

CT : **EXPLORER À L'ÉCHELLE 1**

CYCLE MASTER S7/S8

Marc LEYRAL
Sylvain EBODE

EE1-C1 **PRÉSENTATION DU COURS**

Présentation – Objectifs – Déroulé



Structure en bouteilles de plastique, assemblées par des connecteurs imprimés en 3D par un plug-in SketchUp : Trussfab - Phd Robert Kovacs et son équipe, Human Computer Interaction Lab, Hasso Plattner Institute, Potsdam, Allemagne

1. Présentation du cours 30'

- a. Enseignants
- b. Objectifs
- c. Pédagogie
- d. Documentation

2. Programme 2020/21 60'

- a. Thème
- b. Déroulé

3. Conclusion 30'

- a. Projets antérieurs
- b. Discussion

EE1-C1 PRÉSENTATION DU COURS

1.a. Enseignants

ENSEIGNANTS DU COURS :

Marc LEYRAL

- Ingénieur ENPC
- Architecte HMO

m.leyral.univ@gmail.com

Sylvain EBODE

- Architecte/Ingénieur ENSAIS

sylvain.ebode@urukv.fr

INTERVENANTS ENCADRANTS :

Pierre GUEROLD

- Ingénieur ENPC
- Chargé de TD Structure ENSAPLV

pguerold@gmail.com

Clément BERTHOU

- Étudiant moniteur ENSAPLV
- Lauréat ST 2017/2018

- 1. Présentation du cours 30'
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
- 2. Programme 2020/21 60'
 - a. Thème
 - b. Déroulé
- 3. Conclusion 30'
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

1.b. Objectifs du cours

LE COURS SE DÉROULE SUR DEUX SEMESTRES

Chaque semestre se déroule en 14 séances de 3h00 (18h30-21h30) :

Premier semestre : PROJET ET LIVRE	Second semestre : CONSTRUCTION
1 séance d'introduction	1 séance de préparation
12 séances de corrections	12 séances de construction
1 séances de rendu	1 inauguration

L'évaluation comprend :

Premier semestre : PROJET ET LIVRE	Second semestre : CONSTRUCTION
1 évaluation du travail réalisé sur les études (et le livre) pour 60%	1 évaluation par les encadrants du travail fourni en chantier pour 70%
1 évaluation de la participation au projet final pour 40%	1 évaluation sur les travaux connexes (cf. slides suivants) pour 30 %

Les notes finales obtenues seront modifiées par les enseignants dans une fourchette de -2 pts à +2 pts pour prendre en compte la **présence**, la **participation** et la **motivation**.

1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs**
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

1.b. Objectifs du cours

LES ÉTUDES ET LE LIVRE

Les études seront regroupées dans un livre :

- 1 étude = 1 article
- 1 article = 1 à 2 personnes (avec l'aide des autres)
- Illustrations sous Illustrator respectant la charte graphique
- Objectif de publication du livre → respect de l'exigence de qualité
- 3 Programme 2020/21 ou chapitres : historique ; scientifique – recherches – expériences ; projet

1.c. Pédagogie

1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie**
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

Le projet sera développé au cours du premier semestre :

- Un pavillon
- Sur un thème expérimental
- Environ 30/40 m²
- Destiné à être construit dans un parc de Paris (! Sécurité)
- Budget environ 4000€
- Objectif d'une présentation au Symposium de l'IASS (international association for shell and spatial structures) en août.

LE PROJET



La Vrilllette, Pavillon expérimental sur le bois courbé à l'étude, lauréat de Sculpture Tectonique 2017-2018, Cité de la Mode et du Design (aujourd'hui sur le site de la Thébéiade dans le Cantal) – Enseignants : M. LEYRAL et F. MARTTINET – Projet de D. FREGEFOND et D. BERTHOU

1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie**
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

EE1-C1 PRÉSENTATION DU COURS

1.c. Pédagogie

LE COURS SE DÉROULE EN EN WORKSHOPS :

Chaque cours, mis à part ceux présentant un contenu « magistral » (comme le cours de Grasshopper) se penchera sur 2 ou 3 études sélectionnées avant.

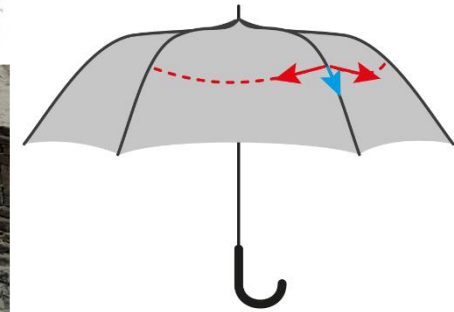
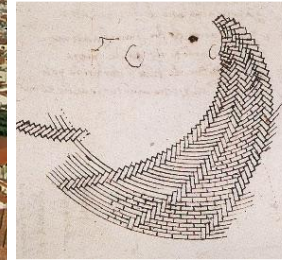
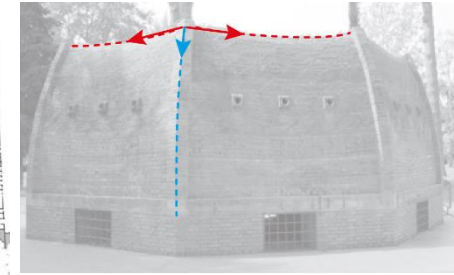
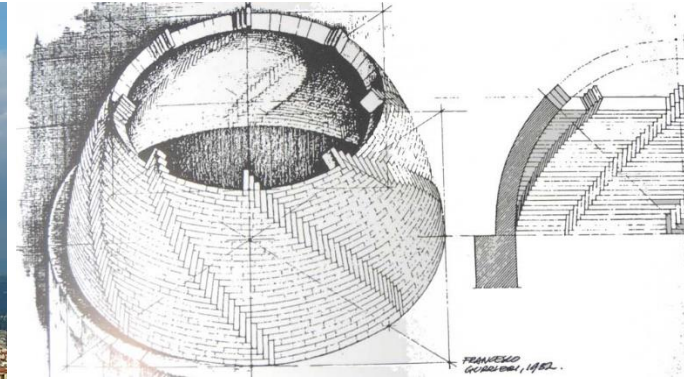
Ensuite une correction du projet.

Les groupes qui présentent sont évalués sur leur présentation mais chaque étudiant doit apporter sa pierre à l'édifice chaque semaine !

1.c. Pédagogie

L'ART DE CONSTRUIRE NE SE LIMITE PAS AU PROJET : LA VRAI BÂTISSEUR VIENT AVEC SON PROJET, SA SOLUTION ET SA MÉTHODOLOGIE.

1. Présentation du cours 30'
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 60'
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion 30'
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion



Projet : Coupole de Santa Maria del Fiore

Concepteur et bâtisseur : Filippo Brunelleschi

Date : 1436

Lieu : Florence, Italie

Problématique : impossibilité d'utiliser un cintre de bois sur lequel on construit la voûte (base octogonale trop grande de 42m de diamètre et pénurie de bois à la Renaissance).

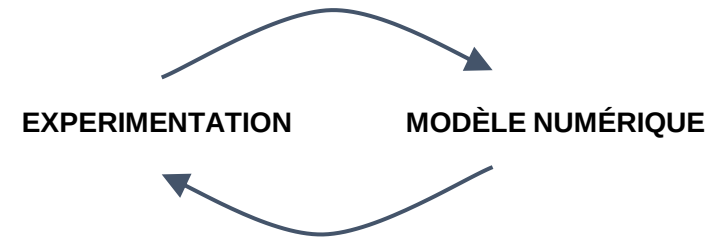
Il utilise alors une disposition très particulière des briques en *spina di pesce* (en **arête de poisson**) inspirée des Étrusques : des spirales de briques verticales entre des lits de briques horizontales répartissent le poids de la construction en déviant la poussée vers les angles de l'octogone.

De plus, on retrouve des chaînettes, localement, dans chaque pan du dôme : les lits de brique forment en réalité une parabole vers le bas, comme un caténaire sous son poids propre. En traction, cette forme permet sans doute d'équilibrer la poussée des contreforts, comme le tissu tendu d'un parapluie empêche les baleines de trop s'ouvrir. Brunelleschi a en quelque sorte exploité l'effet de membrane, simplement grâce à une disposition réfléchie des briques, en forme de chaînette, deux siècles et demi avant que Hooke n'énonce le principe du funiculaire !

La structure est **autoportante** : elle se porte toute seule, sans cintrage, même pendant la construction.

1.c. Pédagogie

**PÉDAGOGIE : LA CONFRONTATION ENTRE EXPÉRIENCE ET ÉVALUATION
NUMÉRIQUE EST PERMANENTE :**



1. Présentation du cours 30'

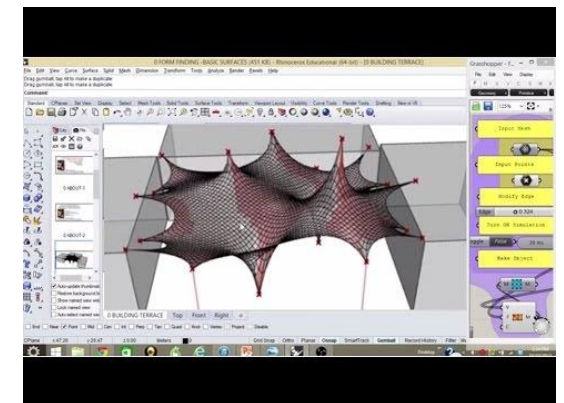
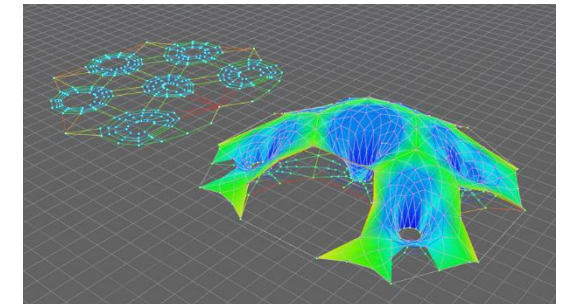
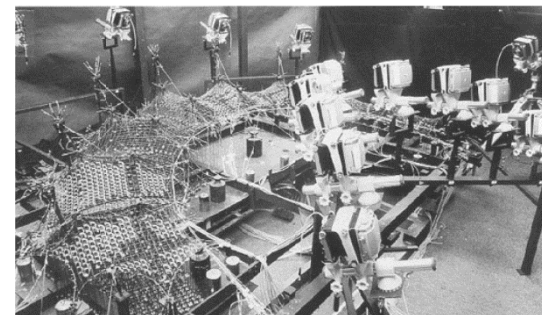
- Enseignants
- Objectifs
- Pédagogie**
- Documentation

2. Programme 2020/21 60'

- Thème
- Déroulé

3. Conclusion 30'

- Projets antérieurs
- Discussion



1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation**
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

EE1-C1 PRÉSENTATION DU COURS

1.d. Documentation

DOCUMENTATION INTERNE

Site web : www.construire-l-architecture.com partie Explorer à l'échelle 1

- *Supports de cours (cours et intervention)*
- *MOOC en chantier et terminés*
- *Boîte à outils :*
 - *Relevés DWG + 3D de l'école*
 - *Feuille de calcul de prédimensionnement*
 - *Modèle numérique de dimensionnement*
 - *Détails d'assemblage bois*
 - *Bibliographies*

Groupe Facebook : [Explorer l'échelle 1 - ENSAPLV 2020/2021](https://www.facebook.com/ExplorerlEchelle1-ENSAPLV20202021)

Communications internes, questions et réponses, informations diverses

Collectif : **Construire l'Architecture**

- **Facebook :** <https://www.facebook.com/ConstruireArchi/>
- **Instagram :** www.instagram.com/construirearchi/
- **Twitter :** <https://twitter.com/construirearchi>

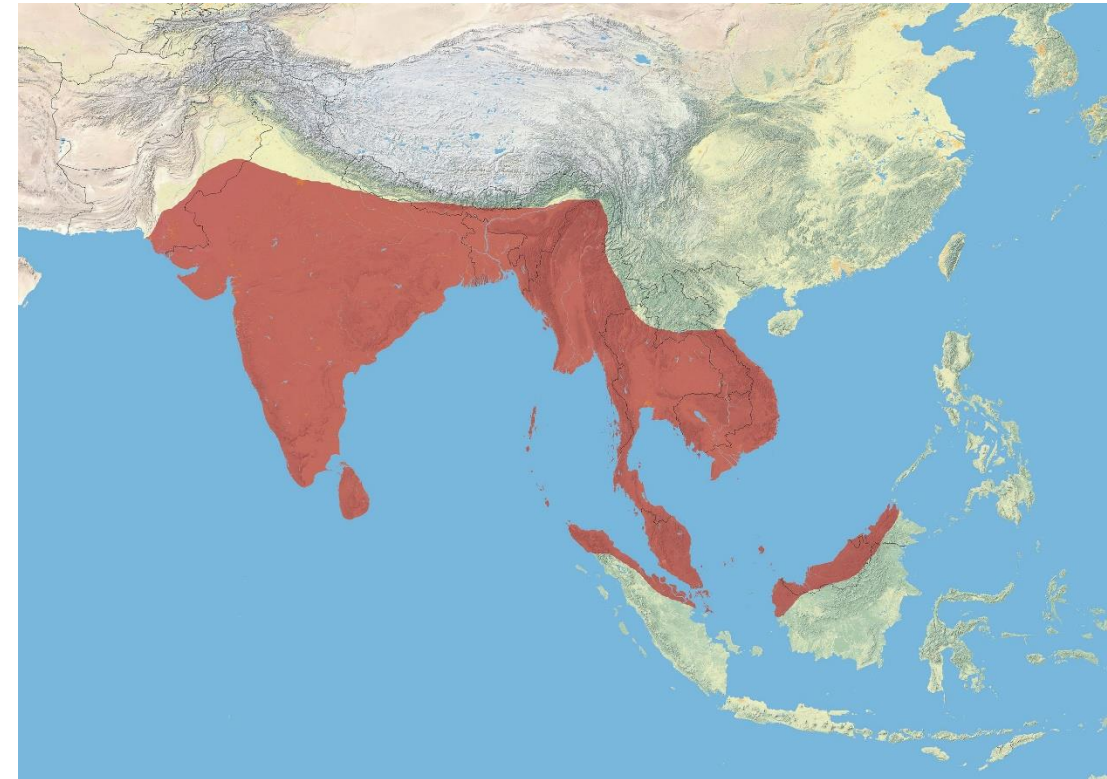
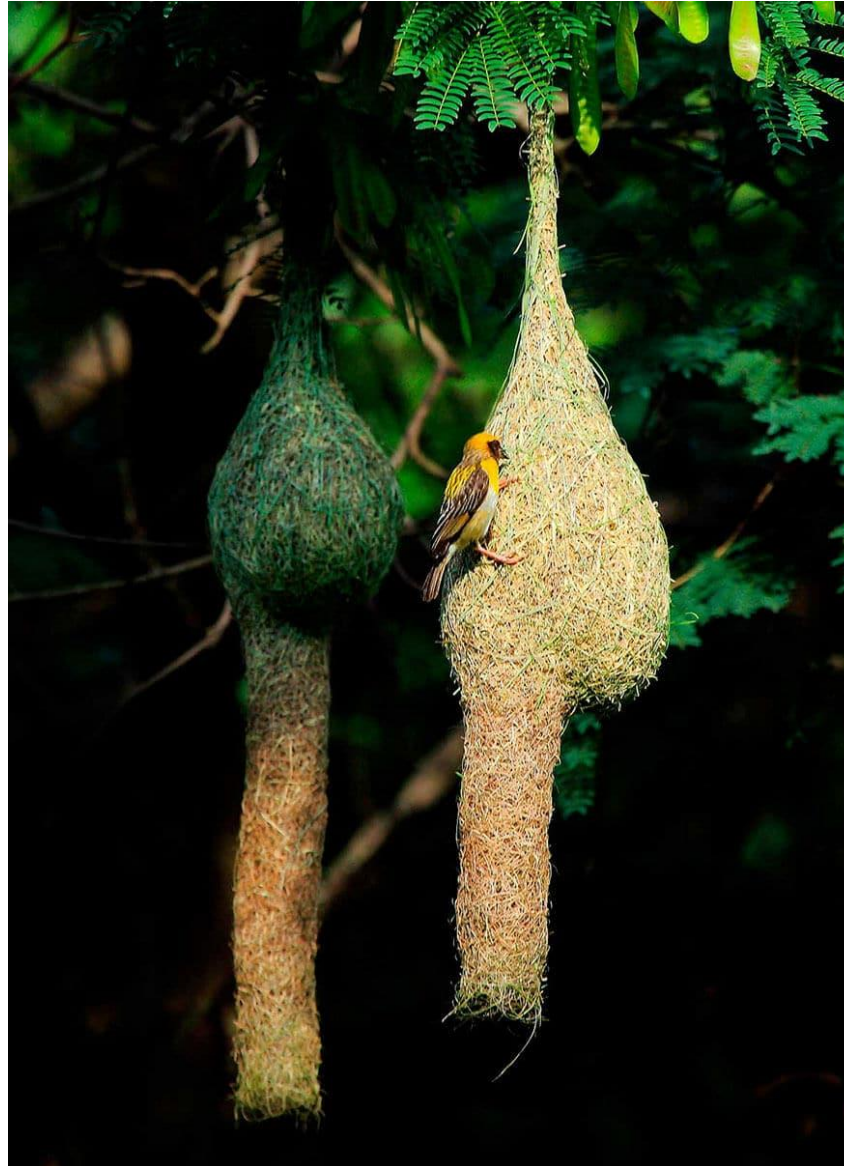
Communications externes, Conclusion événements

2.a. Thème

1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. **Thème**
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion

THÈME DE CETTE ANNÉE :

Le nid du Tisserand (ou Tisserin) de Baya : un nid en frottement, tissé avec des herbes sous forme d'une goutte d'eau : vers une structure « réciproque » de flexion ?



Distribution approximative

Source : Wikipédia

- 1. Présentation du cours 30'
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
- 2. Programme 2020/21 60'
 - a. Thème
 - b. Déroulé
- 3. Conclusion 30'
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion



EE1-C1 PRÉSENTATION DU COURS

2.b. Déroulé

DÉROULÉ DES ÉTUDES DE CETTE ANNÉE :

1	Scan 3D du nid
2	Impression 3D d'une copie du nid (x2), découpage en 8 ou 12 morceaux
3	Comptage : nombre de brin par cm², longueur entre appuis, nombre de brin opposés
4	Collecte et compilation des données + analyse. En déduire un modèle d'analyse structurale probabiliste. Impact de la rugosité et de la résistance intrinsèque de l'herbe
1	Qu'est-ce que le tisserand de baya, comment construit-il son nid, autres exemple d'animaux
2	En déduire la méthodologie constructive (structure réciproque de flexion donc le frottement est acquis par action/réaction de la mise en flexion) ?
3	Déterminer des habitat vernaculaires utilisant une technique simiaire
3	Idem dans l'architecture moderne
1	Recherches bibliographiques générales : tisserand, structures réciproques, goutte d'eau, etc.
2	Comprendre l'équilibre de la goutte d'eau, étudier le moment attaché et le moment du détachement. Etude de la tension superficielle, l'objectif est-il bien de minimiser cette tension ? Pourquoi ? Forme d'élasica (cf lintéaire de Bernouilli) au moment du détachement ?
2	Etudier la question de l'accroche à la branche
2	Faire des test avec différents fluides, filmer en ralenti
3	Trouver l'analogie avec le nid : Pourquoi la forme du nid est-elle celle d'une goutte d'eau ? Comment la paroi parvient-elle à simuler la tension superficielle de la paroi
4	Etude de la staticité globale (équilibre de traction vs instabilité de compression). Le sol pour les hommes correspond à la branche pour le tisserand. Le tisserand utilise donc la stabilité (suspension) tandis que l'homme passe son temps à lutter contre la stabilité
2	Histoire et fonctionnement des structures réciproques. Due la structure réciproque rigide à celle en flexion
3	Etude du fottement. Déduire la force probable entre surface apportée par la flexion. Etude de l'impacte de la rugosité (coefficient de frottement passif). Quelle est la résultante de la force de frottement (tangeant à la surface ?).
5	Déduire de ces études le développement d'un modèle de conception grasshopper probabiliste basé sur ces expériences
1	Développer un projet de grand nid supendu de 3m environ
2	Monter des maquette tests du/des projet(s) avec des herbes (moulée sur du polystirène ?)
6	Trouver grâce au modèle la charge maximale et le mode de rupture et le vérifier en maquette
6	Proposer un système électronique donnant la probabilité de céder déduite du modèle
7	Trouver un matériau pour le projet en analysant le rapport d'échelle de l'herbe du tisserand à l'échelle du projet, étude de la rugosité (rapport d'échelle nul ?), de la résistance intrinsèque du matériaux etc.
8	Développer un procéder constructif et une méthodologie de mise en œuvre.
9	Chercher des pistes d'optimisation du mode constructif
1	Monter le draft du plan du livre et le suivre
2	Illustrations du livre
2	Edition

ELASTICA

Marc LEYRAL enseignant, EE1 2019-2020
Geoffrey LOUISON & Mohamed ZITOUNI,
Parc de la Butte du Chapeau Rouge, Crédit photo : -



SOMMAIRE – EE1-C1

LA SCULPTURE TECTONIQUE

1. Présentation du cours 30'
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 60'
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion 30'
 - a. Projets antérieurs
 - b. Discussion



Indice B
M. LEYRAL – S. EBODE

ELASTICA

Marc LEYRAL enseignants, Sculpture Tectonique 2017-2018,
Geoffrey LOUISON & Mohamed ZITOUNI,
Parc de la Butte du Chapeau Rouge, Crédit photo : -



SOMMAIRE – EE1-C1

LA SCULPTURE TECTONIQUE

1. Présentation du cours 30'

- a. Enseignants
- b. Objectifs
- c. Pédagogie
- d. Documentation

2. Programme 2020/21 60'

- a. Thème
- b. Déroulé

3. Conclusion 30'

- a. Projets antérieurs
- b. Discussion

LA VRILLETTE

Marc LEYRAL et Frédéric MARTINET enseignants, Sculpture Tectonique 2017-2018,
Damien FREGEFOND & Clément BERTHOU,
Cité de la mode et du design, Crédit photo : Salem Mostefaoui



1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. **Discussion**

EE1-C1 PRÉSENTATION DU COURS

3.b. Discussion

DES REMARQUES ? DES QUESTIONS ?

Indice B

M. LEYRAL – S. EBODE



1. Présentation du cours **30'**
 - a. Enseignants
 - b. Objectifs
 - c. Pédagogie
 - d. Documentation
2. Programme 2020/21 **60'**
 - a. Thème
 - b. Déroulé
3. Conclusion **30'**
 - a. Projets antérieurs
 - b. **Discussion**

À LA SEMAINE PROCHAINE !