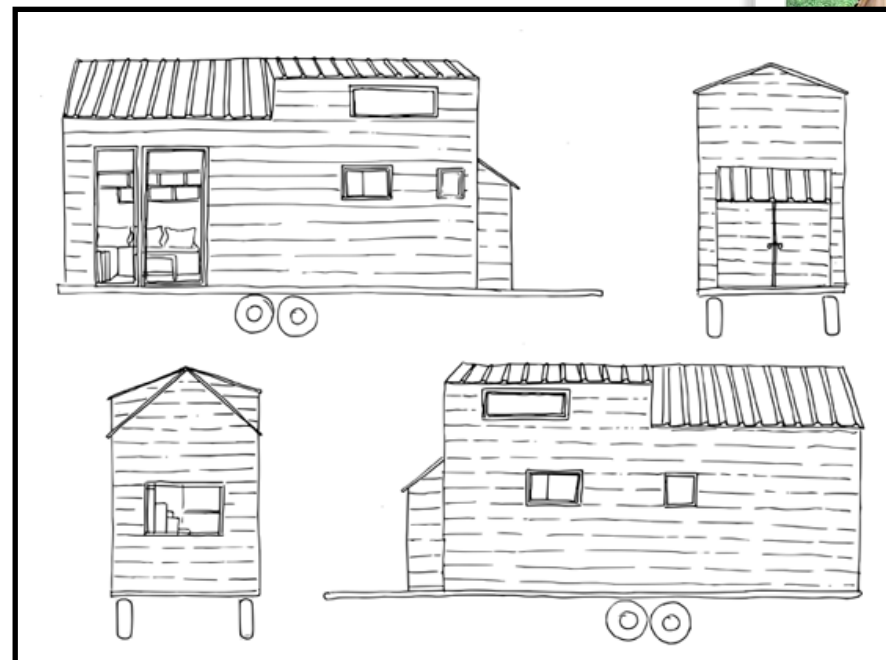


Projet 4 : Conception d'une tiny house

*Matière
Energie*

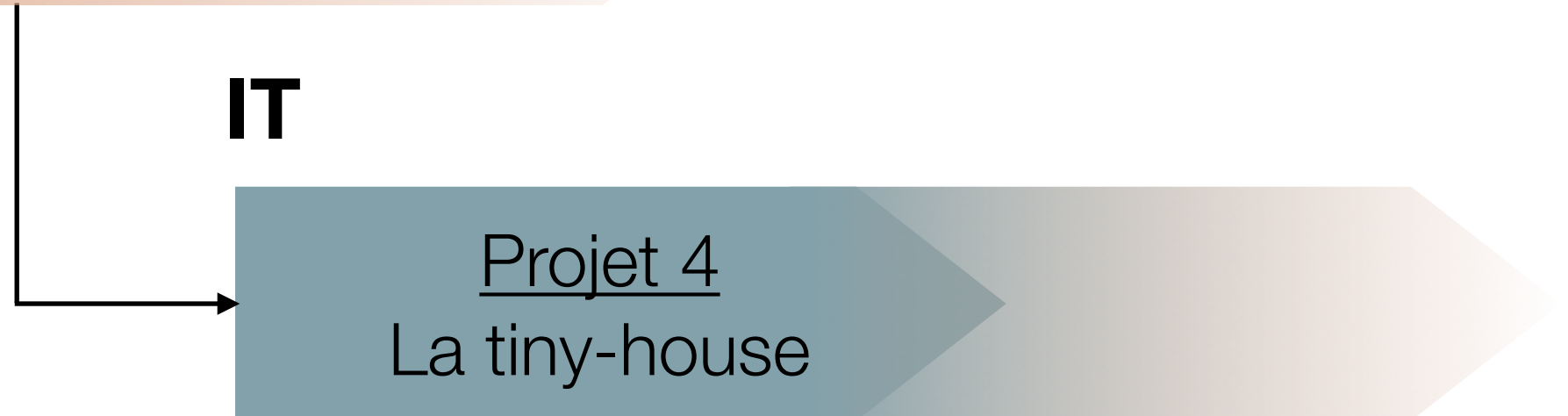


Progression

I2D



IT





Objectif

Dimensionner une partie structurelle d'une tiny house

Pré-requis abordés en I2D

Séquence 3 : Chaîne d'énergie

2. Approche fonctionnelle et structurelles des produits

2.1. Représentation des flux MEI

- Notion de **flux** et de **stock**
- Principaux **flux d'énergie**
- Principes de **caractérisation des flux, unités, calcul.**

Pré-requis abordés en I2D

Séquence 4 : Structure

2. Approche fonctionnelle et structurelles des produits

2.2. Approche fonctionnelle et structurelle des ossatures et des enveloppes

2.2.1 Typologie des enveloppes

- Principaux **types d'enveloppe** des produits
- Principales fonctions (esthétique, isolations diverses, sécurité, étanchéité ou perméabilité, agencement d'éléments)
- Caractéristiques, **niveaux de performance**

2.2.2 Typologie des ossatures

- Principaux **types des sous-ensembles élémentaires des ossatures** (câbles, poutres, parois, plaques, coques, portiques, treillis).
- Principales **caractéristiques des ossatures**.

3. Approche comportementale des produits

3.2. Comportement mécanique des produits

3.2.1 Concept de mouvement

- Degré de mobilité d'une structure matérielle
- Mouvements des mécanismes (en lien avec la modélisation des liaisons)
- Comportement des liaisons élémentaires en relation avec les mouvements et les efforts.

3.2.2 Concept d'équilibre

- Équilibre des solides
- **Transmission des efforts**

3.2.3 Concept de résistance

- **Résistance à la rupture, résistance à la déformation,**
- **Résistance des matériaux**
- **Simulations par éléments finis.**

4. Outils de représentation du réel

4.1. Outils de représentation du réel

4.1.2. Outils de représentation schématique

- **Schéma architectural**

Connaissances abordées

1. Principes de conception des produits et développement durable

1.1. La démarche de projet

1.1.3. Approche design et architecturale des produits

- **Typologie des constructions**, techniques, périodes et **style des projets**
- Identification des différents **types de constructions**

1.3. Compétitivité des produits

1.3.1. Paramètres de la compétitivité

- Principe des **labels de performance**

4. Outils de représentation des réel

4.1. Outils de représentation du réel

4.1.1. Représentation numérique des produits

- **Élaboration de la maquette numérique** d'un produit
- **Exploitation de la maquette numérique** d'un produit

4.2. Démarches de conception

4.2.1. Amélioration de la performance environnementale d'un produit

- Outils de **l'éco-conception** et de **l'éco-construction**

4.2.2. Choix des matériaux

- Caractéristiques des **matériaux naturels et artificiels**
- Critères et principes de **choix des matériaux**, méthodes structurées d'optimisation d'un choix, critères environnementaux.

5. Solutions constructives

5.1. Constituants des ossatures et enveloppes

5.1.1. Enveloppe des produits

- **Façades mur-rideau, enveloppes, construction bois, acier, béton.**

Organisation

Durée totale : 3 semaines

Groupe : 2 élèves

Logiciels : Microsoft office, Mind view, sketchup et solidworks

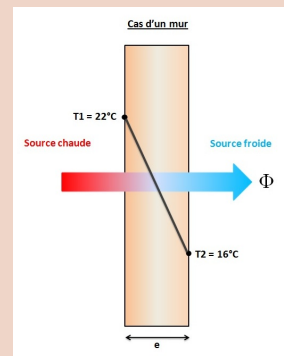
Séance 1 (3h)

Activité d'introduction
Présentation du projet



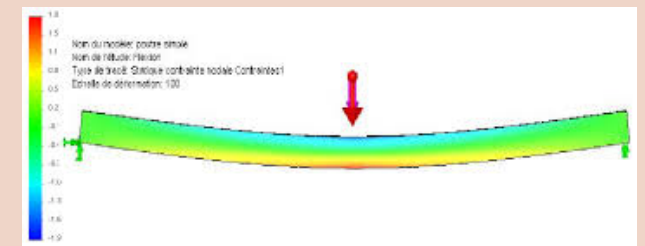
Séance 2 (3h)

Travail sur la **composition des structures** et des **flux d'énergie** (thermique)



Séance 3 (3h)

Travail sur la **résistance des matériaux**



Séance 1

| Activités | Durée | Documents |
|--|-------|--|
| Présentation du sujet | 30 mn | La tiny House |
| Activité autour de la tiny house et des labels | | |
| Cahier des charges | | |
| Correction | 15 mn | |
| Brainstorming | 2h | Conception de la tiny house Carte mentale Mind view |

Thèmes abordés

Approche design et architectural des produits

- Typologie des constructions, techniques, styles de projets

Paramètres de la compétitivité

- Labels de performance

Représentation numérique des produits

- Elaboration de la maquette numérique
- Exploitation de la maquette numérique

Amélioration de la performance environnementale

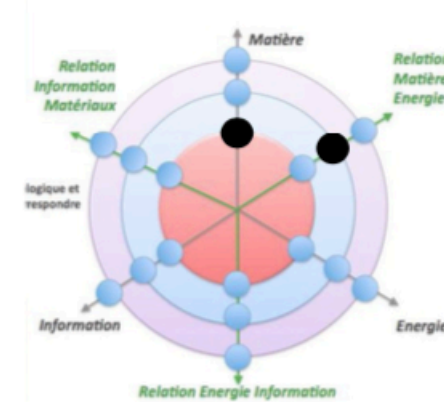
- Outils de l'éco-conception et de l'éco-construction

Choix des matériaux

- Caractéristiques de matériaux naturels et artificiels
- Critères et principes de choix des matériaux, méthodes structurées d'optimisation d'un choix, critères environnementaux

Enveloppe des produits

- Façades mur-rideau, enveloppes, construction bois, acier, béton



Compétences évaluées

CO4.1 Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés.

- ☐ J'ai su réaliser un schéma de principe détaillé, claire et précis de la composition d'une paroi ou d'une toiture.

CO5.5 Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue.

- ☐ J'ai proposé plusieurs types de structures.
- ☐ J'ai proposé divers matériaux pour chaque élément composant une paroi ou une toiture.
- ☐ J'ai justifié mes solutions retenues.

CO5.7 Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues.

- ☐ J'ai pris en compte des critères environnementaux dans le choix de mes solutions.
- ☐ J'ai pris en compte des critères technico-économiques dans le choix de mes solutions.

CO7.1 Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenue en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.

- ☐ J'ai su réaliser une maquette physique représentant la composition d'une paroi ou d'une toiture.
- ☐ J'ai su réaliser une maquette numérique d'un élément structurel.
- ☐ J'ai validé mon choix structurel à l'aide d'une simulation numérique.

Qu'est ce qu'une tiny house ?

Après avoir visionné la vidéo « Qu'est ce qu'une tiny house », **répondez** aux questions suivantes, et **complétez** le tableau en fonction des enjeux environnementaux, économiques et sociaux d'un tel habitat.

Qui est l'inventeur de la Tiny House ?

Quelles sont les raisons de son apparition ?

Quels sont les avantages de cet habitat ?

Quels sont les critères à respecter pour la construction d'un tel habitat ?

Quels sont les enjeux d'un tel projet ?

| Environnemental | Économique | Social |
|---------------------------|------------|--|
| <div>.</div> <div>.</div> | | <div>.</div> <div>.</div> <div>.</div> |



Labels et certifications environnementaux

Par Hubert d'Erceville | le 11/10/2016 | **Immobilier, Architecture, Réalisations, Réglementation, Normes**

Ma newsletter personnalisée



Dans le domaine énergétique et environnemental, les normes, réglementations, certifications et labels fixent des règles strictes sur les prestations rendues et les produits fabriqués. Les normes se sont multipliées depuis longtemps. L'engouement pour les certifications et les labels est plus récent et s'est nettement accéléré depuis le Grenelle de l'environnement. A tel point que le professionnel, autant que l'utilisateur, a quelquefois du mal à s'y retrouver.

Les normes

La norme s'applique dans le monde entier sur les produits, les services, les processus ou les matériaux. C'est un document de référence international émis par un institut de normalisation reconnu par l'ISO (Organisation internationale de normalisation), tel qu'Afnor (Association française de normalisation) en France. Près de 4 000 normes (sismiques, thermiques, acoustiques, accessibilité, incendie...) couvrent aujourd'hui le secteur du bâtiment.

Les normes volontaires

La plupart des normes ne sont pas obligatoires. Pas moins de 98 % d'entre elles sont d'application volontaire. Les intégrer dans une stratégie est donc un choix pour les entreprises qui cherchent à améliorer leurs performances, accroître la confiance de leurs clients, garantir un niveau de qualité et de sécurité.

Les normes obligatoires ou réglementations

Le principe du Label Passivhaus

Le principe du Label Passivhaus

Le **label Passivhaus** est un label allemand de performance énergétique des bâtiments. Peu répandu en France il est devenu obligatoire pour les nouvelles constructions dans certains cantons d'Allemagne.

Le Passiv'haus est un concept global de construction de bâtiment à très faible consommation d'énergie. Le but de ce concept est de créer des logements qui permettent de se passer de chauffage conventionnel. En Français, cela signifie maison passive, c'est à dire une maison ne se chauffant pas par un moyen nécessitant des éléments consommant de l'énergie.



Les bâtiments labélisés Passivhaus permettent de réaliser des économies d'énergie allant jusqu'à 90% par rapport à un bâtiment classique. Des économies d'énergie considérables ont été mis en évidence dans les climats chauds, où les bâtiments classiques exigent un refroidissement actif. Les maisons Passivhaus font un usage efficace du soleil, des sources de chaleurs internes et de la récupération de chaleur, ce qui rend les systèmes de chauffage conventionnels inutiles.

Les bâtiments Passivhaus sont construits pour le haut niveau de confort qu'elles procurent. Les maisons passives utilisent pour réguler la température de l'intérieur le chauffage solaire et la chaleur dégagée en intérieur par les appareils électroménager et par les habitants. Ce procédé suffit afin de chauffer une habitation et de maintenir des températures intérieures confortables.

Les bâtiments labélisés Passihaus utilisent un système de ventilation imperceptible, procurant un air pur sans perception de courant d'air. L'unité de récupération de chaleur permet l'utilisation de la chaleur contenue dans l'air afin de chauffer l'intérieur.

Les économies d'énergie dans les grands bâtiments Passivhaus sont obtenus en utilisant en particulier les composants de construction écoénergétiques et un système de ventilation de la qualité: Il n'ya absolument aucune arrière de coupe sur le confort, mais plutôt le niveau de confort est considérablement augmentée

Les constructions Passivhaus permettent de conserver un confort de haute qualité en utilisant simplement l'énergie dégagée dans le bâtiment.

Critère de performance de la Tiny House

Dans notre projet de Tiny house, les clients souhaitent obtenir le label environnemental Passivhaus.

À l'aide du document « Labels et certifications environnementaux », donnez une définition de label?

Quels sont les deux types de labels ?

À l'aide du document « Le label Passivhaus », énumérez les exigences du label Passivhaus.

- — •

Cahier des charges

À l'aide du travail réalisé précédemment complétez les cases vides du cahier des charges.

| Fonctions de service | Critères | Niveaux | Flexibilité |
|--|---|--|-------------|
| Concevoir un habitat confortable et fonctionnel | Cuisine Salon/Salle à manger Salle d'eau Toilette Chambre | | 2 |
| Assurer la stabilité de l'ouvrage | Résistance de la structure et des matériaux | Aux Poids propres À l'action du vent | 0 |
| Rendre l'habitat transportable | Dimensions Poids | Largeur : <input type="text"/> Hauteur : <input type="text"/> Longueur : 5,5 m Poids total (remorque + maison) = <input type="text"/> Poids remorque = 540 kg Poids maison = <input type="text"/> | 0 |
| Créer un habitat respectueux de l'environnement | Matériaux | Impacts environnementaux faibles | 2 |
| | Label <input type="text"/> | Résistance thermique paroi > 5 m².K/W Résistance thermique toiture > 7 m².K/W | 1 |

Déclinaison des tâches

Élève A :

Élève B :

| | Durée | Élève A | Élève B |
|--|-------|---------|---------|
| Brainstorming Carte mentale | 2h | X | X |
| Choix des matériaux structurels | 1h | | X |
| Décomposition d'une partie courante de la paroi | | X | |
| Choix des matériaux structurels | 1h | | X |
| Décomposition d'une partie courante de toiture | | | X |
| Dimensionnement de l'isolant de la partie courante de la paroi | 1h | X | |
| Dimensionnement de l'isolant de la partie courante de la toiture | 1h | | X |
| Modélisation sur sketchup de la composition d'une partie courante de la paroi | 1h | X | |
| Modélisation sur sketchup de la composition d'une partie courante de la toiture | 1h | | X |
| Calcul du vent sur la paroi | 1h | X | |
| Calcul du poids propre sur un élément porteur de toiture | 1h | | X |
| Modélisation d'un élément structurel de la paroi | 1h | X | |
| Simulation de l'action du vent sur l'élément structurel de la paroi et validation | | | |
| Modélisation de l'élément structurel de la toiture | 1h | | X |
| Simulation de l'action du poids propre sur un élément porteur de toiture et validation | | | |
| Réalisation d'une maquette physique de la composition de la paroi | 1h | X | |
| Réalisation d'une maquette physique de la composition de la toiture | 1h | | X |

Phase 1

Après avoir **rappeler le nom de la 1^{ère} phase d'une gestion de projet**, on vous demande de faire un **brainstorming** et de réaliser **une carte mentale** du projet sur Mindview.

Réaliser une capture d'écran de votre carte mentale.
Déposez la dans le dépôt fichier prévu à cet effet sur moodle.

Compétences évaluées

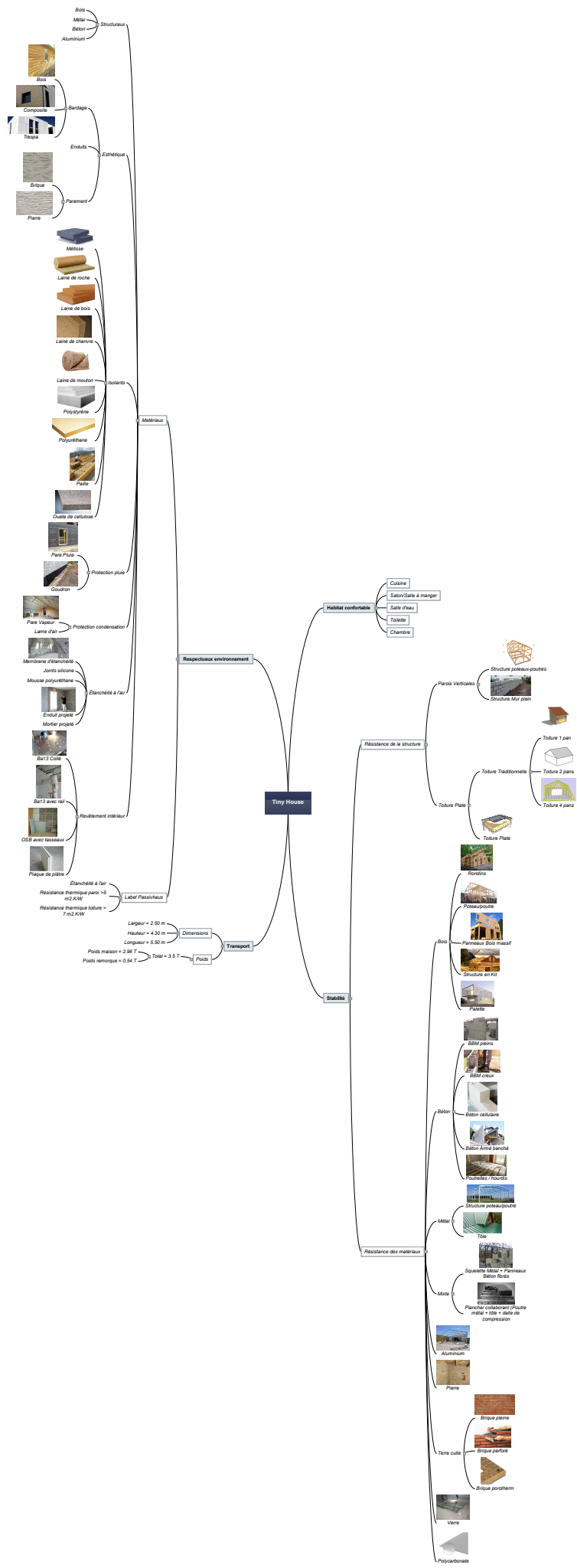
CO5.5 Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue.

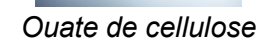
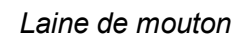
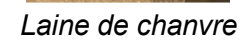
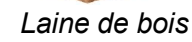
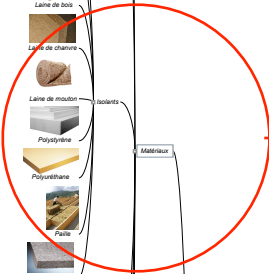
- ☐ J'ai proposé plusieurs types de structures.

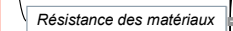
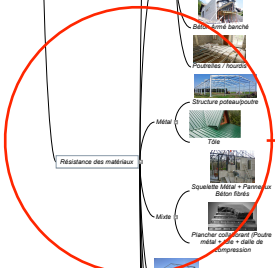
| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| 7 solutions proposées | 4 solutions proposées | 3 solutions proposées | 1 solution proposée |
| | | | |

- ☐ J'ai proposé divers matériaux pour chaque élément composant une paroi ou une toiture.

| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 7 solutions proposées/élément | 4 solutions proposées/élément | 3 solutions proposées/élément | 1 solution proposée/élément |
| | | | |







Séance 2

| Activités | Durée | Documents |
|--|-----------|---|
| Choix des matériaux structuraux | <i>1h</i> | Conception de la tiny house |
| Décomposition de la structure (parois / toiture) | | |
| Dimensionnement de l'isolant | <i>1h</i> | Conception de la tiny house Document ressource « Dimensionnement thermique » |
| Modélisation sur sketchup de la composition (paroi/toiture) | <i>1h</i> | Conception de la tiny house Document ressource « tutoriel sketchup » |

Phase 2

Après avoir rappeler le nom de la 2^{ème} phase d'une gestion de projet, on vous demande de faire le choix du type de structure pour :

- les parois
- la toiture

Quel type de structure avez vous choisi pour les parois et pourquoi ?

Quel type de structure avez vous choisi pour la toiture et pourquoi ?

Compétences évaluées

C05.5 Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue.

- ☐ J'ai justifié mes solutions retenues

| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|--|--|---|----------------------------------|
| J'ai justifié mes choix grâce à plusieurs critères de sélection. | J'ai justifié mes choix grâce à 2 critères de sélection. | J'ai justifié mes choix grâce 1 critère de sélection. | Mes choix ne sont pas justifiés. |
| | | | |

Réalisez un schéma de principe de la composition de la paroi ou de la toiture (schéma représentant toutes les couches qui composent la paroi ou la toiture)

Compétences évaluées

C04.1 Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés.

- ☐ J'ai su réaliser un schéma de principe détaillé, claire et précis de la composition d'une paroi ou d'une toiture.

| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|---|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Les différentes couches sont représentées. • Le nom des éléments apparaissent. • Le schéma respecte les proportions réelles. • Le schéma est claire et soigné. | <ul style="list-style-type: none"> • Les différentes couches sont représentées. • Le nom des éléments apparaissent. • Le schéma respecte les proportions réelles. | <ul style="list-style-type: none"> • Les différentes couches sont représentées. Le nom des éléments apparaissent. | <ul style="list-style-type: none"> • Les différentes couches sont représentées. |
| | | | |

Complétez le tableau de comparaison des isolants ci-dessous.

1. Écrire le nom de 3 isolants minimum.
2. Définir 5 critères de comparaison (cf. cahier des charges)
3. Complétez le tableau et choisir l'isolant (entourez ou surligniez l'isolant choisi).

| Isolants | Critères de comparaison | | | | |
|----------|-------------------------|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Compétences évaluées

CO5.7 Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues.

- ☐ J'ai pris en compte des critères environnementaux dans le choix de mes solutions.

| Acquis (A) | Non Acquis (NA) |
|---|--|
| J'ai pris en compte au moins un critère environnemental dans le choix de mes matériaux. | Je n'ai aucun critère environnementaux dans le choix de mes matériaux. |
| | |

- ☐ J'ai pris en compte des critères technico-économiques dans le choix de mes solutions.

| Acquis (A) | Non Acquis (NA) |
|---|---|
| J'ai pris en compte au moins un critère technico-économique dans le choix de mes matériaux. | Je n'ai aucun critère technico-économique dans le choix de mes matériaux. |
| | |

Phase 3

Après avoir rappelé le nom de la 3^{ème} phase de gestion de projet, on vous demande de dimensionner l'isolant, c'est-à-dire de définir l'épaisseur de l'isolant.

Les étapes ci-dessous doivent être respectée :

- 1. Récapitulatif des différentes couches de la paroi ou de la toiture.
- 2. Calcul des résistances thermique de chaque couche à l'aide du coefficient de transmission thermique des matériaux et de l'épaisseur (sauf isolant).
- 3. Définition de Rsi et Rse.
- 4. Calcul de la résistance thermique attendue pour l'isolant.
- 5. Calcul de l'épaisseur de l'isolant.

Aidez vous de l'exemple du document « dimensionnement thermique »

1.

2.

| Couches | Coefficient de transmission thermique des matériaux (W/m.K) | Épaisseur (m) (sauf isolant) | Résistance thermique (m².K/W) |
|---------|---|------------------------------|-------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

3.

Paroi
Flux
Rsi =
Rse =

4.

Résistance thermique isolant
= Résistance thermique attendue - (Résistances thermiques de autres couches + Rsi + Rse)
=
=

5.

Épaisseur isolant
= Résistance thermique isolant x coefficient de transmission thermique isolant
=
=

Dimensionnement thermique

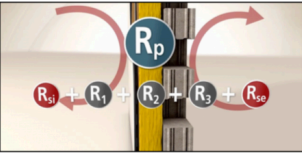
Innovation Technologique

Rappel de cours

La résistance thermique d'une paroi informe sur sa capacité à résister au froid et à la chaleur : plus sa résistance thermique est élevée, plus la paroi est efficace.

La résistance thermique d'une paroi correspond à la somme :

- des résistances thermiques des différentes couches de matériaux qui la composent ;
- des résistances thermiques d'échanges superficiels Rsi et Rse d'une paroi (elles correspondent aux transferts thermiques qui s'effectuent via la convection entre l'air et la surface de la paroi).



Étape de dimensionnement

1. Récapitulatif des différentes couches de la paroi ou de la toiture.

Dans cette étape, on énumère chaque élément composant la structure avec le nom des coefficients de transmission thermique des matériaux utilisés et leurs épaisseurs.

Exemple :

| Couches | Coefficient de transmission thermique des matériaux (W/m.K) | Épaisseur (m) (sauf isolant) |
|------------------|---|------------------------------|
| Enduit extérieur | 0,87 | 0,018 |
| BBM | 1,15 | 0,2 |
| Isolant Métisse | 0,039 | ? |
| Pare Vapeur | / | 0,000340 |
| Plaque de plâtre | 0,18 | 0,13 |

1 sur 3

Dimensionnement thermique

Innovation Technologique

2. Calcul des résistances thermiques de chaque couche à l'aide du coefficient de transmission thermique des matériaux et de l'épaisseur (sauf isolant).

À l'aide des données ci-dessous et de la formule ci-dessous, on détermine la valeur de la résistance thermique de chaque élément.

R = e / λ

Exemple :

| Couches | Coefficient de transmission thermique des matériaux (W/m.K) | Épaisseur (m) (sauf isolant) | Résistance thermique (m².K/W) |
|------------------|---|------------------------------|-------------------------------|
| Enduit extérieur | 0,87 | 0,018 | = 0,018/0,87 = 0,021 |
| BBM | 1,15 | 0,2 | 0,17 |
| Isolant Métisse | 0,039 | ? | ? |
| Pare Vapeur | / | 0,000340 | NÉGLIGEABLE |
| Plaque de plâtre | 0,18 | 0,13 | 0,72 |

3. Définition de Rsi et Rse.

On définit les résistances thermiques d'échanges superficiels Rsi et Rse en fonction de la direction et du sens du flux thermique.

Pour cela on utilise le tableau ci-dessous :

| Paroi donnant sur : <ul style="list-style-type: none">- l'extérieur- un passage ouvert- un local ouvert (1) | R _{si} m².K/W | R _{se} (1) m².K/W | R _{se} + R _{si} m².K/W |
|---|------------------------|----------------------------|--|
| Paroi verticale inclinaison > 60° Flux horizontal | 0,13 | 0,04 | 0,17 |
| Flux ascendant | 0,10 | 0,04 | 0,14 |
| Paroi horizontale inclinaison < 60° Flux descendant | 0,17 | 0,04 | 0,21 |

(1) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, R_{se} s'applique des deux côtés.
(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à non-ventées, est égal ou supérieur à 0,005 m²/m². Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

Exemple :
Nous sommes dans le cas d'un échange thermique qui s'effectue sur une paroi verticale :

- Rsi = 0,13 m².K/W
- Rse = 0,04 m².K/W

2 sur 3

Dimensionnement thermique

4. Calcul de la résistance thermique attendue pour l'isolant.

On définit la résistance thermique de l'isolant en soustrayant le total des résistances des autres matériaux qui composent la paroi, ainsi que Rsi et Rse à la résistance attendue :

Résistance thermique isolant = Résistance thermique attendue - (Résistances thermiques de autres couches)

Exemple :
Résistance thermique de la paroi attendue = 4 m².K/W
Résistance thermique isolant = 4 - (0,021 + 0,17 + 0,72 + 0,13 + 0,04) = 2,919 m².K/W

5. Calcul de l'épaisseur de l'isolant.

On définit l'épaisseur de l'isolant à l'aide de la formule de la résistance thermique :

R = e / λ

e = R x λ

Épaisseur isolant = Résistance thermique isolant x coefficient de transmission thermique isolant

Exemple :
Épaisseur isolant = 2,919 x 0,039 = 0,114 m

On prendra une épaisseur d'isolant de 12 cm (produit existant sur le marché)

3 sur 3

Projet 4

Conception d'une Tiny House

Pour conclure cette 3^{ème} phase de projet, réalisez sur logiciel sketchup, une coupe de la partie courante de la paroi ou de la toiture.

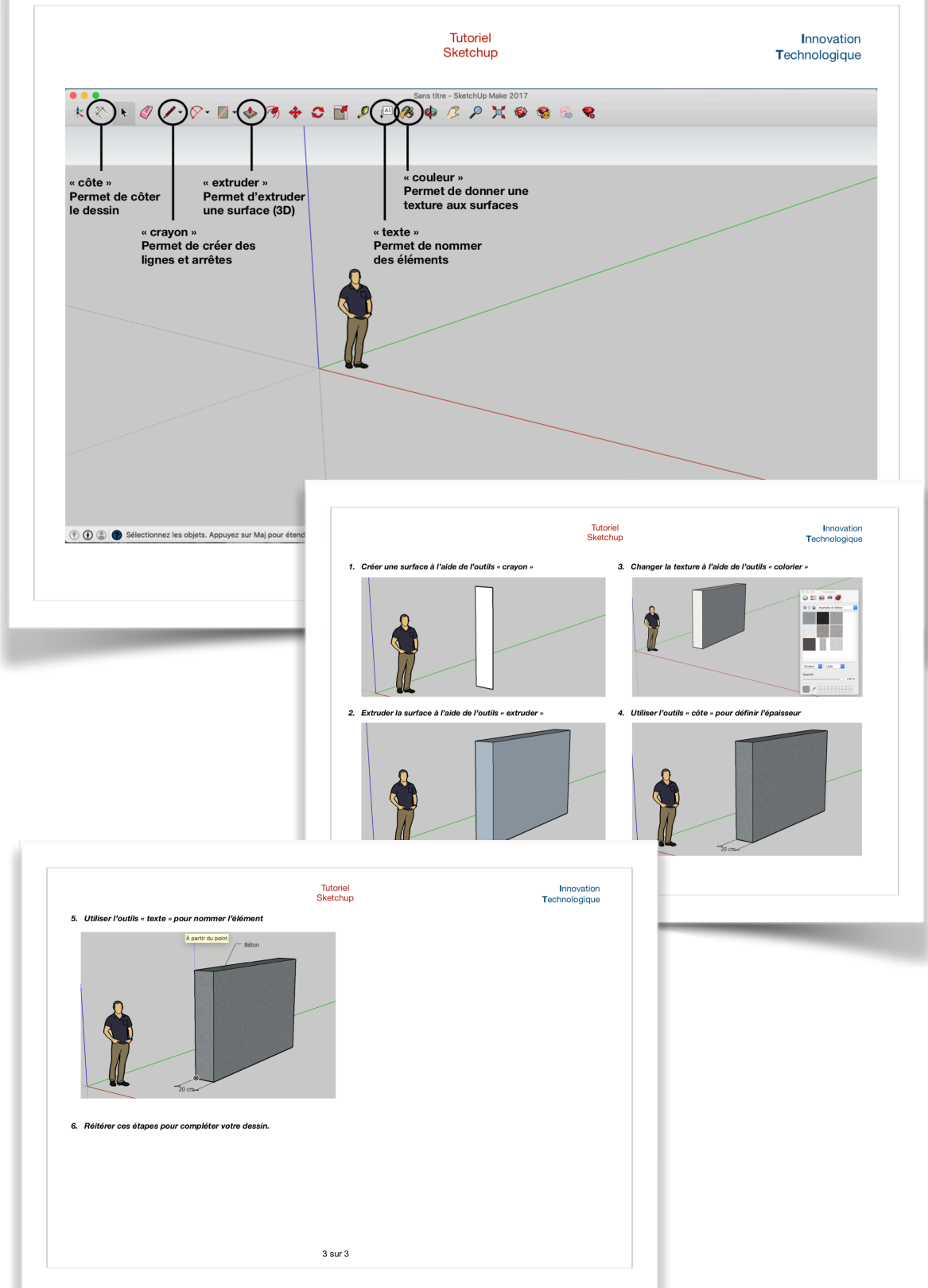
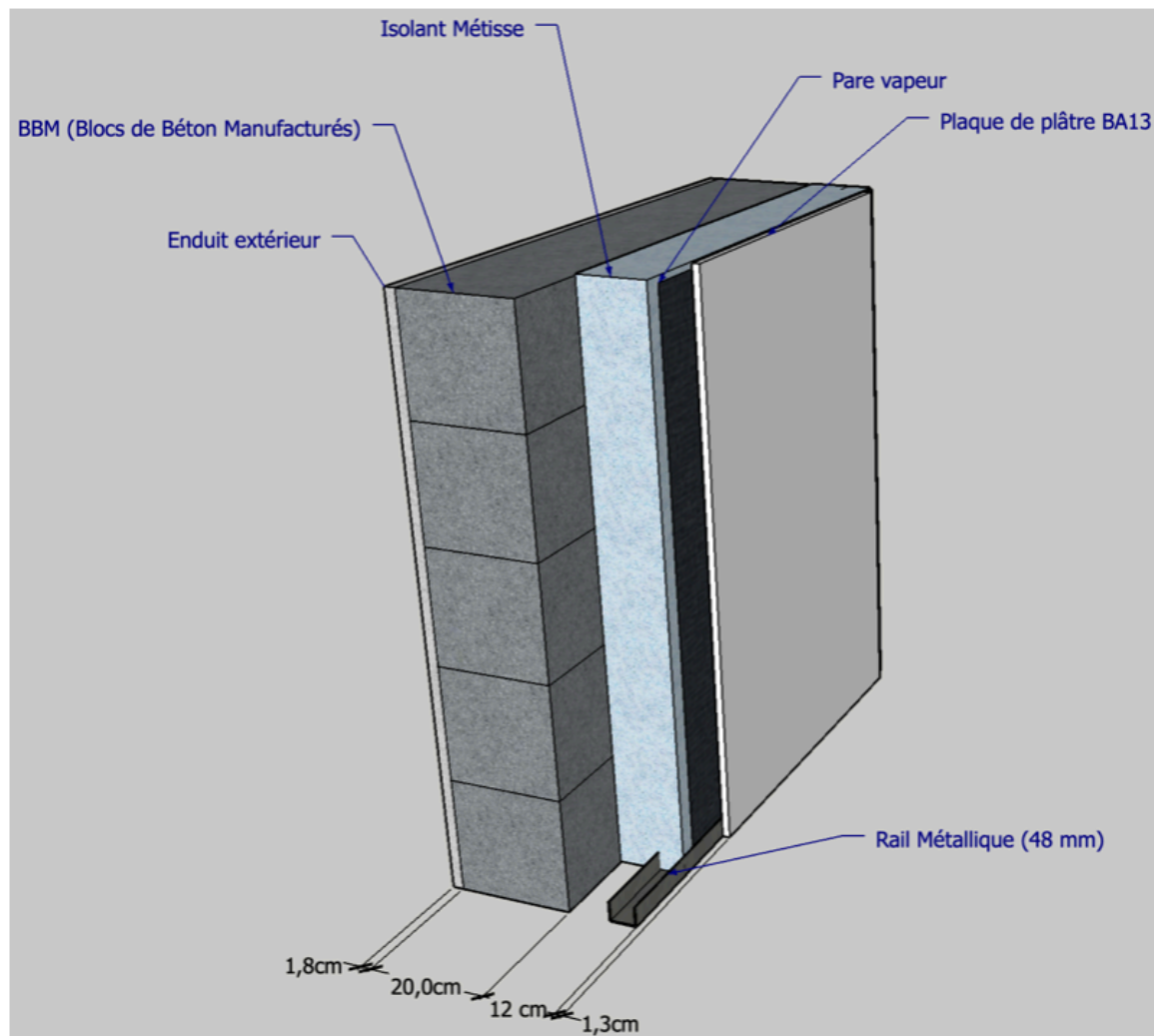
Vous devez respecter les critères suivants :

- Respecter la valeur des épaisseurs des différentes couches,
- Faire un rendu réaliste,
- Faire apparaître les côtes (épaisseur)
- Indiquez le nom des différents éléments qui composent la structure.

Vous pouvez vous aider du document « Tutoriel sketchup » et de l'exemple ci-dessous.

Faites une capture d'écran de votre conception sketchup.
Déposez là dans le dépôt fichier prévu à cet effet sur moodle.

Exemple de composition de représentation d'une paroi sur sketchup



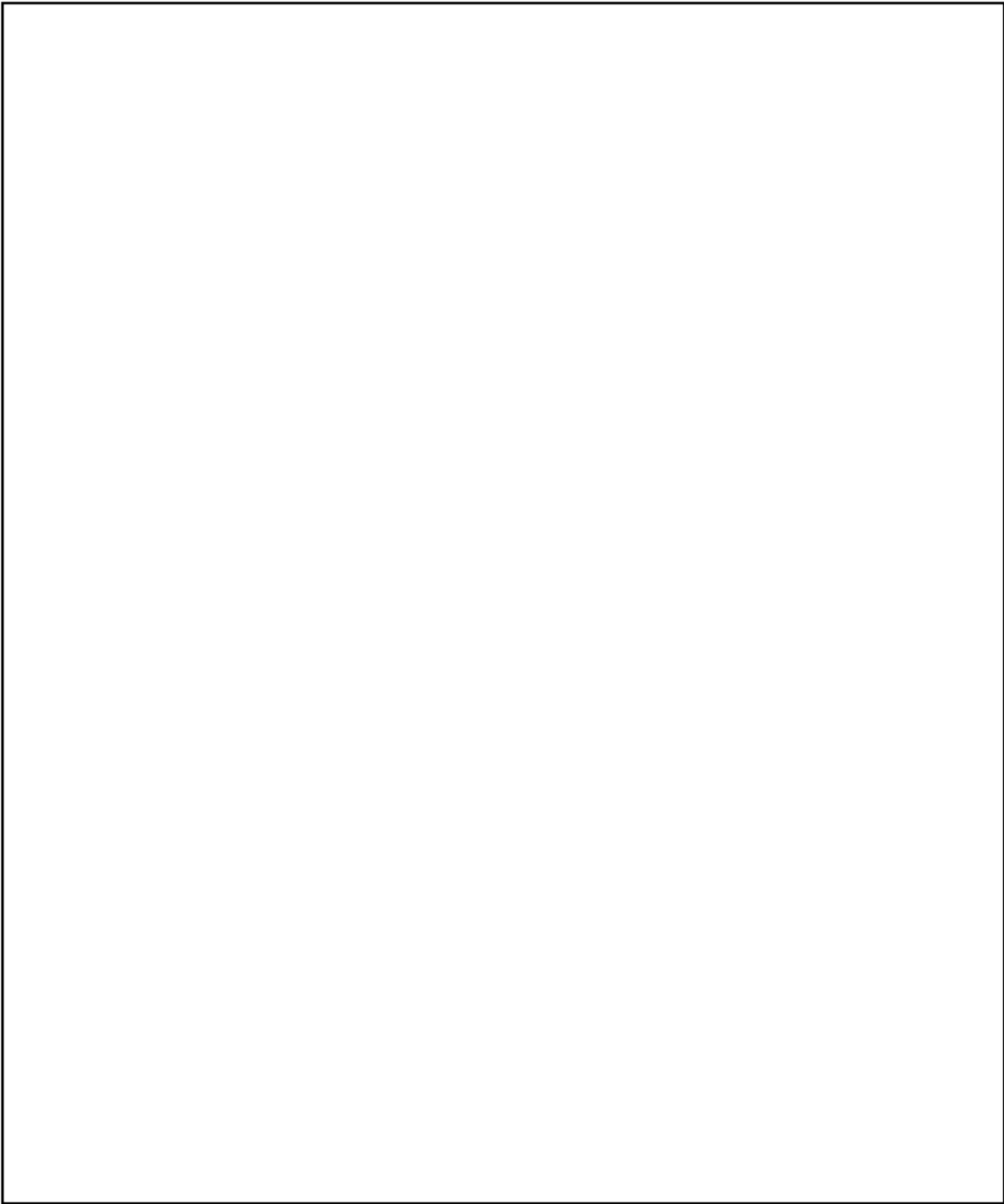
Séance 3

| Activités | Durée | Documents |
|---|-----------|--|
| Calcul du poids sur un élément finis ou Calcul du vent sur la paroi | <i>1h</i> | Conception de la tiny house Document ressources « Calcul de l'action du vent » Document ressources « Calcul des charges de toiture » |
| Modélisation de l'élément structurel | <i>1h</i> | Conception de la tiny house Document ressources « tutoriel solid works » |
| Simulation de l'élément et validation | | |
| Réalisation d'une maquette physique de la composition de la paroi et de la toiture | <i>1h</i> | Conception de la tiny house |

Phase 4

Après avoir rappelé le nom de la 4^{ème} phase de gestion de projet, on vous demande de réaliser une descente de charge de la toiture ou de calculer l'action du vent sur la paroi.

Pour cela vous disposez des documents ressource « Calcul de l'action du vent » et « Calcul des charges de toiture ».



Calcul des charges de toiture

Innovation
Technologique

1. Dessinez et complétez un tableau avec :

- Le nom des éléments qui composent la toiture,
- Les épaisseurs de chaque couche de matériaux,
- Les masses volumiques de chaque matériaux (ou les masses surfaciques)

Exemple :

| Matériaux | Épaisseurs (m) | Masses volumiques (Kg/m³) | Masses surfaciques (Kg/m²) |
|---------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| Complexe étanchéité | 6 | 110 | |
| Dalle Béton Armé | 0,2 | 2500 | |
| Isolant Mousse | 0,12 | 20 | |
| Pare vapeur | 0,000340 | / | |
| Plaque de plâtre | 0,13 | 825 | |

2. Calculez la masse surfacique de chaque matériaux à l'aide de la formule suivante :

Masse surfacique = Masse Volumique x Épaisseur

Exemple :

| Matériaux | Épaisseurs (m) | Masses volumiques (Kg/m³) | Masses surfaciques (Kg/m²) |
|---------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| Complexe étanchéité | 0,06 | 110 | = 0,06 x 110 = 6,6 |
| Dalle Béton Armé | 0,2 | 2500 | 500 |
| Isolant Mousse | 0,12 | 20 | 2,4 |
| Pare vapeur | 0,000340 | / | 0,090 |
| Plaque de plâtre | 0,13 | 825 | 107,25 |

3. Faites la somme totale des masses surfaciques.

Exemple :

Masse surfacique totale = 6,6 + 500 + 2,4 + 0,090 + 107,25 = **616,34 kg/m²**

1 sur 2

Calcul des charges de toiture

Innovation
Technologique

4. Convertissez cette masse surfacique en poids surfacique.

Poids surfacique (N/m²) = Masse Volumique (kg/m²) x 10

Exemple :

Poids surfacique totale = 616,34 x 10 = **6163,4 N/m²**

5. Majorez cette charge par un coefficient de sécurité.

Poids Toiture (N/m²) = Poids surfacique (N/m²) x 1,35

Exemple :

Poids Toiture = 6163,4 x 1,35 = **8320,59 N/m²**

6. Préparez la modélisation de l'élément porteur

Vous avez déterminé le poids de la toiture en N/m².

Pour la suite, on vous demande de modéliser un élément structural de la paroi sur solidworks.

Calcul des charges de toiture

Innovation
Technologique

Dans le cas d'un élément porteur horizontal (exemple : panne, poutre B.A.)

- Multipliez votre poids de toiture par la surface de la paroi reprise par l'élément porteur

Poids total sur élément porteur = Poids de toiture x Surface de reprise (N)

- Divisez le poids total obtenu par la surface d'application du poids de la toiture de votre élément porteur

Poids de la toiture sur l'élément = $\frac{\text{Poids total sur élément porteur}}{\text{Surface d'application du poids}}$ (N/m²)

- Modéliser l'élément porteur
- Charger l'élément porteur par le poids de la toiture calculée précédemment en N/m²

3 sur 3

Calcul des charges de toiture

Innovation
Technologique

Dans le cas d'un élément porteur plein (exemple : panneaux bois massif, dalle BA...)

- Modéliser 1 ml de paroi
- Charger cette paroi par le poids de la toiture calculé précédemment en N/m²

2 sur 3

Phase 4

Après avoir rappelé le nom de la 4^{ème} phase de gestion de projet, on vous demande de réaliser une descente de charge de la toiture ou de calculer l'action du vent sur la paroi.

Pour cela vous disposez des documents ressource « Calcul de l'action du vent » et « Calcul des charges de toiture ».



Calcul de l'action du vent

Innovation
Technologique

On cherche la **pression du vent** sur le plus long pan de la Tiny House nommée ici par la lettre D.

Cas d'une toiture plate

Cas d'une toiture à deux versants

- À l'aide des deux modèles ci-dessus, **réalisez** le schéma de votre Tiny House et **déterminez** la hauteur h de la paroi D et la hauteur totale z de la construction.
- Une fois le schéma réalisée, **suivre** les 4 étapes suivantes (extraites de l'EUROCODE 1) afin de déterminer l'action du vent sur votre paroi.

1 sur 4

Calcul de l'action du vent

Innovation
Technologique

Étape 1 Déterminer la vitesse de référence du vent

La vitesse de référence du vent est déterminée par la formule suivante :

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b0}$$

(m/s)

- $C_{dir} = 1$ (coefficient qui prends en compte les vents dominants)
- $C_{season} = 1$ (coefficient qui prends en compte l'effet des saisons)
- V_{b0} = à déterminer par la carte de France des vents ci-dessous

Donnée : On considère que la Tiny House est située à AMIENS en SOMME (80).

CARTE DE VENT

| Régions : | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----|----|----|----|
| Valeur de base de la vitesse de référence du vent v_{b0} [m/s] | 22 | 24 | 26 | 28 |

Figure 4.3(NF) : Carte de la valeur de base de la vitesse de référence en France

2 sur 4

Calcul de l'action du vent

Innovation
Technologique

Étape 2 Déterminer la Pression Dynamique de Base

La pression dynamique de base est déterminée par la formule suivante :

$$q_b = (1/2) \cdot \rho_{air} \cdot (V_b)^2$$

(N/m²)

- $\rho_{air} = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Étape 3 Déterminer la Pression Dynamique de Pointe

La pression dynamique de pointe est déterminée par la formule suivante :

$$q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$$

(N/m²)

- Coefficient d'exposition $C_e(z)$
$$C_e(z) = Cr(z)^2 \cdot (1 + ((7 \cdot kr) / Cr(z)))$$
 - Coefficient de rugosité $Cr(z)$
$$Cr(z) = kr \cdot \ln(z / z_0)$$
 - Facteur de terrain kr
$$kr = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,H})$$
 - $z_{0,H} = 0,05$
 - z = hauteur de la construction (voir votre schéma)
 - z_0 = longueur de rugosité à déterminer à l'aide du tableau des catégories et paramètres de terrain ci-dessous.

Donnée : Le terrain se situe en rase campagne sans obstacles.

Tableau 4.1 - Catégories et paramètres de terrain NF P06-114-2

| Catégorie de terrain ou de rugosité | z_0 (m) | z_{min} (m) |
|--|-----------|---------------|
| 0 Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer, lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km | 0,005 | 1 |
| II Rase campagne, avec ou sans quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments...) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur | 0,05 | 2 |
| IIIa Campagne avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé... | 0,20 | 4 |
| IIIb Zones urbanisées ou industrielles, bocage dense, vergers... | 0,50 | 6 |
| IV Zone urbaine dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêts | 1,0 | 9 |

3 sur 4

Projet 4

Conception d'une Tiny House

L'objectif maintenant est de vérifier la résistance mécanique de vos éléments structurels.

Pour cela, on vous demande de modéliser un élément structurel porteur de la toiture ou de la paroi sur Solidworks.

Vous disposez du document ressource « tutoriel Solidworks ».

Une fois la modélisation terminée, lancez la simulation avec vos charges calculées précédemment.

Validez-vous vos choix structurels (justifiez avec vos résultats de simulation) ?

Si non, que proposez-vous ?

Créez un document Word contenant :

- une capture d'écran du modèle
- une capture d'écran des résultats obtenus après simulation.

Déposez ce document dans le dépôt fichier prévu à cet effet sur Moodle.

Compétences évaluées

CO7.1 Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenue en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.

- ☐ J'ai su réaliser une maquette numérique d'un élément structurel.

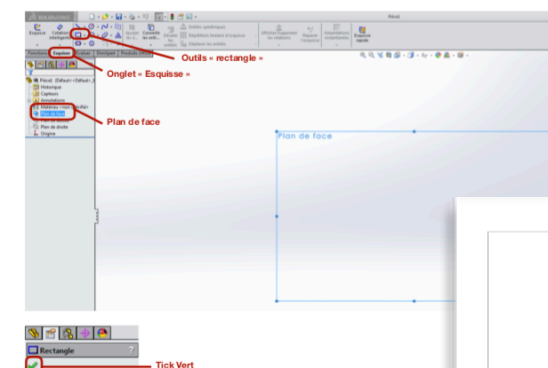
| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|--|--|---|---|
| L'élément structurel est correctement modélisé et les caractéristiques physiques sont définies | L'élément structurel est correctement modélisé | Je n'ai pas terminé la modélisation de mon élément structurel | Je n'ai pas modélisé d'élément structurel |
| | | | |

- ☐ J'ai validé mon choix structurel à l'aide d'une simulation numérique.

| Acquis (A) | Non Acquis (NA) |
|---|--------------------------------|
| J'ai rentré les charges et effectué la simulation | Je n'ai fait aucune simulation |
| | |

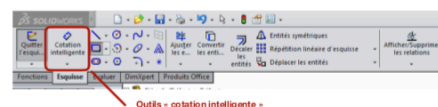
1. Créez un rectangle

- Allez dans l'onglet « Esquisse »
- Cliquez sur Plan de face
- Utilisez l'outil « rectangle » pour créer un rectangle de taille quelconque (on règlera les mesures par la suite)
- Cliquez sur le tick vert pour valider votre rectangle



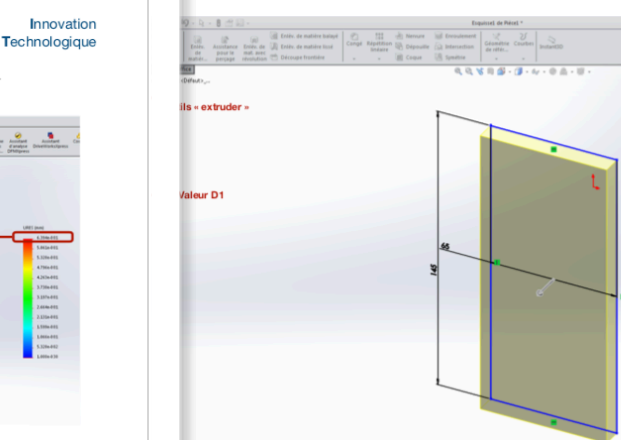
2. Redimensionnez le rectangle

- De la taille de la section dans le cas d'une poutre ou montant
 - De 1m de long x épaisseur de la paroi dans le cas d'un porteur plein.
- Utilisez l'outil « cotation intelligente » et cliquez sur chaque côté du rectangle pour le mettre à dimension (validez chaque dimension par le Tick Vert)



3. Créez votre élément porteur en 3D

- Utilisez l'outil « extruder »
- Cliquez sur la surface à extruder et donnez la valeur D1 correspondant à : l'épaisseur de l'élément dans le cas d'une poutre ou montant ; la largeur de l'élément dans le cas d'un porteur plein.



7. Validez votre élément porteur

- Calculez à l'aide du tableau ci-dessous, la flèche admissible de votre élément porteur.

| Flèche admissible | Cas |
|-------------------|---|
| L/150 | Ouvrage en console n'ayant pas à supporter couramment une circulation (auvents, débords de toiture). |
| L/200 | Pièces supportant directement des éléments de couverture (chevrons, liteaux), la charpente de la structure supportant un poste électrique HTB (RTE). Pièces soumises à l'action du vent. |
| L/250 | Poutre, dalle ou console soumise à des charges quasi permanentes. |
| L/300 | Solive supportant un plancher, Pannes, Pièces supportant directement des matériaux verriers, Consoles supportant une circulation (montage ou entretien), Poteaux avec ponts roulants, Poteaux destinés à recevoir un vitrage sur plus de la moitié de la hauteur, les éléments fléchis reposant sur deux ou plusieurs appuis. |
| L/500 | Linteau de menuiserie. |

*L = Longueur de votre élément.

- Comparez votre valeur de déplacement maximum avec la valeur de la flèche admissible et validez ou non votre élément de structure porteur.

Réalisez à présent une maquette physique de la composition de la paroi ou de la toiture.

Exemple de maquette physique:



Compétences évaluées

CO7.1 Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenue en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.

- ☐ J'ai su réaliser une maquette physique représentant la composition d'une paroi ou d'une toiture.

| Expert (EXP) | Acquis (A) | En cours d'Acquisition (EA) | Non Acquis (NA) |
|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• La maquette correspond à la conception réalisée• Les éléments sont proportionnels• La maquette est soignée et très bien réalisée | <ul style="list-style-type: none">• La maquette correspond à la conception réalisée• Les éléments sont proportionnels• La maquette est correcte | <p>Je n'ai pas terminé la maquette physique ou Il manque des éléments à ma maquette ou Des éléments ne sont pas proportionnels</p> | <p>Je n'ai pas réalisé de maquette physique</p> |
| | | | |