupteur pour les faire fonctionner en 'manuelle'. Pour rendre le système automatisé, il faut remplacer l'interrupteur par une horloge numérique (voir schéma ci-contre) pour programmer les heures d'ouverture et de fermeture des trappes. Il est également possible d'utiliser une horloge astronomique qui permet l'ouverture et la fermeture des trappes aux heures de levée et de coucher du soleil.

Matériel:

- Grilles de ventilation automatique : « Ventilation grille aération électrique registre ventilation motorisée 220v vmc climatisation air », 250x250mm - Marque : ROOwarMer
- Programmeur mécanique
- Câble électrique pour connecter les éléments du système.



Grille de ventilation à ouverture automatique



Dispositif d'automatisation de la ventilation

Alternative au programmeur mécanique :

- horloge numérique, exemple : LogiLink ET0010 ET0010-DIN-Rail Minuterie avec minuterie numérique et LCD pour Commutation Facile
- Horloge astronomique avec programmable Selekt 170 Top3 de Theben. Fonction de commutation astronomique (calcul automatique des heures de lever et de coucher du soleil pour toute l'année)

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE

27



BATIMENT
MODULAIRE ET
DÉMONTABLE



▲ retour au sommaire

Pour le dimensionnement du système, il faut prendre en compte 3 éléments :

1- Les puissances cumulées susceptibles d'être utilisées dans le bâti. Dans notre cas d'étude, il n'y a qu'un climatiseur mobile dont la puissance est d'environ 2000 W. Cette valeur nous permet d'identifier qu'il nous faudra un onduleur de puissance supérieure. Nous avons donc choisi un onduleur de 3000W de puissance.

2- La durée journalière d'utilisation de la climatisation, par jour ensoleillé ou par jour nuageux. Nous envisageons de pouvoir faire fonctionner la climatisation 1 heure par jour. Il s'agit pour l'instant d'un cadre empirique qui nécessite une saison pleine d'étude pour voir si cela est suffisant. Nous avons installé 4 batteries Plomb Gel de 12V / 100Ah chacune, pour une énergie totale de stockage d'environ 4800 Wh. Sachant qu'il n'est pas bon pour les batteries plomb de descendre sous les 50%, nous pourrons alimenter un peu plus d'une heure la climatisation sous batterie. Cette grandeur est augmentée si les panneaux solaires reversent de l'énergie au système.

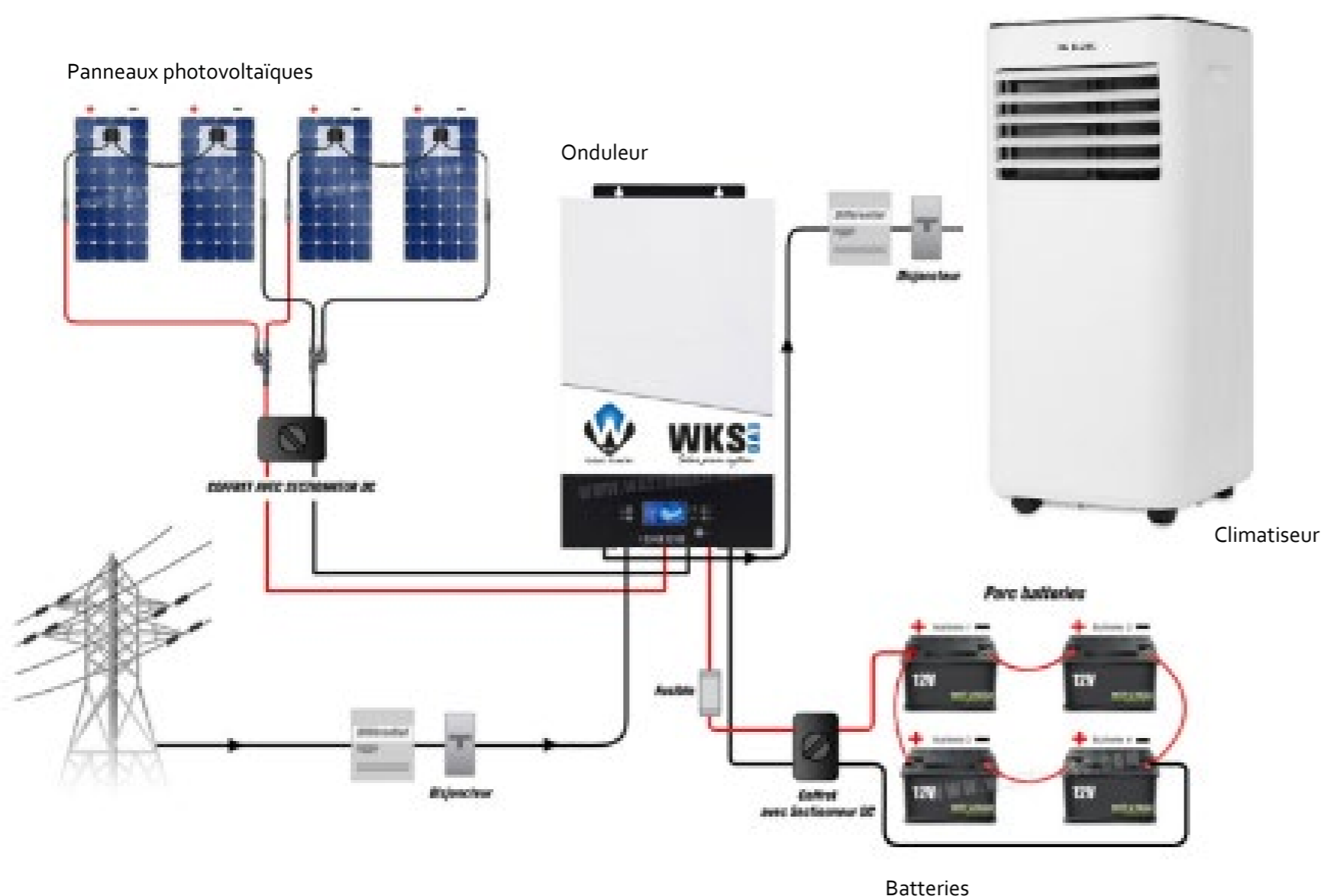
3- Le nombre de panneaux solaires photovoltaïques à installer. Dans l'idéal il faut alimenter les batteries autant que ce que l'on a dépensé dans la journée. Ici, nous partons avec 4 panneaux solaires photovoltaïques de 330 Wc permettant en théorie sous conditions standards d'éclairement (1000W/m^2 d'irradiance et 25°C) de récolter 1320 W électriques. Sous 2 bonnes heures d'ensoleillement d'été, on peut espérer récupérer autour de 2640 Wh d'énergie pour compenser l'énergie nécessaire à l'alimentation d'une heure de climatisation.

LOCAL DE STOCKAGE ET DE VENTE 28

Principe :

Afin de compléter la climatisation passive offerte par les cloisons en adobes, une climatisation active low-tech et low-cost est prévue à l'intérieur du bâti. Elle est composée d'un climatiseur mobile réversible alimenté par des panneaux solaires afin que la climatisation puisse fonctionner en autonomie énergétique. L'évacuation des calories pour le refroidissement se fera *via* un tuyau vendu avec l'équipement connecté à l'arrivée d'air par le plancher. Ce type de montage pour une autonomie électrique « hors réseau électrique » que l'on appelle montage d'« autoconsommation off-grid », nécessite en plus des panneaux, un onduleur hybride et des batteries de stockage.

Les connexions se font telles que sur le schéma ci-dessous. Il est en effet possible de se connecter au réseau avec cet onduleur. Nous ne le faisons pas dans le cas de notre installation.





Panneaux solaires lestés



Panneaux solaires PV installés sur les bacs lestés, orientés sud, avec inclinaisons d'environ 15°.

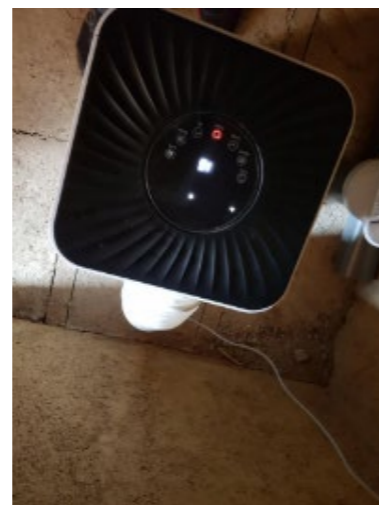


Onduleurs :

4 fils noirs du bas : 2 pour l'arrivée PV, 2 pour l'arrivée batterie. Fil blanc vers le bas permet de se brancher au réseau (ou groupe électrogène) si possibilité. Le câble blanc vers le côté : sortie de l'onduleur pour alimenter le climatiseur.



Exemple de climatiseur : Climatiseur portable Artic-160, climatiseur chaud/froid, déshumidificateur, ventilateur silencieux de consommation 2kW environ, avec possibilité de descendre à des températures de 16°C



Climatiseur avec possibilité de descendre à des températures de 16°C (Vue du dessus)



Pack de 4 batteries. (2 séries de 2). Sur la gauche, arrivée des câbles solaires.

Afin de limiter les ouvertures dans le sol et le mur et de rendre compatibles les deux systèmes, on prévoira un tube en T ou en Y permettant l'utilisation des mêmes entrées et sorties. Les ouvertures pour la ventilation mécanique devront bien sûr être fermées lors de la mise en route du climatiseur.

Conseil :

Les batteries et l'onduleur devront être installés dans la zone de rangement des outils. Les panneaux peuvent être posés sur le toit ou au sol. L'inconvénient du toit est de ne pas profiter du phénomène thermique lié à la végétalisation du toit. Les panneaux sont donc disposés au sol, plus facile à nettoyer et entretenir). Une [étude thermique](#) pour la conception de la climatisation active est disponible en annexe 3).

Matériaux :

1- Les panneaux :

- 4 Panneaux solaires Q.Cells DUO-G9 330Wc Full Black
- Allonge câble solaire 2x4mm² avec 2xType MC4 (10 mètres)
- 4 bacs à lester Renusol
- Coffret sectionneur DC 1000V 32A - 1 string - avec prises MC4 (pour déconnecter les panneaux PV de l'onduleur)

2- L'onduleur :

- Onduleur hybride WKS Plus 3 kVA (24 V actuellement), initialement prévu à 48 V.
- Câble solaire 2x4mm² avec type MC4 (environ 1 m) pour connecter les panneaux solaires à l'onduleur.
- Câble batterie 2x25mm² - 2m pour connecter les batteries à l'onduleur.
- Une rallonge domestique pour alimenter en énergie électrique le climatiseur dans la salle 'refroidie'. (10 m)

3- Les batteries :

- 4 Batteries GEL Ultracell 12V 100Ah
- 3 jonctions batterie 25mm² avec cosse 25 cm
- Coffret de protection avec fusible pour batterie - 100A

4- Le climatiseur réversible :

- Climatiseur portable Artic-160, climatiseur chaud/froid, déshumidificateur, ventilateur silencieux de consommation 2kW environ
- 2 tubes PVC en Y ou T à la dimension des ouvertures pour partager les ouvertures dans le mur et le sol avec le système de ventilation mécanique (manuel ou automatisé).

1. ÉTUDE STRUCTURELLE

► [Lien vers le document](#)

2. ÉTUDE THERMIQUE POUR LA CONCEPTION DE LA CLIMATISATION PASSIVE

► [Lien vers le document](#)

3. ÉTUDE THERMIQUE POUR LA CONCEPTION DE LA CLIMATISATION ACTIVE

► [Lien vers le document](#)

4. [LISTE DU MATÉRIEL A PRÉVOIR](#)

5. [LISTE DES MATÉRIAUX](#)

6. [COÛT DU PROTOTYPE](#)

7. [VIDÉOTHÈQUE / PHOTOTHÈQUE](#)

Outils électroportatif et filaire :

- Scie sauteuse
- Scie radiale à onglet avec servante
- Visseuse / perceuse x2
- Visseuse à choc x2
- Scie circulaire ou scie plongeante (encore mieux) avec rail
- Disqueuse / meuleuse
- Scie alligator (découpe d’isolant souple)
- Poste à souder / masque & gants
- Perforateur-burineur
- Perceuse à colonne à aimant

Petit Outillage et consommables :

- Marteaux charpentier / Massette
- Mèches bois (diam 4 à 10) et mèches métal (3 à 10)
- Forêts béton (diam 6 à 14)
- Scie égoïne
- Boite embouts pour visseuses x2
- Grande règle type règle de maçon 2m minimum
- Pinces diverses
- Clés à cliquer et set de douilles
- Jeux de clefs plates
- Serre-joints x2 paires >150kg
- Cutter et lames de cutter
- EPI (lunettes, bouchons oreilles, gants...)
- Électrodes soudure à l’arc 3,2 / 2,5 mm
- Jeu de ciseaux à bois / Ébauchoir
- Disques meuleuse (diamant + fin métal + épais métal + décapage à grain)
- Pied-de-biche

Bois:

- Bois - 145mm x 60mm – longueur 2m50 – x48
- Bois - 120mm x 60mm – longueur 2m50 – x8
- Bois - 220mm x 60mm – longueur 5m – x4
- Bois - 120mm x 45mm – longueur 2m50 – x59
- Bois – 45mm x 45mm – 320ml
- Bois - 90mm x 45mm – longueur 2m50 – x2
- Bois pour terrasse - 125mm x 27mm – longueur 2m50 – x38
- Bois pour bardage - 150mm x 22mm – longueur 3m – x158
- Contreplaqué marine pour moules
- OSB 18mm – 30m²
- OSB 12mm - 20m²
- OSB 22mm – 6m²

Métal:

- UPE 140 – 2m50 – x16
- Cornières 65mmx65mm – x16

Quincaillerie:

- Tige filetée (et scellement chimique) ou goudjons Ø12 – longueur 20cm – x 32
- Tiges filetées - Ø12 – longueur 12cm x 6 – longueur 24cm x3
- Écrous frein - Ø12 – x 101
- Rondelles - Ø12 – x 50
- Boulon – Ø12 – 55mm – x 56
- Boulons – Ø12 – 80mm – x21
- Pieds de poteaux 12cm x 12cm ou 10cm x 10cm – x 4
- Tire fond adapté aux pieds de poteaux choisis – x16
- Équerres pour fixation acrotères
- Vis 4x60 - x300
- Vis 5x80 – x200
- Vis 6x80 – x50
- Vis 6x120 – x300
- Vis 6x140 – x200
- Vis A2 5x40 – x2400

Autres:

- Pare-pluie 60m²
- Rouleaux de scotch pour étanchéité à l'air - x4
- Agrafes x2000
- EPDM 5m64x5m64
- Kit de bandes adhésives pour traitement des coins x 8 et des évacuations x 4
- Colle Néoprène EPDM en sceau pour encollage en rouleau ou en bonbonne pour encollage au pistolet
- Lap sealant mastic joint
- Évacuation trop-plein
- Évacuation eau de pluie verticale
- Terre
- Sable
- Chènevotte
- Porte pour stockage légumes
- Porte pour stockage matériaux
- Tuyau PVC D.125 – 1,5m
- Grille de ventilation – x2
- Grille à fermeture – x1
- Grille type sortie VMC double flux – x1

Matériel pour la ventilation :

- Tuyau PVC D.125 – 1,5m pour les traversées des murs
- Grille de ventilation – x2
- Grille à fermeture – x1
- Grille type sortie VMC double flux – x1

Matériel pour la ventilation automatique :

- Grilles de ventilation automatique : « Ventilation grille aération électrique registre ventilation motorisée 220v VMC climatisation air », 250x250mm - Marque : ROOwarMer
- Programmeur mécanique
- Câble électrique pour connecter les éléments du système.

Alternative au programmeur mécanique :

- horloge numérique, exemple : LogiLink ET0010 ET0010-DIN-Rail Minuterie avec minuterie numérique et LCD pour Commutation Facile
- Horloge astronomique avec programmable Selekt 170 Top3 de Theben. Fonction de commutation astronomique (calcul automatique des heures de lever et de coucher du soleil pour toute l'année)

Matériel pour la climatisation active :

- 1- Les panneaux :
 - 4 Panneaux solaires Q.Cells DUO-G9 330Wc Full Black 129.46 €
 - Allonge câble solaire 2x4mm² avec 2xType MC4 (10 mètres)
 - 4 bacs à lester Renusol (120 € chacun)
 - Coffret sectionneur DC 1000V 32A - 1 string - avec prises MC4 (pour déconnecter les panneaux PV de l'onduleur)
- 2- L'onduleur :
 - Onduleur hybride WKS Plus 3 kVA (24 V actuellement) , initialement prévu à 48 V.
 - Câble solaire 2x4mm² avec type MC4 (environ 1 m) pour connecter les panneaux solaires à l'onduleur.
 - Câble batterie 2x25mm² - 2m pour connecter les batteries à l'onduleur.
 - Une rallonge domestique pour alimenter en énergie électrique le climatiseur dans la salle 'refroidie'. (10 m)

- 3- Les batteries :
 - 4 Batteries GEL Ultracell 12V 100Ah
 - 3 jonctions batterie 25mm² avec cosses 25 cm
 - Coffret de protection avec fusible pour batterie - 100A

- 4- Le climatiseur réversible :
 - Climatiseur portable Artic-160, climatiseur chaud/ froid, déshumidificateur, ventilateur silencieux de consommation 2kW environ
 - 2 tubes PVC en Y ou T à la dimension des ouvertures pour partager les ouvertures dans le mur et le sol avec le système de ventilation mécanique (manuel ou automatisé).



Coût du prototype (année 2021) :

Coût structure (bois et métal) :

Matériaux	Coût
Structure porteuse métal (+ 2 000 HT main d'oeuvre)	2 520 €
Montant 45x120 ossature pour murs/planchers bas/solivage toiture	688 €
Montant 45x145	85 €
Lame de terrasse Douglas rabotée	221 €
Bardage en planche de coffrage Douglas	490 €
Liteaux bruts	70 €
Sous-total Bois :	1 554 €
OSB contreventement extérieur	630 €
OSB 22mm toiture + plancher	640 €
Feutre bitumeux pour rupture capillaire	50 €
Membrane EPDM (inclus rives & perçage écoulement)	1 440 €
Portes (ajouté au devis a posteriori)	250 €
Quincaillerie dont ferrures et serrureries + dispositif portes + livraison des matériaux (forfait)	400 €
Sous-total : toiture	3 410 €
Total	7 484 €

Coût climatisation active (tarif 2021) :

Article	Quantité	Prix unit. HT	Montant HT
Panneau solaire Q.Cells DUO-G9 330Wc Full Black	4	129,46 €	517,84 €
Onduleur hybride WKSPlus 3 kVA 48V	1	553,72 €	553,72 €
Batterie GEL Ultracell 12V 100Ah	4	163,10 €	652,40 €
Allonge câble solaire 2x4 mm² avec 2xType MC4 (10m)	2	22,54 €	45,08 €
Sectionneur DC 2P 1000V 32A - avec boîtier	1	45,90 €	45,90 €
Câble solaire 2x4mm² avec type MC4 (1m)	1	3,77 €	3,77 €
Câble batterie 2x25mm² (2m)	1	24,83 €	24,83 €
Coffret avec fusible pour batterie 100A	1	55,14 €	55,14 €
Jonction batterie 25 mm² avec cosses (15 cm)	3	7,38 €	22,14 €
Disjoncteur Schneider mono 16A	1	7,05 €	7,05 €
Câble de terre 1x6mm² (10m)	1	11,88 €	11,88 €
Total			1 952,86 €

Coût automatisation de la ventilation mécanique (tarif 2023) :

Matériel	Quantité	Prix unit. HT	Montant HT
Ventilation grille aération électrique registre ventilation motorisée 220x vmc climatisation air Marque : ROOwarMer	2	82,72 €	165,44 €
Horloge numérique	1	18,00 €	18,00 €
Total			183.44 €

Coût avec horloge astronomique permettant l'ouverture et la fermeture aux heures de coucher et lever du soleil :

Matériel	Quantité	Prix unit. HT	Montant HT
Ventilation grille aération électrique registre ventilation motorisée 220x vmc climatisation air Marque : ROOwarMer	2	82,72 €	165,44 €
Horloge astronomique	1	150,00 €	150,00 €
Total			315.44 €

Vidéothèque

- [Tutoriel 1 - Installation du châssis métallique](#)
- [Tutoriel 2 - Découpe et pose du solivage du plancher](#)
- [Tutoriel 3 - Création de l'ossature des murs et cloisons](#)
- [Tutoriel 4 - Pose de l'ossature des murs](#)
- [Tutoriel 5 - Pose de l'ossature de la toiture](#)
- [Tutoriel 6 - Scotchage pare pluie](#)
- [Tutoriel 7 - Réalisation des poteaux](#)
- [Tutoriel 8 - Pose de la terrasse](#)
- [Tutoriel 9 - Pose de l'acrotère](#)
- [Tutoriel 10 - Pose de la bâche EPDM](#)
- [Tutoriel 11 - Fabrication des moules pour les briques de terre crue](#)
- [Tutoriel 12 - Réalisation du mélange pour la fabrication des briques de terre crue](#)
- [Tutoriel 13 - Moulage des briques de terre crue](#)
- [Tutoriel 14 - Pose du mur de briques de terre crue](#)
- [Tutoriel 15 - Pose de l'enduit sur le mur de briques de terre crue](#)
- [Tutoriel 16 - Fabrication de la porte du local de stockage de matériel](#)
- [Tutoriel 17 - Pose de la porte du local de stockage de matériel](#)

[Toutes les vidéos](#)

Photothèque

- [Toutes les photos du projet BâtiAlim](#)
- [Toutes les Photos « Campeyrou »](#)
- [B. Structure métallique](#)
- [C. Solivage](#)
- [D. Ossature bois](#)
- [F. Toiture](#)
- [G. EPDM](#)
- [H. Revêtements extérieurs](#)
- [I. Briques terre crue](#)
- [L.Ventilation](#)
- [M. Climatisation active](#)

Remerciements

Nous remercions

- la Fondation de France, la fondation Edouard et Geneviève Buffard et la région Occitanie qui ont financé la conception et la construction de ces prototypes.
- Le Collectif "Résilience alimentaire", de Lodève et les maraîchers : Cécile JOFFART, Jocelyne TAFFART et Julien ALBERT qui ont réalisé la construction des prototypes avec l'aide de Martin GEIB et Thierry Vanvert, 3PCO.
- Martin GEIB, Thierry Vanvert et Ildiko BEDE, (3PCO) qui nous ont aidé à mettre en forme ce tutoriel
- Bastien Defives qui a réalisé les tutos vidéos et fourni de nombreuses photos

- Benoit ROUVIERE, Shérar HARFOUCHE, Société IDESUN qui ont réalisé l'étude de dimensionnement du dispositif photovoltaïque
- Nicolas CAMARA et Gaël ALONZO, École d'ingénieurs EFP de Montpellier et ses étudiants qui ont conçu un système « sans fil » de monitoring des indicateurs permettant d'évaluer les performances des dispositifs de climatisation active et passive, et en particulier Nicolas et Gaël qui ont installé le dispositif de climatisation et conçu et réalisé le dispositif d'automatisation de la ventilation.
- Laurie VANEL et Julie PENOUILH, INRAE-UMR Innovation qui ont assuré la coordination de la construction des prototypes

Nous remercions également

- nos partenaires Antoine CARLIN & Stéphanie HOSFORD, Fédération des CIVAMs du Gard, Françoise PASQUIER, Marlène MATIGNON, Azel LAUTIER, Communauté de communes du Lodévois et Larzac, Thierry LANIESSE, Vincent SALIGNAC, Morgan PUJOL, SYDEL du Pays Cœur d'Hérault, Laurent THOMAS, DDTM de l'Hérault, Aspasia KAMBEROU, CAUE de l'Hérault, qui ont contribué à la conception et la construction de ce prototype

et l'ensemble des membres des projets BâtiAlim et BâtiMouv

Camille CLEMENT, Alexis GRILLON, Lucette LAURENS, Sébastien MOURET, Coline PERRIN, Orlane ROUQUIER, Roxane DIF, INRAE-UMR Innovation
Philippe MADELINE, Université de Caen-UMR ESO ; Béatrice MESINI, CNRS-UMR TELEME, Romain MELOT INRAE-UMR SADAPT
Monique POULOT, Claire ARAGAU, UMR LAVUE et Christophe SOULARD, UMR Innovation, comité scientifique en appui au projet

Un grand merci à tous

Brigitte Nougardès

Coordination générale des projets BâtiAlim et BâtiMouv.

[BâtiAlim, expérimentations pour une gestion durable du bâti alimentaire](#)

