



# Exemple de projet pluri technologique de fin de 1ère STI2D sur un support de type ouvrage

Cédric DEGERT, professeur en STI2D au lycée Jean Moulin à Angers

Géraldine LAVABRE, IA-IPR STI, académie de Toulouse

Cédric DZIUBANOWSKI, IA-IPR STI, académie de Nantes



- **Participer** à une démarche de projet **pluri technologique collaboratif**.
- **Imaginer et matérialiser** tout ou partie d'une solution originale pour répondre à un besoin.
- **Expérimenter et qualifier** tout ou partie de la solution retenue.
- **Communiquer, justifier** ses choix collectivement et individuellement.

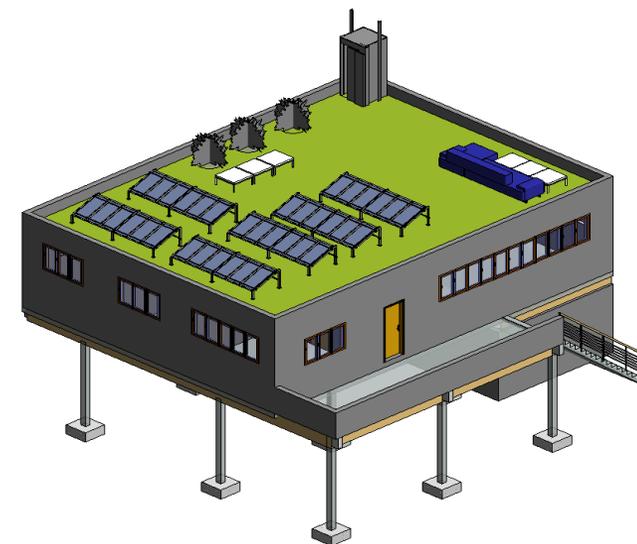
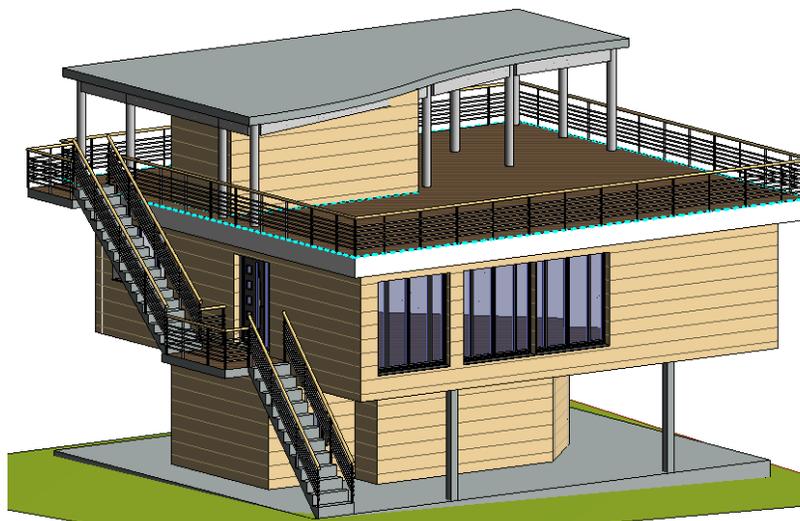


- Durée : **36 heures**
- Positionnement dans le temps : **les 3 dernières semaines de l'année de première en IT (3h) et I2D (9h)**
- Espaces de formation : **zone Fablab et zone expérimentation**
- Groupe : entre 3 et 5 élèves
- Supports possibles : **produits permettant d'étudier des solutions dans les trois domaines matière, énergie et information**
- Evaluation : **à l'aide d'une grille d'évaluation des compétences.**  
L'évaluation porte uniquement sur certaines compétences développées dans l'enseignement « innovation technologique ».



## Projet « DOM-INO »

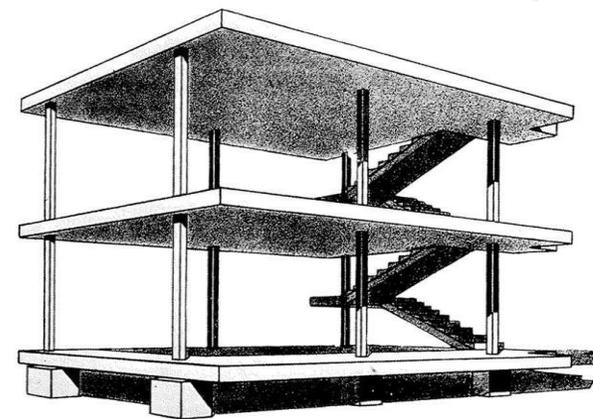
Projet déjà réalisé en classe de 1<sup>ère</sup> STI2D et présenté par **Cédric DEGERT**, professeur en STI2D au lycée Jean Moulin à Angers



# Concept DOM-INO, par Le CORBUSIER



- Dom-ino : du latin domus (maison) et innovation
- Concept de construction se résumant à une trame de poteaux portant des planchers et reposant, pour toute fondation, sur de simples dés. La trame permet de composer librement façades et plans.
- Ce type de construction permet d'empiler des logements afin d'en réduire le coût.



Maquette de la villa Savoye

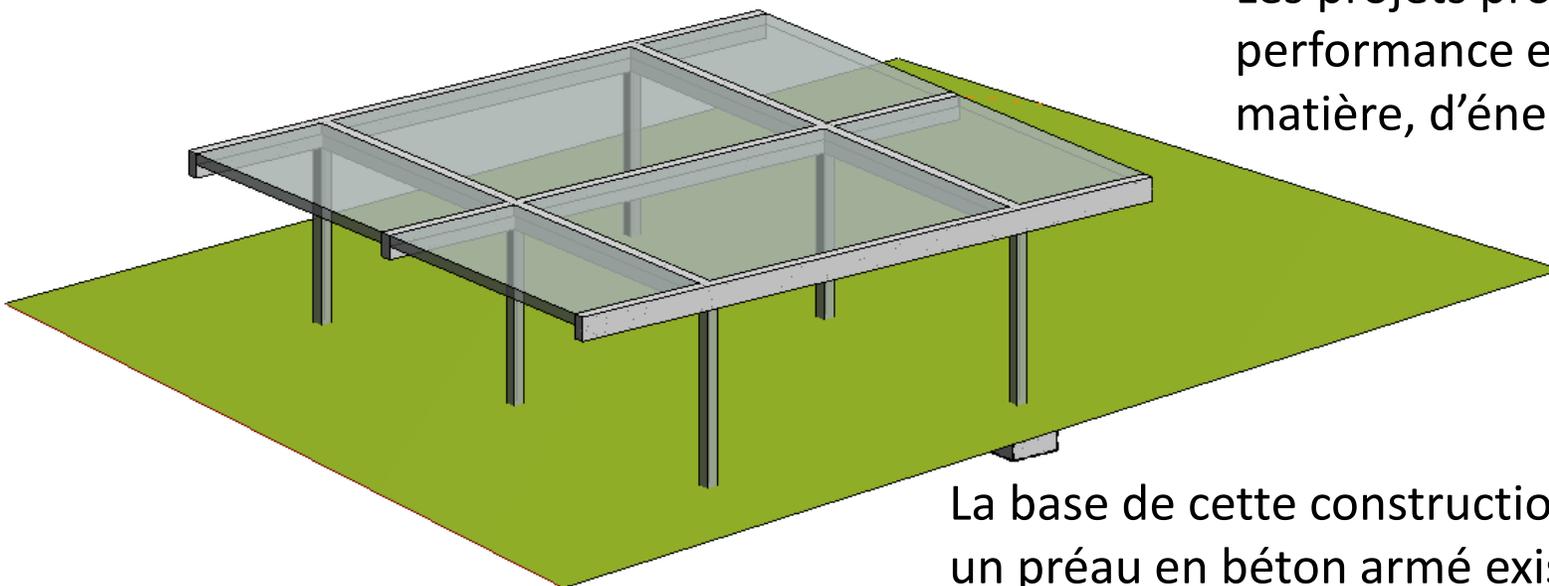
Caractéristiques de ce type de construction :

- façades libres (non porteuses) ;
- pilotis ;
- toit terrasse ;
- fenêtres en longueur.

## Objectif du projet, « mise en situation pédagogique »



- Afin de se mettre en conformité avec la loi SRU du 13 Janvier 2013, **une commune souhaite augmenter son offre d'hébergement** à loyer modéré.
- La construction **doit reprendre le concept DOM-INO**.



Les projets proposés doivent rechercher la performance et l'innovation en terme de matière, d'énergie et d'information (M,E,I)

La base de cette construction est fournie et imposée : un préau en béton armé existant.



Document élaboré en classe avec les élèves

Diagramme de Contenu 0 - Expression du besoin initial [ Expression du Besoin initial ]

## Expression du besoin initial

Le logement est une priorité à l'heure actuelle. Afin d'accueillir dans de bonnes conditions de nouveaux habitants, une commune poursuit son développement dans le cadre de la loi SRU. Pour cela elle envisage la construction d'un logement social (loyer modéré) sur la base d'une structure existante. Ce logement devra permettre d'accueillir un couple à revenu modéré avec deux enfants.

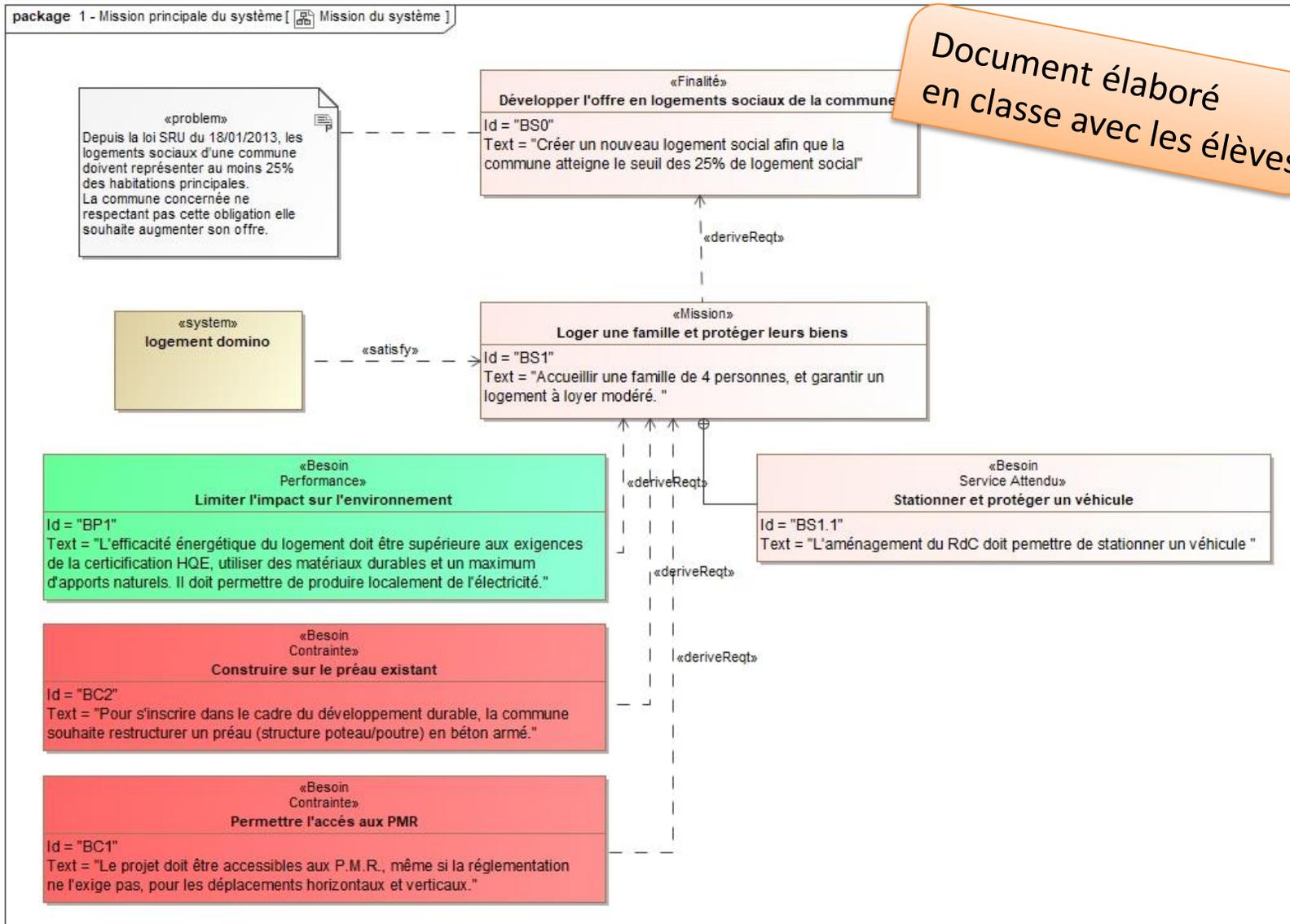
Pour s'inscrire dans le cadre du développement durable, la commune souhaite restructurer un préau (structure poteau/poutre) en béton armé.

Ce logement devra permettre une accessibilité à tous, notamment des P.M.R. (personnes à mobilité réduite) cela entraîne :

- l'automatisation du portail,
- la mise en œuvre d'un ascenseur,
- des cheminements optimisés.

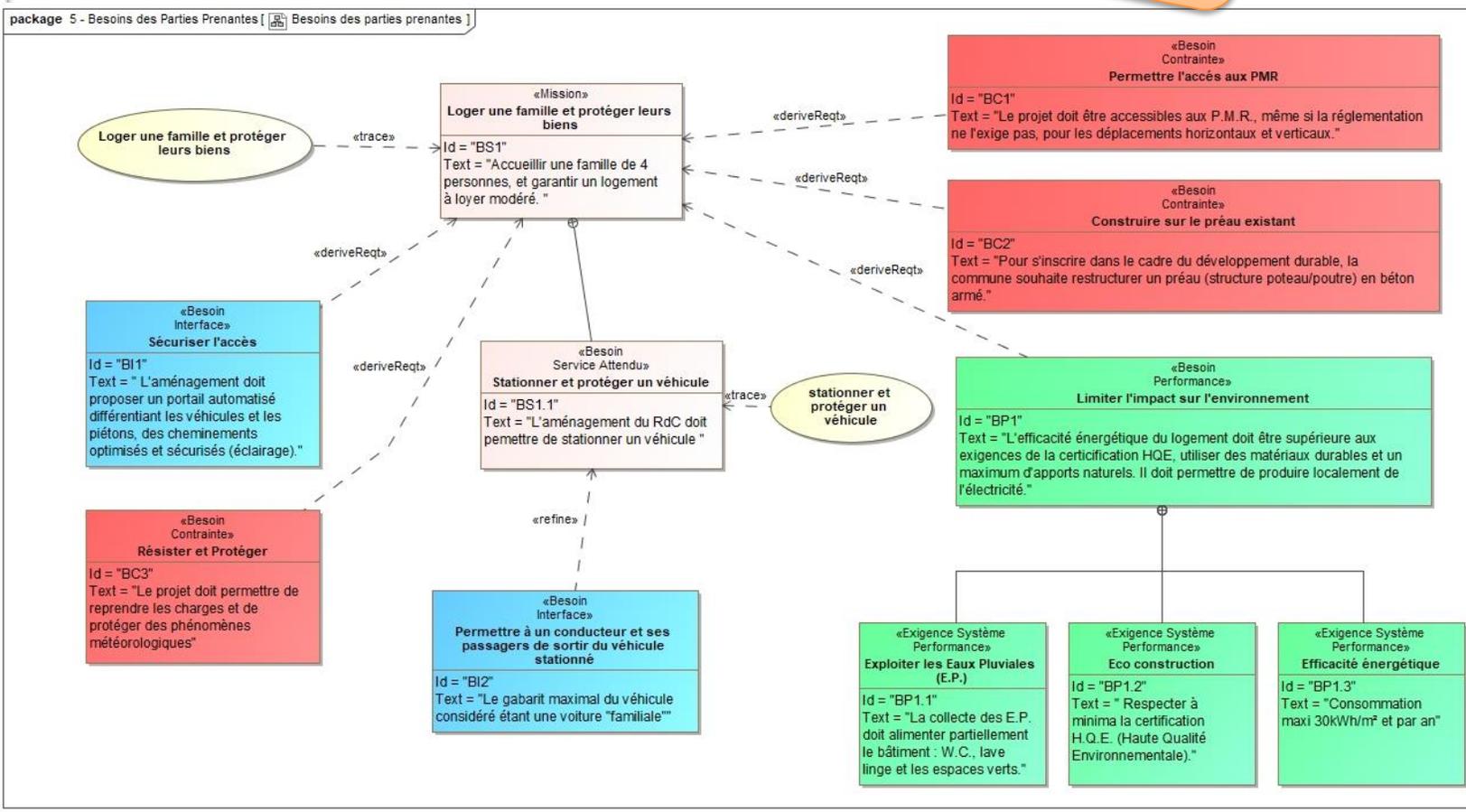
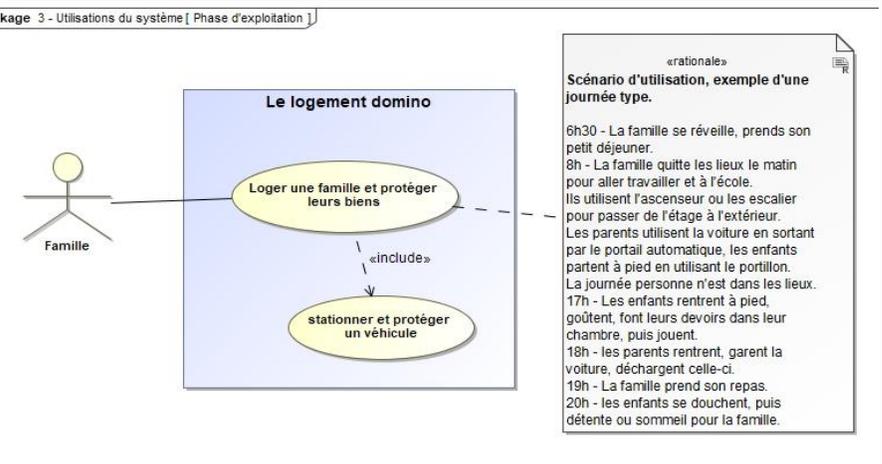
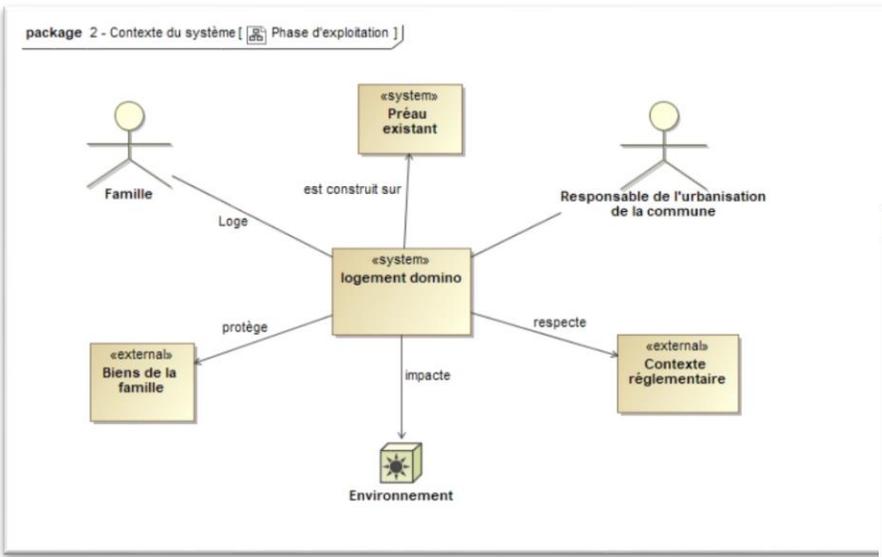
Pour respecter la RT 2012 (réglementation énergétique), le projet devra permettre :

- la production locale d'eau chaude et d'électricité
- de minimiser les besoins énergétiques

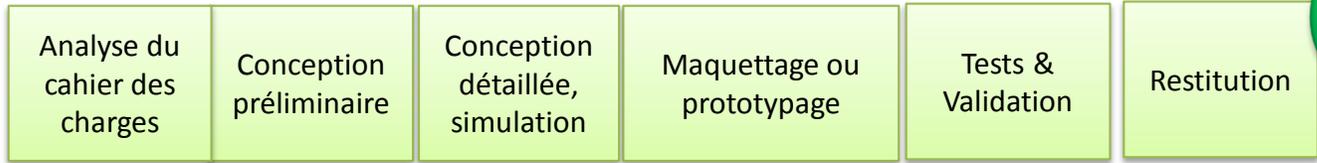
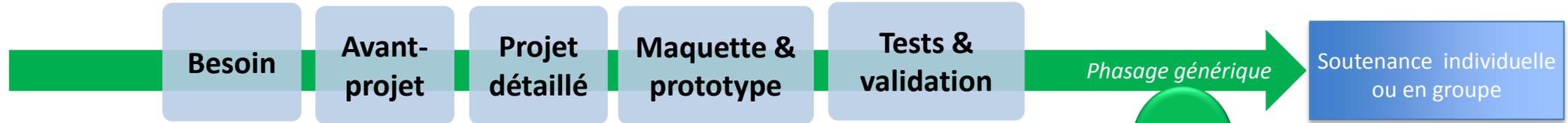




Document élaboré en classe avec les élèves

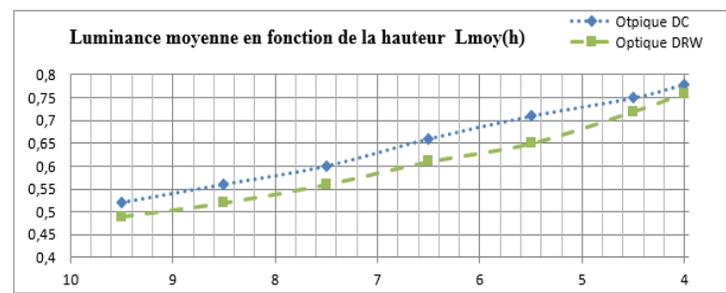
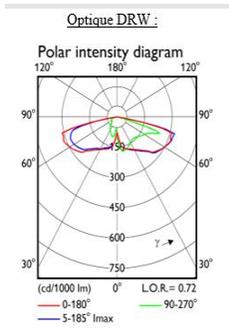
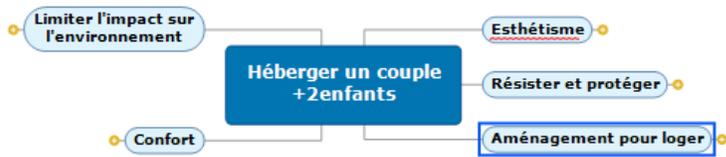
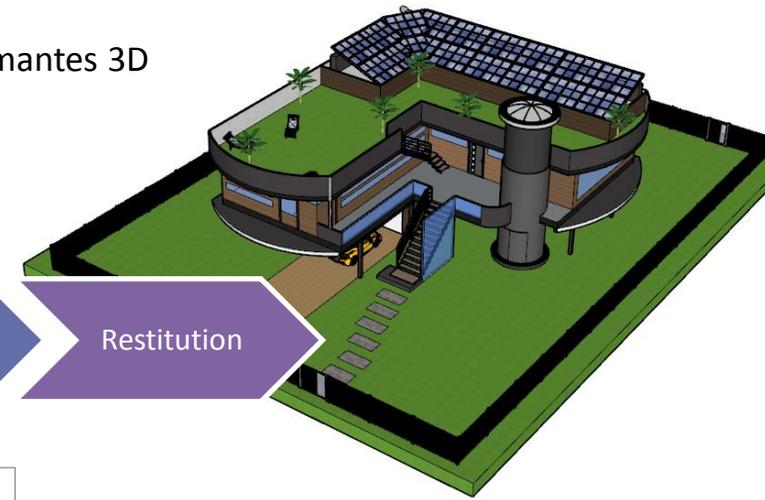
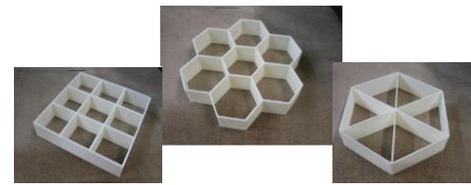
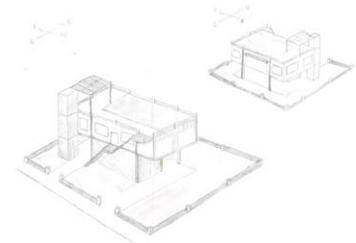
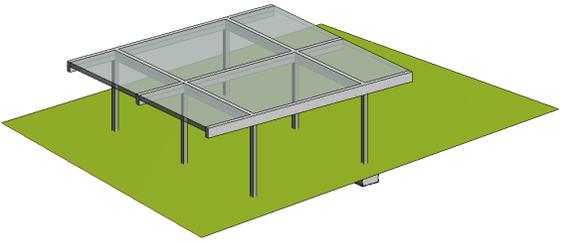


# Projet Dom-ino : principe de déroulement



36h

Systèmes d'alvéoles réalisés à l'imprimantes 3D



# Analyse du cahier des charges

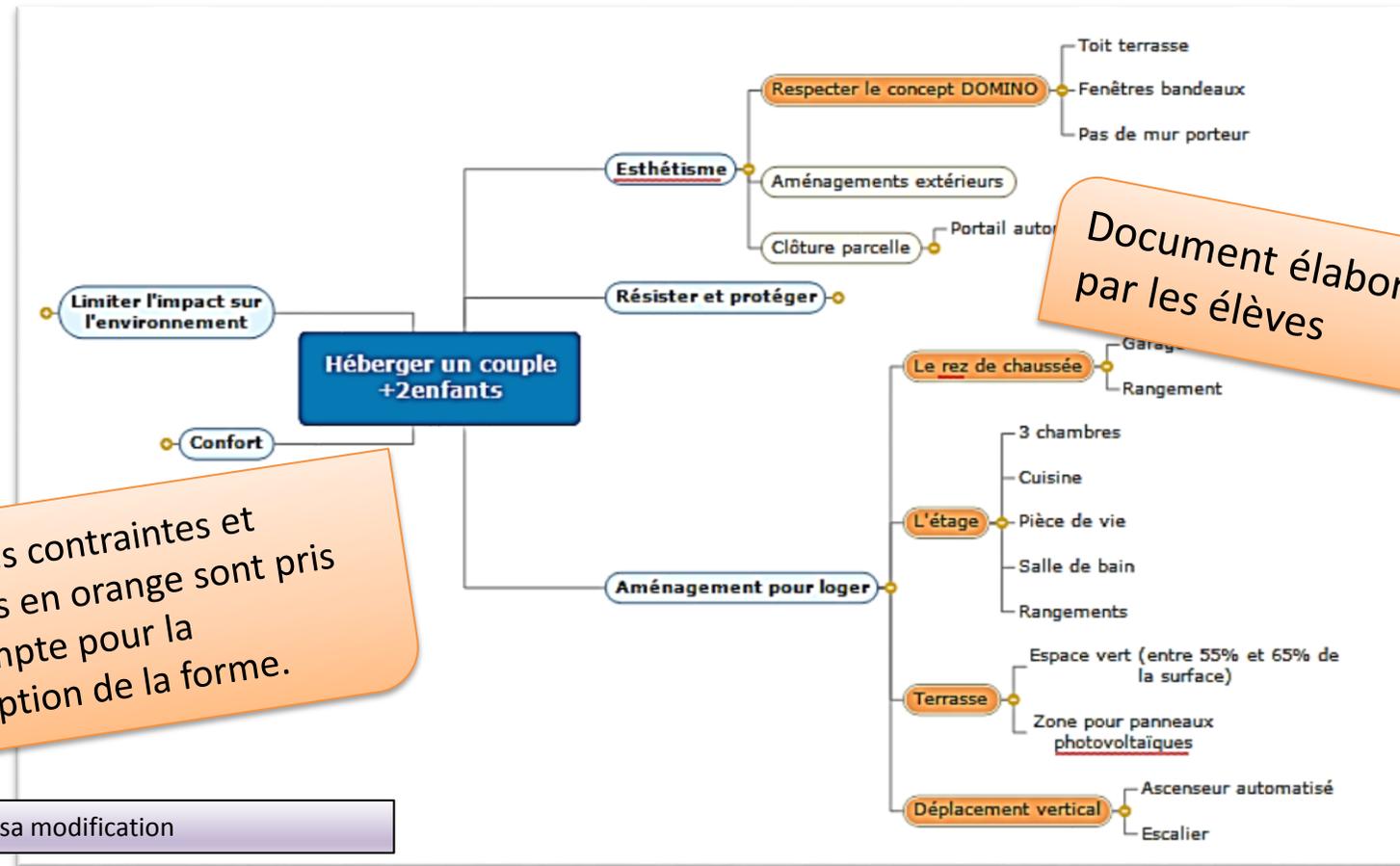


Travail réalisé en groupe

Utilisation d'un logiciel permettant de traduire les besoins et contraintes en choix

Seuls les contraintes et besoins en orange sont pris en compte pour la conception de la forme.

Document élaboré par les élèves



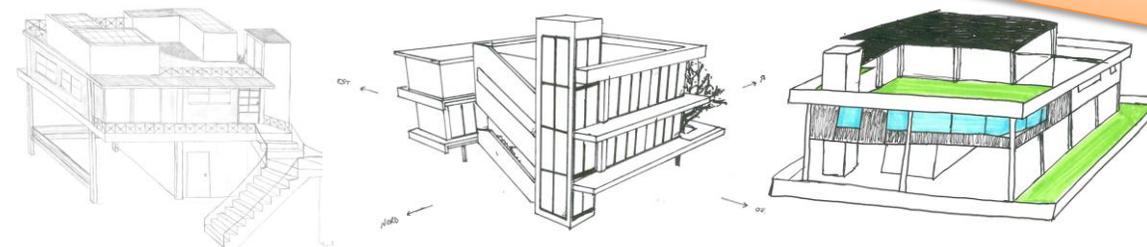
CO2.1. Décoder le cahier des charges d'un produit, participer, si besoin, à sa modification



# Comparer les solutions et en choisir une solution



Document élaboré par les élèves



Travail réalisé en groupe

Ces choix nécessitent :

- Une présentation argumentée des esquisses
- Un choix de critères
- Une évaluation comparative des propositions
- Retenir une solution

CRITERES	PROJET 1	PROJET 2	PROJET 3
Résister et Protéger	3	2	1
Respecter le toit terrasse	2	3	1
Esthétique (respect concept)	2	2	2
Aménager	1	3	2
Confort	1	2	3
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

(notation : de 1 à 3, 3 représentant la meilleure note)

CO1.2. Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et de design

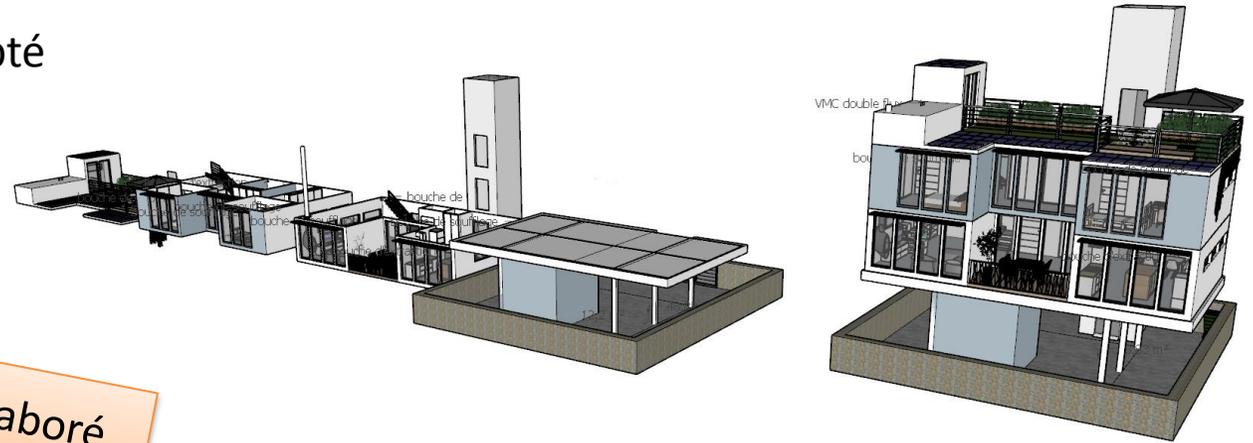
CO2.2. Évaluer la compétitivité d'un produit d'un point de vue technique et économique

CO5.1. S'impliquer dans une démarche de projet menée en groupe

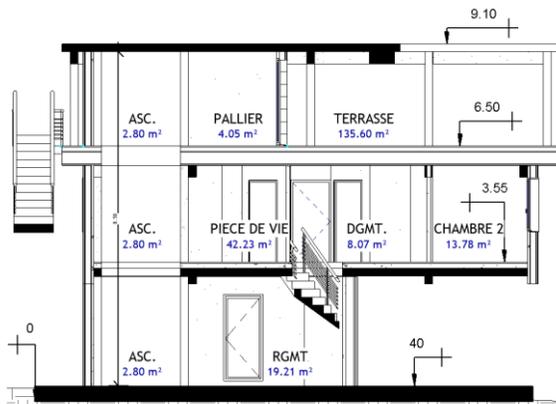
# Réaliser une maquette numérique 3D du bâtiment choisi



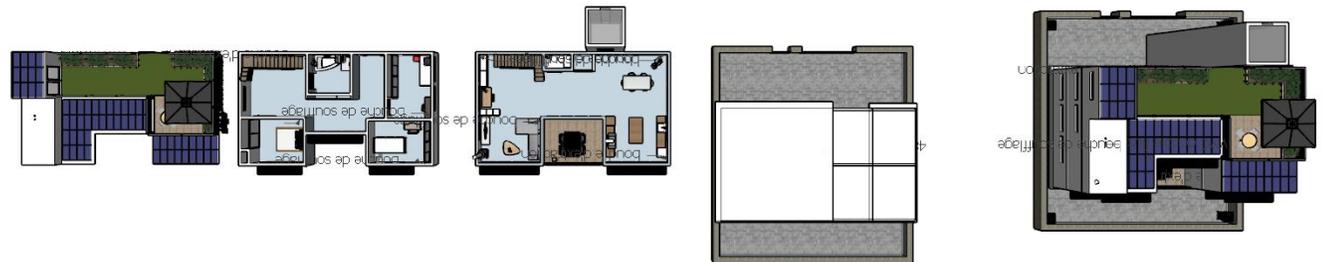
Avec un logiciel modeleur volumique paramétrique adapté au niveau atteint en fin de première



Document élaboré par les élèves



Vue de dessus des différents niveaux





## Réfléchir à des solutions – Études spécifiques à chaque domaine

### Étude orientée « matière »

Conception d'une partie de structure (poutre)

- Optimisation de la quantité de matière

### Étude orientée « matière et énergie »

Conception enveloppe & thermique

- Choix d'un matériau composite innovant préservant les ressources naturelles

**Projet retenu**

### Étude orientée « énergie »

Production d'électricité par panneaux photovoltaïque ou éclairage extérieur

- Choix matériel, optimisation rendement et position

### Étude orientée « information »

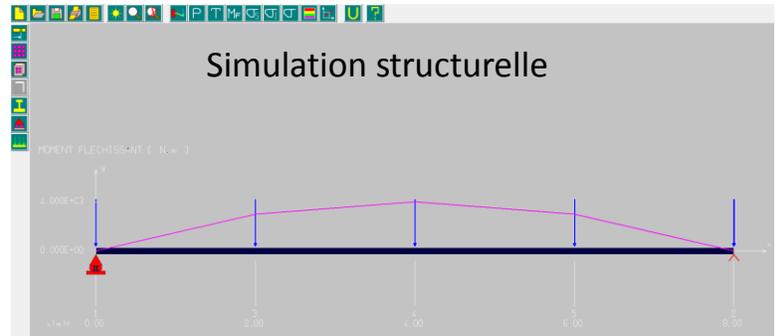
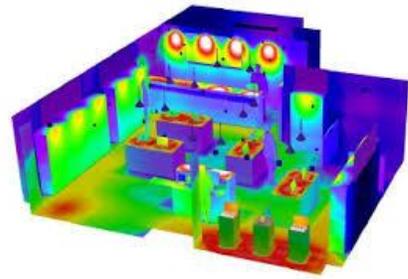
Automatisation d'un équipement

- portail, ascenseur ou arrosage...

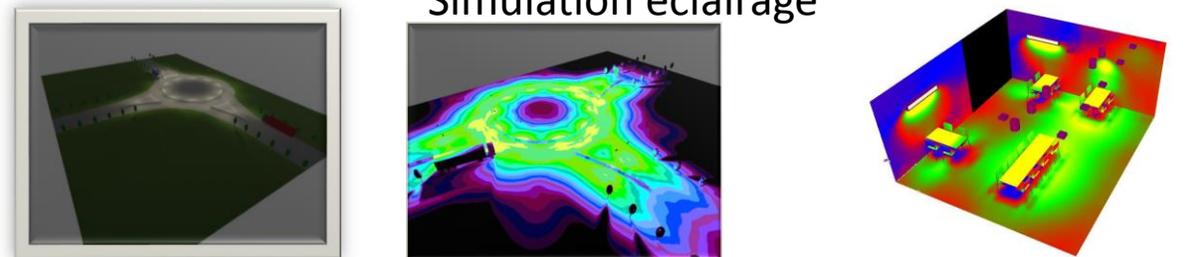
# Conception détaillée



Simulation thermique



Simulation éclairage

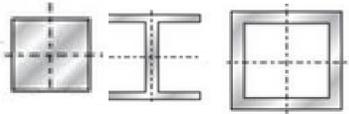


CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue



### Étude orientée matière

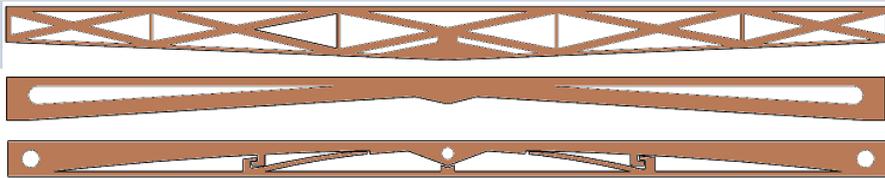
Sections existantes :



+ variation de la section en observant les tabliers de pont.

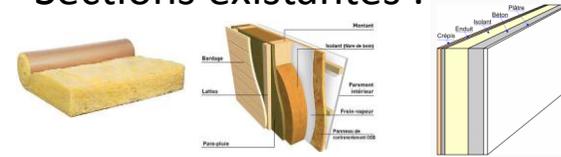
**Optimisation** : supprimer la matière là où elle n'est pas nécessaire

Solutions :



### Étude orientée matière et énergie

Sections existantes :



Ou béton de chanvre

**Optimisation** : réaliser des blocs empilables et clipsables constitués de paille et liège

Solutions :





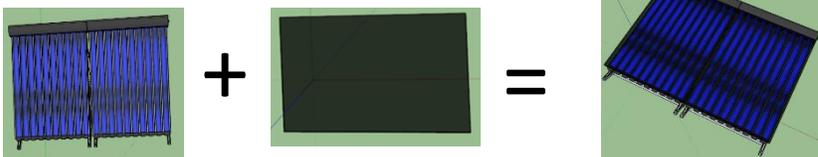
## Etude orientée énergie

Sections existantes :



**Optimisation :** permettre la création d'eau chaude en même temps que l'électricité (panneaux hybrides)

Solutions :



Capteur solaire classique

Vitrage photovoltaïque loupe

Panneau hybride

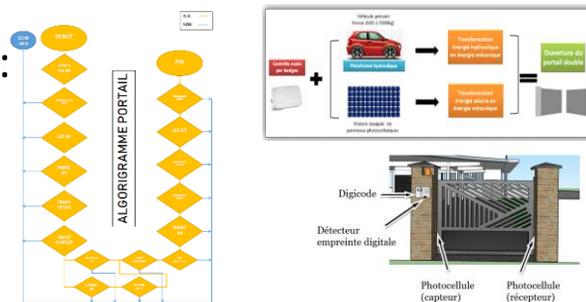
## Etude orientée information

Sections existantes :



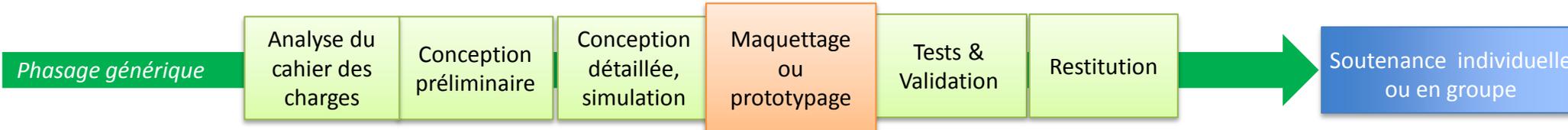
**Optimisation :** ouverture automatique du portail (piéton/véhicule) pour la famille

Solutions :



Digicode  
Détecteur empreinte digitale  
Photocellule (capteur)  
Photocellule (récepteur)

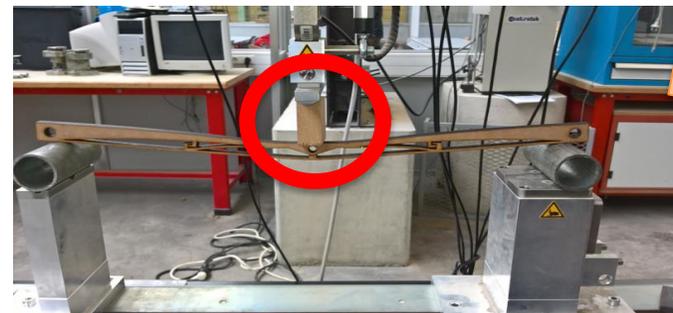
# Maquettage ou prototypage « matière »



Réalisations de plusieurs prototypes de poutres de structure en médium à l'aide d'une machine à découpe laser.



Ajout d'éléments pour l'application de l'effort afin d'éviter les effets de poinçonnement

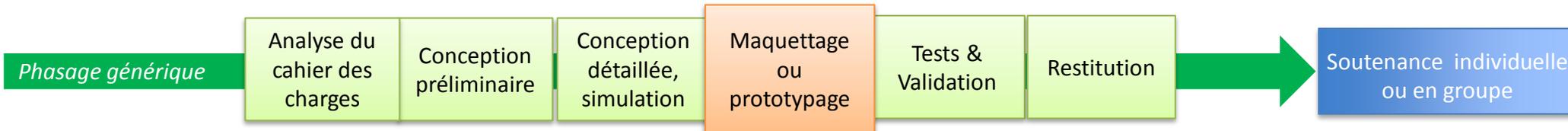


Travaux réalisés par les élèves



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

## Maquettage, prototypage « matière &amp; énergie »



Réalisation d'une paroi creuse expérimentale en bois, permettant de tester le comportement d'une paroi isolée de paille naturelle



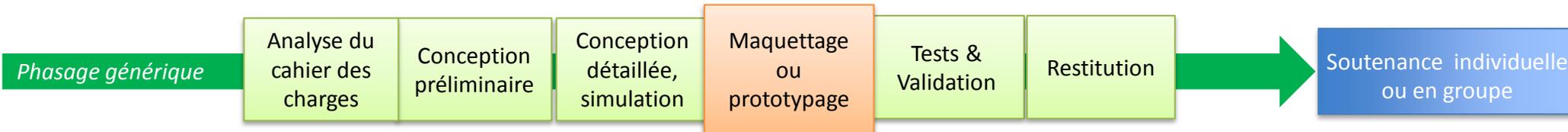
Le caisson équipé est inséré dans l'ouverture d'une chambre froide afin de mesurer l'évolution de la température au cours du temps.



Travaux réalisés par les élèves

Cette boîte est équipée d'un thermomètre à sonde afin de mesurer les températures en différents points.

## Maquettage, prototypage « énergie »



Installation d'un panneau photovoltaïque sur un support inclinable (table à dessin) afin de faire varier l'angle d'inclinaison.

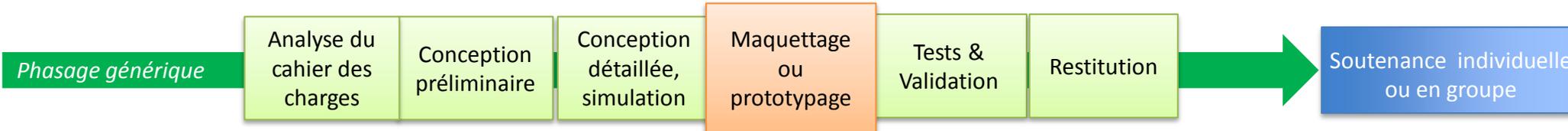


Travaux élaborés par les élèves

Utilisation des capteurs solaires du lycée, sur lesquels des mesures de températures sont réalisées, avec ou sans verre supplémentaire en surface



## Maquettage, prototypage « information »



Capteur sur carte Arduino + petit moteur pour tester le programme



```

projets_fini
#include <Servo.h>

Servo myservo;

int pos = 0;
int PIR_MOTION_SENSOR=0;

void setup()
{
  pinMode(2, INPUT);
  Serial.begin(9600);

  myservo.attach(7);
}
  
```

Travaux réalisés par les élèves

```

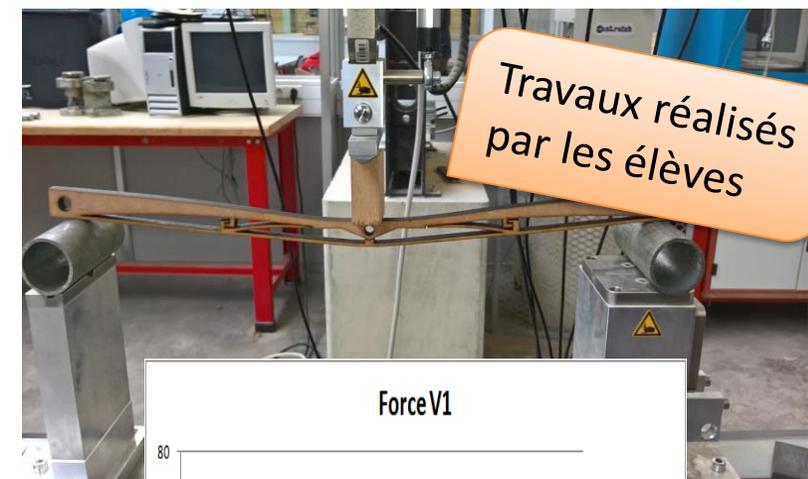
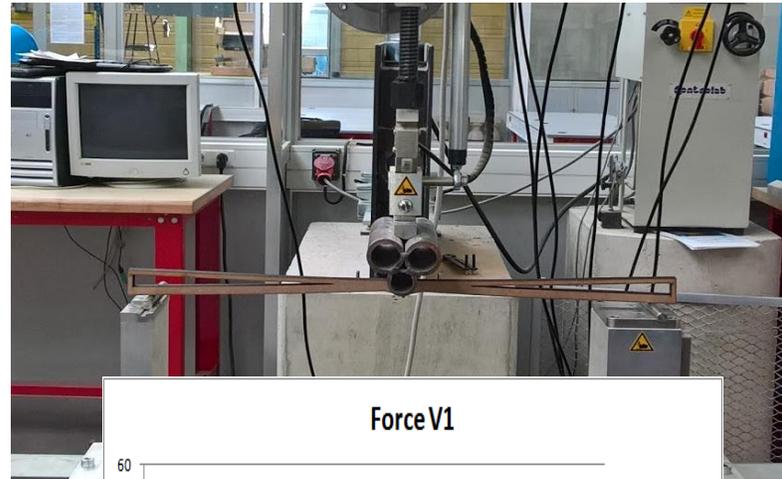
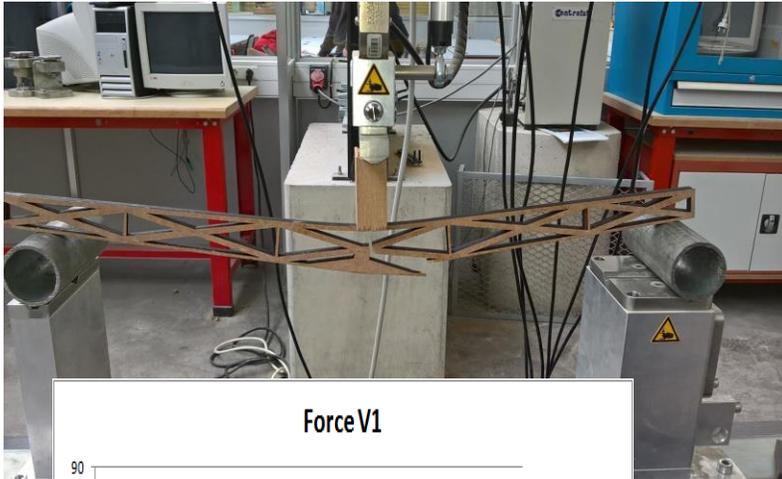
void loop()
{
  buttonState = digitalRead(2);
  PIR_MOTION_SENSOR = digitalRead(2);
  if(PIR_MOTION_SENSOR==1)
  {
    Serial.println("Il y a du mouvement");
    for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1)
    {
      myservo.write(pos);
      delay(15);
    }
    for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1)
    {
      myservo.write(pos);
      delay(15);
    }
  }
  Serial.println("Pas de mouvement");
  delay(200);
}
  
```

Positionnement du capteur sur portail didactisé pour valider sa position.

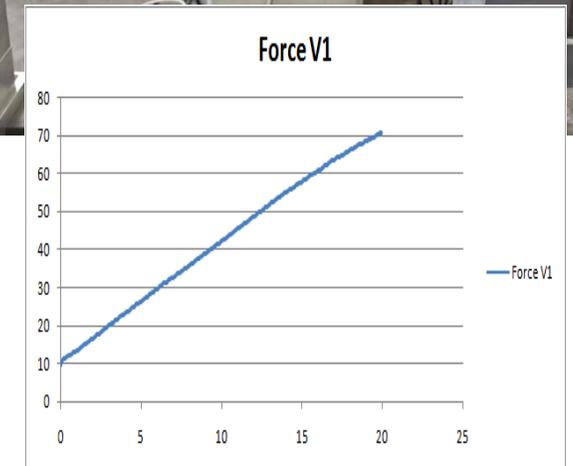
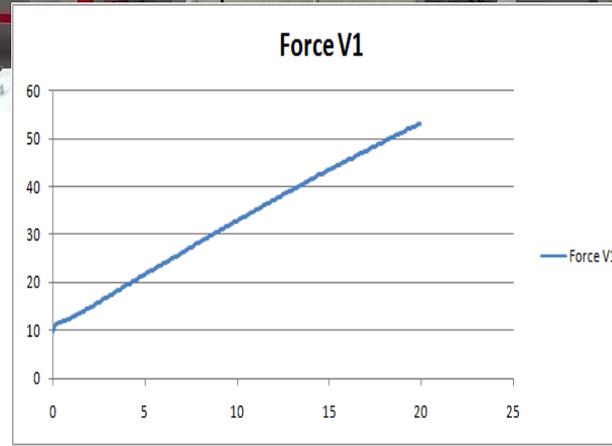
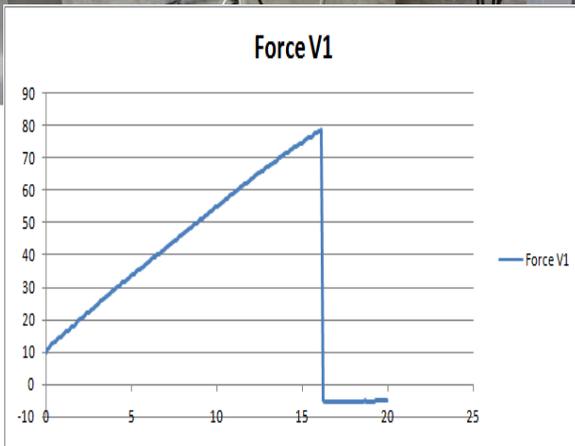




## Mesure de l'effort résistant de variantes de poutres porteuses en fonction de la déformation imposée



Travaux réalisés par les élèves



CO7.2. Mettre en œuvre un scénario de validation devant intégrer un protocole d'essais, de mesures et/ou d'observations sur le prototype ou la maquette, interpréter les résultats et qualifier le produit.

# Tests et validation « matière & énergie »

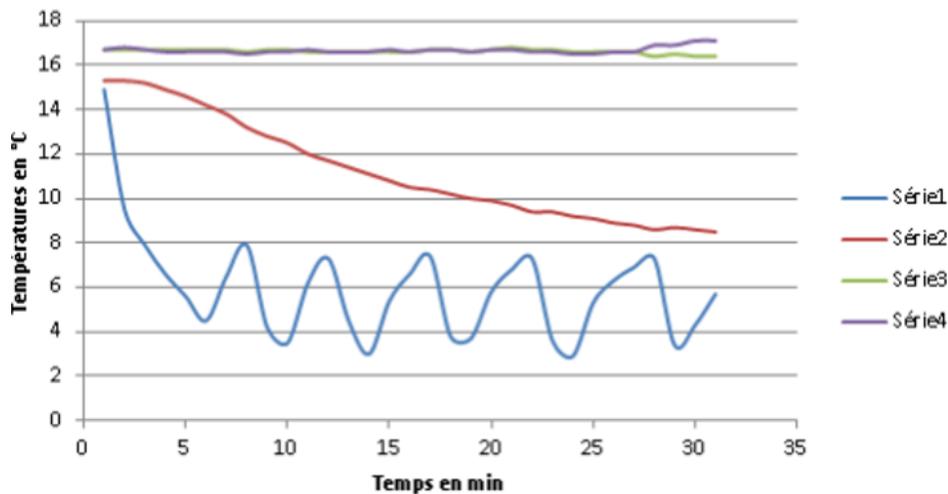


**Mesure de l'évolution de la température en fonction du temps pour plusieurs compacités de paille à l'intérieur du « bloc »**

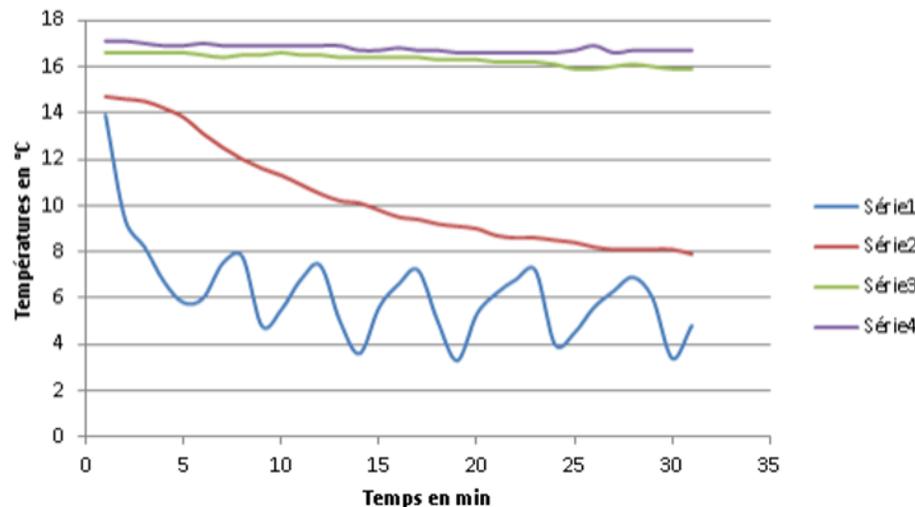
N° de l'essai	Masse de la boîte vide	Masse de la boîte pleine	Masse de la paille	VOLUME de la paille	Densité
1	7.30 kg	10.22 kg	10.22-7.30= 2.92 kg	V=LxIxh= 0.62x0.87x0.15= 0.08 m <sup>3</sup>	$\rho=m/V= 2.92/0.08= 36.5 \text{ kg/m}^3$
2	7.30 kg	9.04 kg	9.04-7.30= 1.74 kg	0.08 m <sup>3</sup>	$1.74/0.08= 21.75 \text{ kg/m}^3$

*Travaux réalisés par les élèves*

Evolution de la température dans la paroi en fonction du temps



Evolution de la température dans la paroi en fonction du temps



Les séries correspondent aux différentes sondes du thermomètre



- Cette phase de projet consiste à :
  - Faire la **synthèse du projet collectif** (respect du cahier des charges, du planning ...)
  - Faire la **synthèse des études individuelles** :
    - Mise en commun du travail et des principaux résultats
    - Analyse collective des résultats
  - Préparer et organiser une **éventuelle présentation finale** (soutenance)
    - Organisation, choix des contenus à présenter ...
    - Préparation des moyens de présentation ...

CO5.4. Planifier un projet (diagramme Gantt, chemin critique) en utilisant les outils adaptés et en prenant en compte les données technico-économiques.



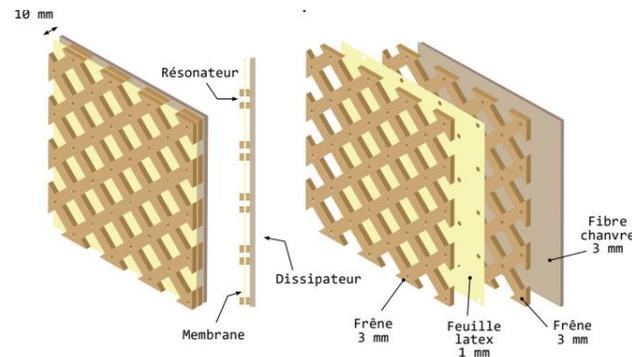
**Prototype d'un capteur, permettant d'informer du niveau de l'eau (programme sur carte Arduino)**

Prototype 1

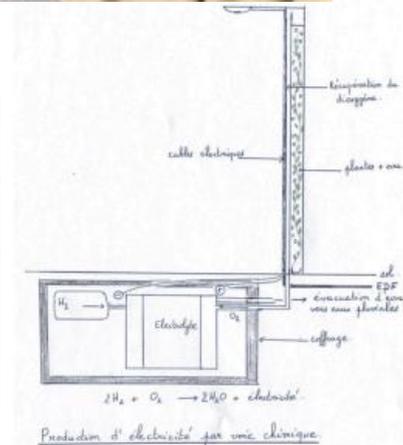
Prototype 2



**Prototype de panneau pour correction acoustique**



**Prototype de production d'électricité pour lampadaires à base de plantes (algues élodées)**



Production d'électricité par voie chimique



Prototype permettant de déterminer les caractéristiques d'isolation acoustique d'un matériau (ici un agro-matériau, la paille de colza)



Prototype d'un mur trombe permettant de déterminer l'influence de l'épaisseur de la lame d'air en la vitre et le mur



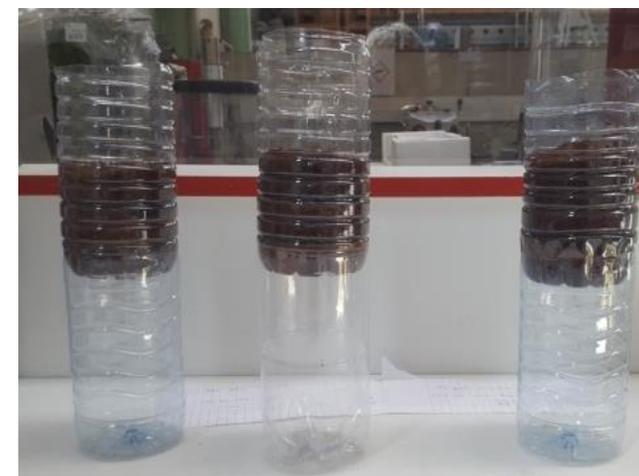
Petite lame d'air (3cm)

Moyenne lame d'air (13 cm)

Grande lame d'air (25cm)

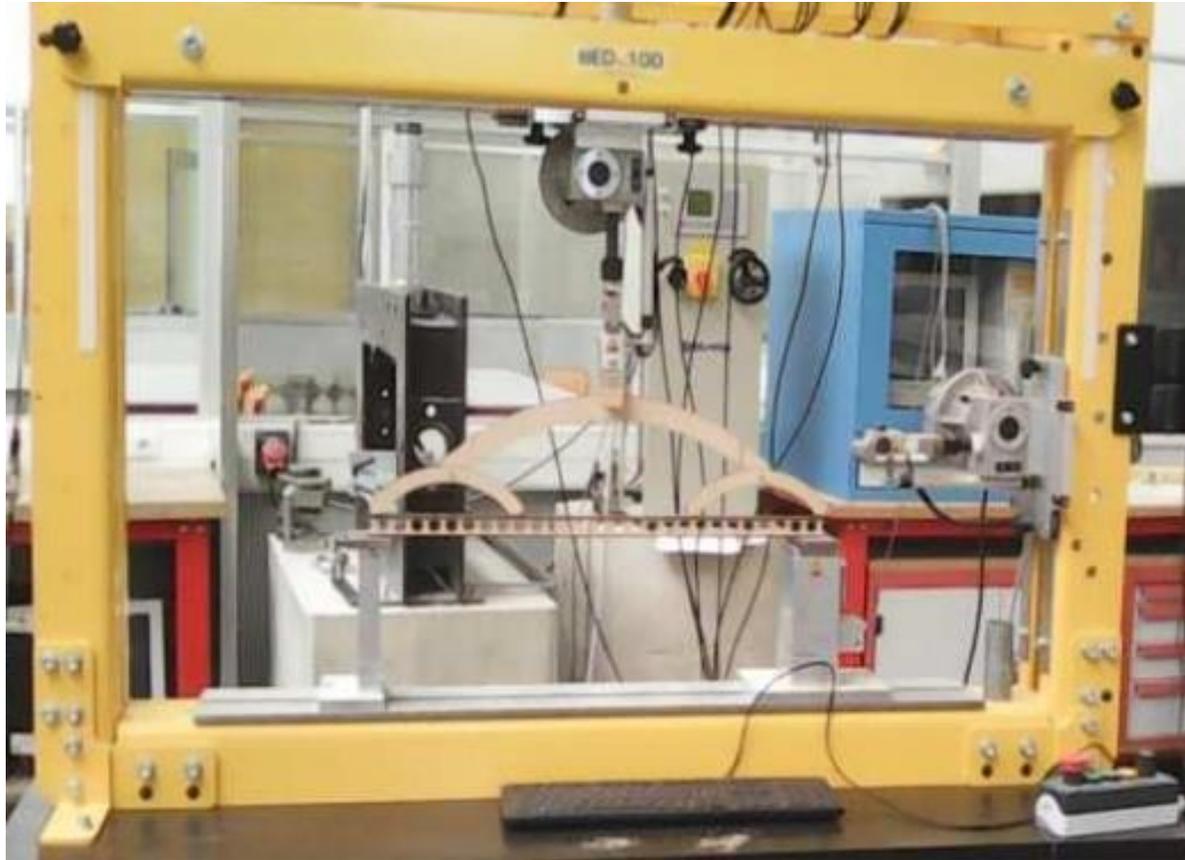


Prototype d'un filtre d'eaux pluviales (ici laine de coco + charbon actif dans différentes proportions)

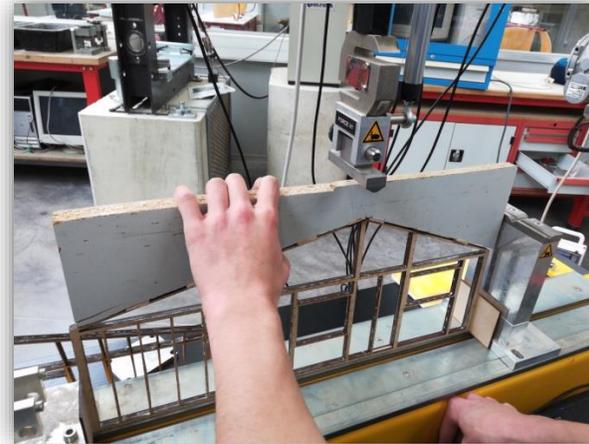




Prototype d'une poutre supportant 4 pannes



Prototype d'essai pour vérifier la stabilité géométrique d'une ossature plane en bois





Prototype pour un éclairage de parking dynamique

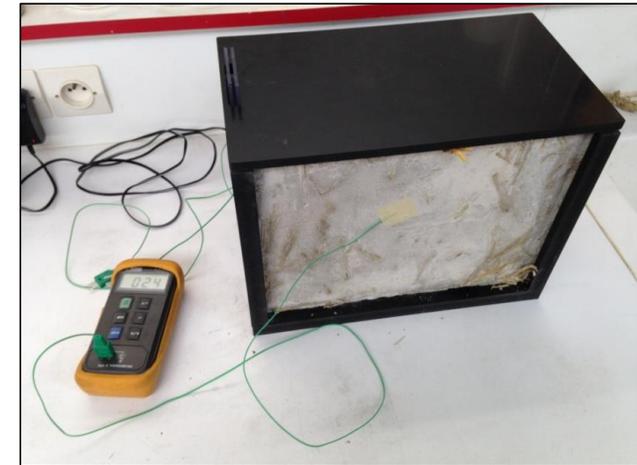


Prototypes pour comparer les caractéristiques thermiques de matériaux innovants

Prototype 1



Prototype 2





- Aux élèves des classes de 1 STI 2D AC et Terminale STI 2D AC, dont les travaux ont été repris pour illustrer ce diaporama.
- Félicitations aux élèves et professeurs qui participent à des concours avec leurs projets (STI2D du lycée Jean Moulin Angers, vainqueur des finales nationales **2017** et **2018** du concours Batissiel )
- Aux professeurs du lycée Jean Moulin à Angers, qui sont sollicités par les élèves lors des concours et études, plus particulièrement Jean Louis Pineau avec lequel ce projet DOM-INO a été élaboré.



# Merci pour votre attention

**Batissiel 2018**  
Lycée Jean Moulin, Angers  
Collège Ampère, Arles