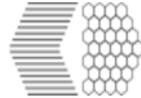


# CONCOURS PONTS 2024



E-LEARNING  
COMPOSITES  
ACADEMY  
by Composites Expert

AEROVAC  
COMPOSITES ONE



COMPOSITES  
DISTRIBUTION



## 1<sup>er</sup> Test de la voiture

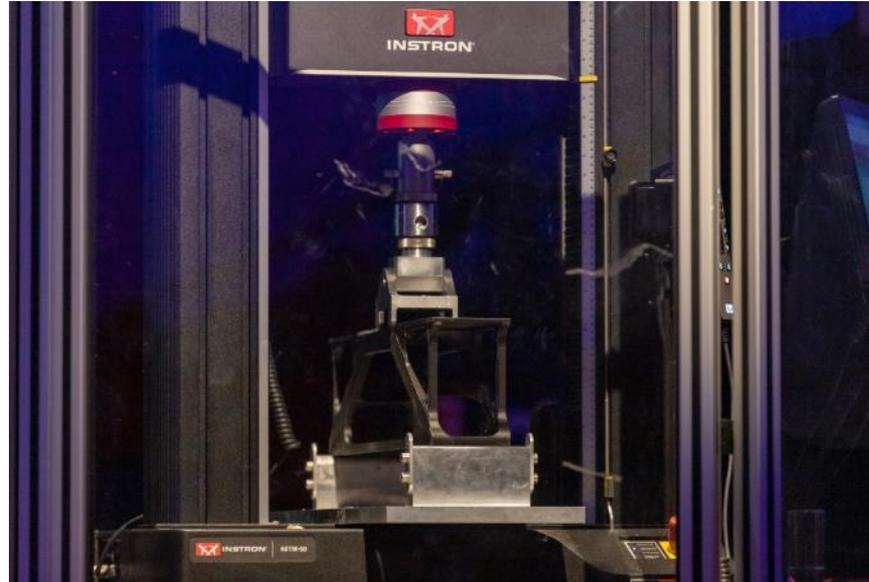
Voiture en Acier de 4,5kg



Exigence : Test statique 3s dans 3 zones du tablier

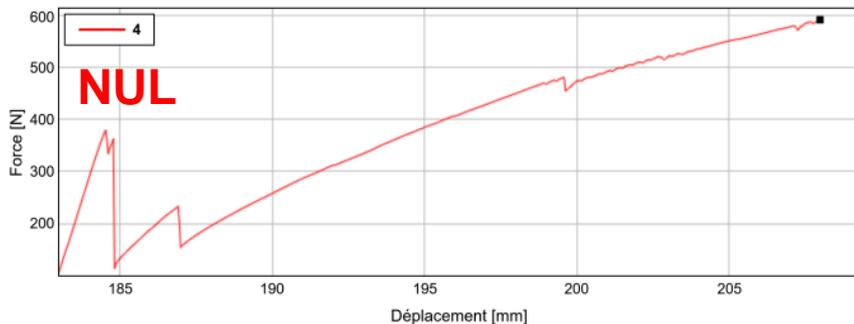


## 2ième Test mécanique en directe Flexion 4 points jusqu'à rupture → tenue Max



## 4 types de profil de comportement

Eprouvette 4 à 4



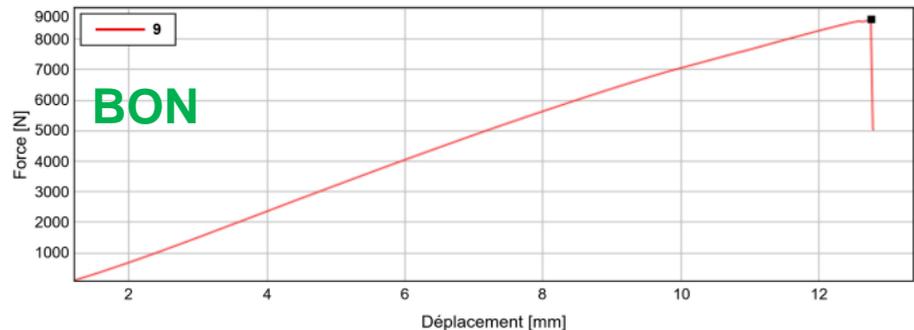
Eprouvette 8 à 8



Eprouvette 3 à 3



Eprouvette 9 à 9



# Concours Pont Composite

## PALMARES

Gagnant	Année	Résistance (N/g)
IUT Saint Nazaire	2019	<b>122,1</b> Record de France
	2014	57,21
	2012	27,77
	2010	17,28
IUT Bordeaux	2015	<b>87,54</b>
Université Paul Sabatier - Toulouse	2021	Prix du Jury
	2018	<b>86,89</b>
	2017	64,22
	2011	50,26
ISAE-ENSMA Poitiers	2023	<b>50,1</b>
	2021	31,7
Ecole Centrale de Nantes	2016	49,22
	2013	57,81
Polytech' Orléans	2022	48,4
	2009	22,37
IUT Le Havre	2019	Prix du Jury
Lycée Saint Exupéry Blagnac	2023	Prix du Jury
Strate Ecole de design Lyon	2022	Prix du Jury



Mathys Mulot-Hauriez



Romain Dupuy



Daniel Petrov



Rémi Catry



Rémi Thiry

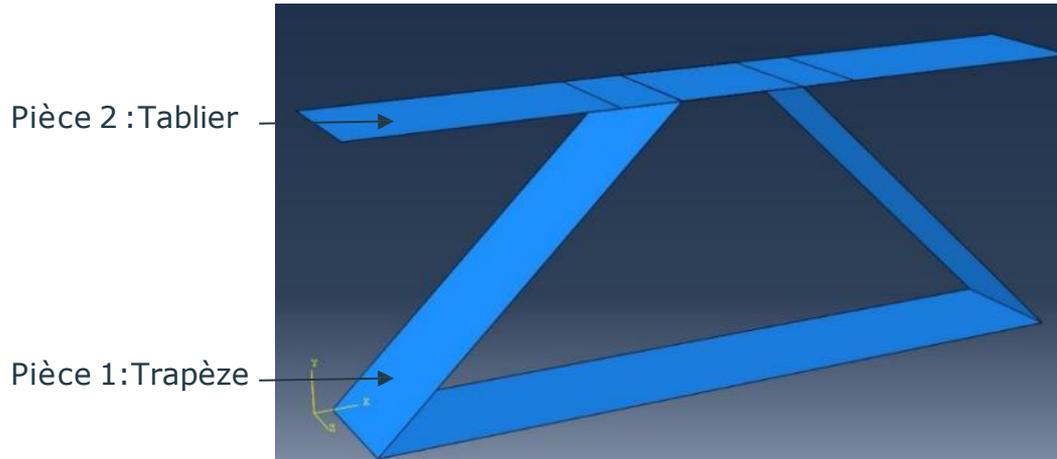
# I. Conception

Idée de base : structure simple en deux parties

Structure éprouvée

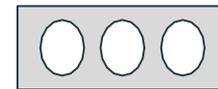
Continuité des fibres

Facilité de fabrication



Optimisation de la masse de la structure :

- Optimisation du nombre de couches
- Découpes



Proposition de découpe 1

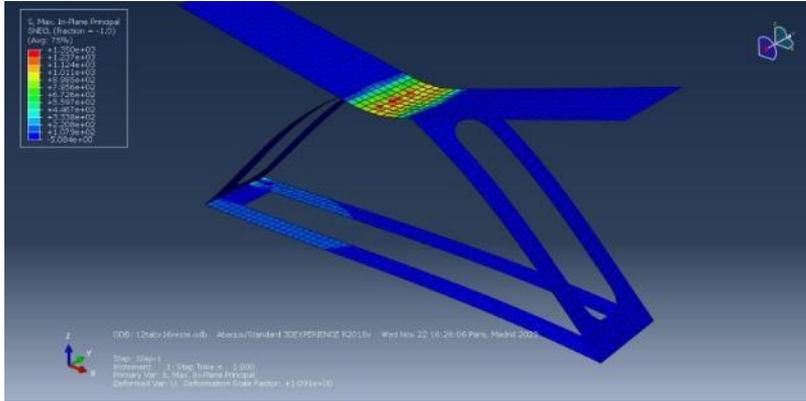


Proposition de découpe 2

Réalisation du trapèze en une pièce pour limiter les points de colle (zones de fragilité) et favoriser la continuité et l'alignement des fibres

## II. Dimensionnement

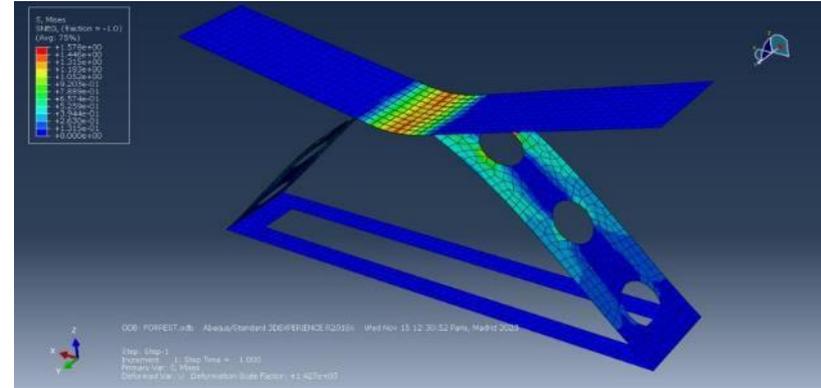
### A. Choix des découpes



Configuration 1  
4,5 Mpa :

- Compression : Contrainte = 577 MPa (Contrainte Max = 1200 MPa)
- Traction : Contrainte = 1900 MPa (Contrainte Max = 1850 MPa)
- Flexion : Flèche = 5,7 mm (Flèche max autorisée = 25 mm)

**Contrainte rupture : 4 MPa**

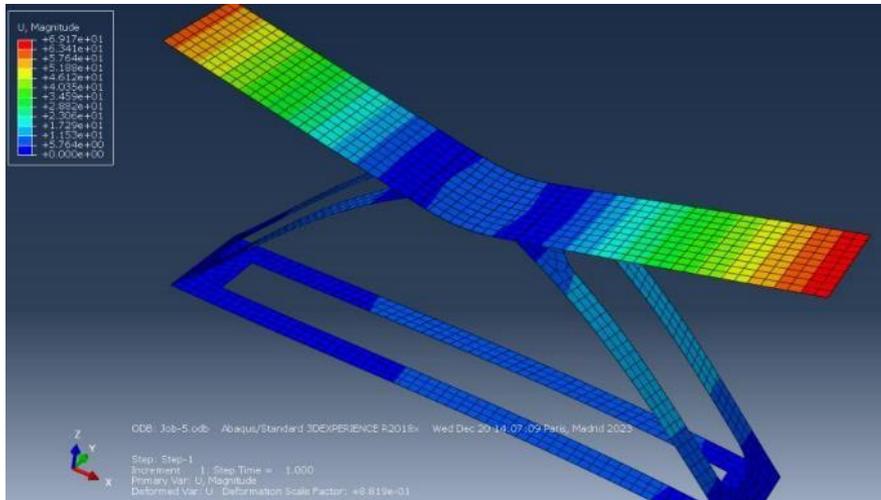


Configuration 2

↳ Configuration 1: très bonnes performances avec un gain de masse

## II. Dimensionnement

### B. Simulation de la structure



➔  **$M_{th} = 613$  g** avec  $Tvf = 50$  %

Résistance spécifique théorique = 55 N/g

Flèche de la structure pour une contrainte de 4,5 MPa

# III. Fabrication

Partie trapézoïdale : 14 couches de carbone d'une longueur de 645mm  
Tablier : 12 couches de carbone



Création du composite par moulage au contact

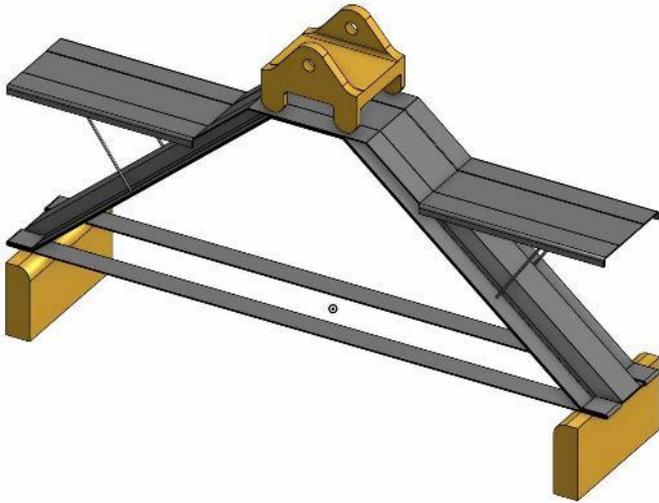


Découpe des 3 parties du trapèze et assemblage à l'aide de résine



# PONT OMEGA 2024

Pré-design, conception & fabrication



Encadrants : Frédéric LACHAUD - Xavier FOULQUIER

Etudiants : Paul KELLER - Aymar MONCORGE - Alexandre ROSSET - Matisse JALOUX

# Pré-design

## Concept : pont en Trapèze

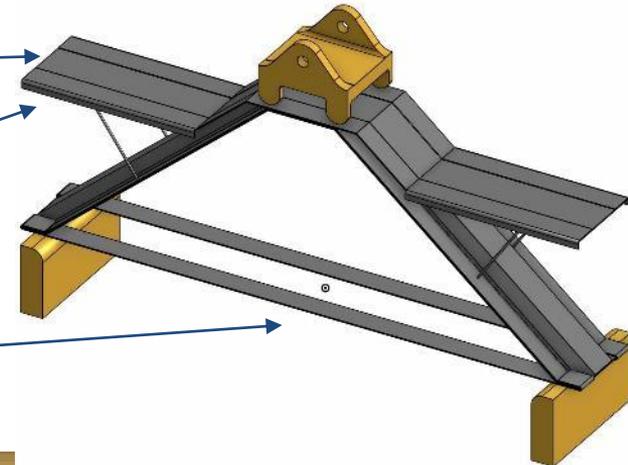
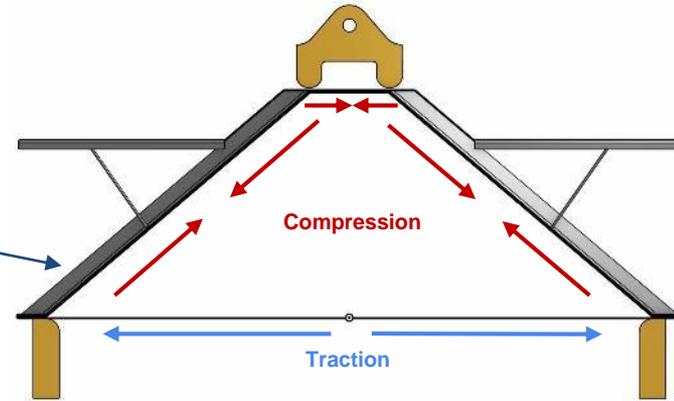
Choix d'une section en Oméga pour éviter le flambement

Choix d'une co-cuisson du trapèze principal pour limiter les faiblesses d'un assemblage

Choix d'un tablier sur 2 niveaux pour se reprendre sur les piles

Bords tombés sur le tablier pour augmenter la rigidité

Bandes de reprise en traction à 0° co-cuites dans le trapèze

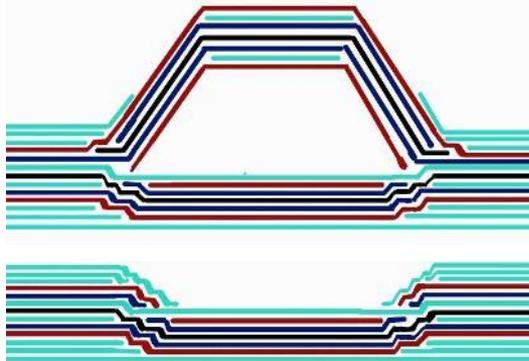


# Conception

Développement d'une séquence d'empilement cohérente à l'aide d'un pré-dimensionnement à la main et d'un modèle numérique sur ABAQUS

## Stacking

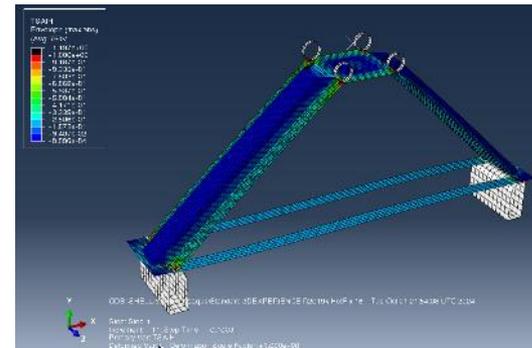
- Empilements symétriques en tout point
- Prise en compte d'une co-cuisson (plis continus)
- Zones de passages d'efforts : plis à 0°



- 0°
- 45°
- 135°
- 90°

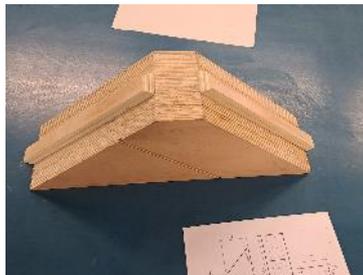
## Modèle numérique

- Modélisation du pont et de l'outillage en SHELL
- Visualisation des contraintes/déplacements
- Utilisation du critère de TSAI-HILL
- Identification des zones de ruptures probables



**Prévisionnel théorique : Masse : 468 g – Effort à rupture : 40 000 N – Tenue spécifique : 85,47 N/g**

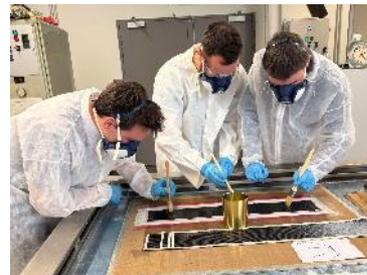
# Fabrication



1) Fabrication des moules



2) Découpe des plis



3) Drapage du trapèze  
**(co-cuisson de l'ensemble)**



4) Mise sous vide + cycle  
en étuve



5) Démoulage + découpe  
& ponçage

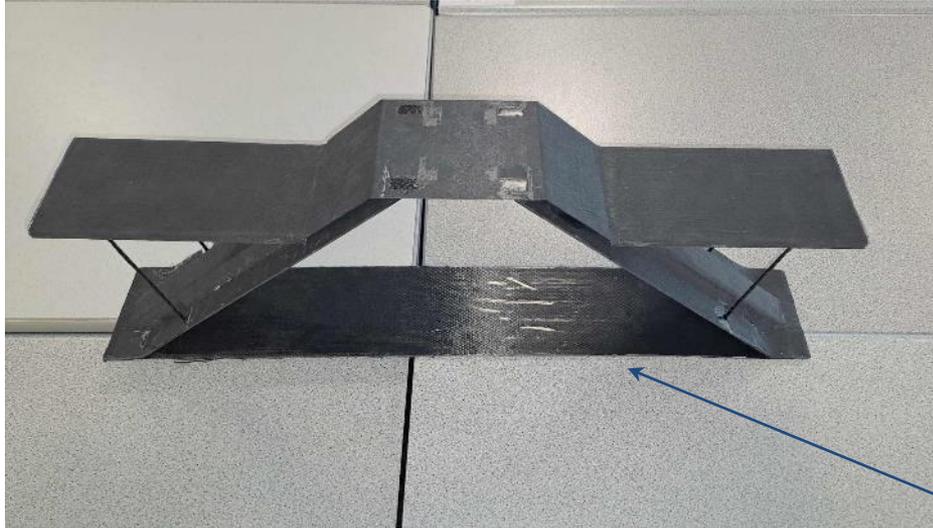


6) Fabrication du tablier  
(mêmes étapes)



7) Fabrication des tresses  
et assemblage

# Bilan final et prévisions



- Masse : **468g**
- Effort à rupture : **30 000 N**  
(coefficient de sécurité de 1,5)
- Tenue spécifique : **64 N/g**

Plaque à la place des bandes  
(adaptation lors de la fabrication)

Pont très proche du design initial après fabrication (dimensions et masses)

# Equipe de l'IUT de Bordeaux

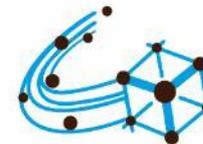
Département Science et Génie de Matériaux

## Matériaux Composites

**Présentation:** Luan CATTELIOT & Louis RIBES



université  
de **BORDEAUX**



Science et génie  
des matériaux

# Composition de l'équipe

---

4 Etudiants de BUT2 -Bachelor Universitaire de Technologie « Science & Génie des Matériaux » 2023/2024

Natéo ATLAN

Maël LE CHEVILLER

Louis RIBES

Lolie ROUSSEAU

## **Formation généraliste de technicien supérieur BAC+3 – Diplôme national**

- Propriétés, Mise en œuvre et Conception des Métaux, Polymères, Céramiques et Composites
- Approfondissement Diplôme Universitaire spécifique à Bordeaux:  
**Comportement des Structures et Matériaux Composites**

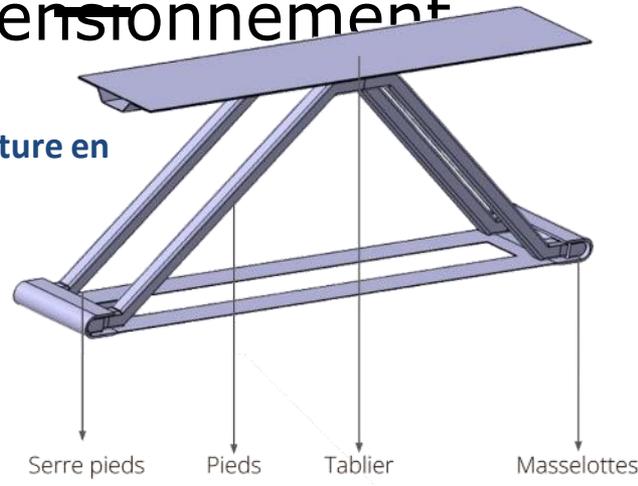
## **Formation ouverte en apprentissage**

- Sur 2 ans : BUT 2 et BUT3 – Entre 54 et 60 semaines en entreprise
- Sur 1 an : BUT3 – Entre 26 et 32 semaines en entreprise

→ contact: JC Wahl - [jean-christophe.wahl@u-bordeaux.fr](mailto:jean-christophe.wahl@u-bordeaux.fr)

# Concept/ Dimensionnement

## Architecture en treillis



## Principaux concepts / Evolutions

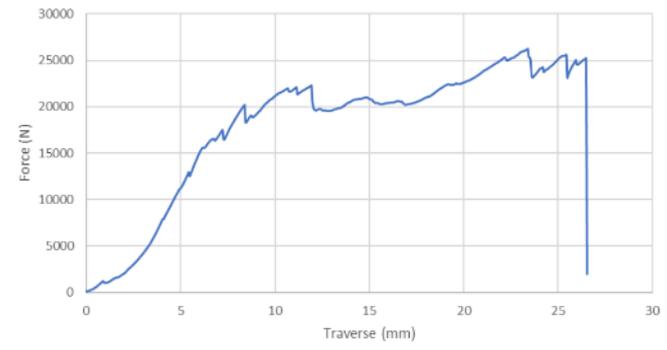


2 pieds drapés autour d'un polymère soluble à l'eau



Support inférieur qui entoure les pieds

## Essai sur prototype



Prévision de rupture: **22 000 N**  
Masse du Pont : **538 g**  
**Indice de Performance : 41 N/g**

# Mise en œuvre

## Organisation de la fabrication



Assemblage des différentes parties par collage

# Pont T



CHAOU Luis:  
Apprenti SIDEL

ANDRE Lény:  
Apprenti  
RENAULT Cléon

PERROT Alexi:  
Apprenti  
FLEXIFrance

RAAS Maxence:  
Apprenti  
LEGRAND



# Principe du Pont T

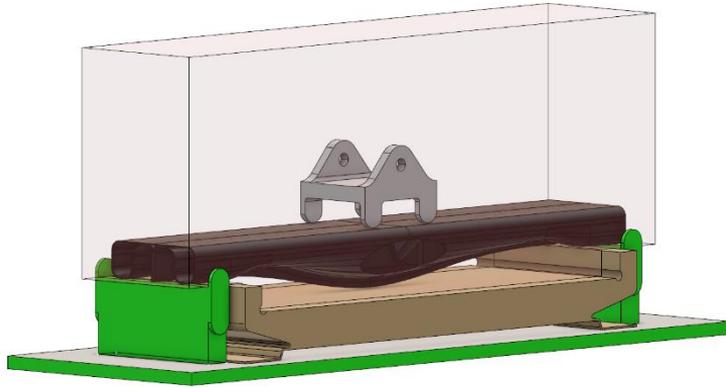
Amélioration du pont d'il y a 2 ans : (équerre rajoutée et collée)



Rupture au cisaillement d'une équerre de renfort puis perforation du tablier

- reconception des équerres
- utilisation du même outillage pour le tablier et impression 3D pour les noyaux

# CONCEPTION



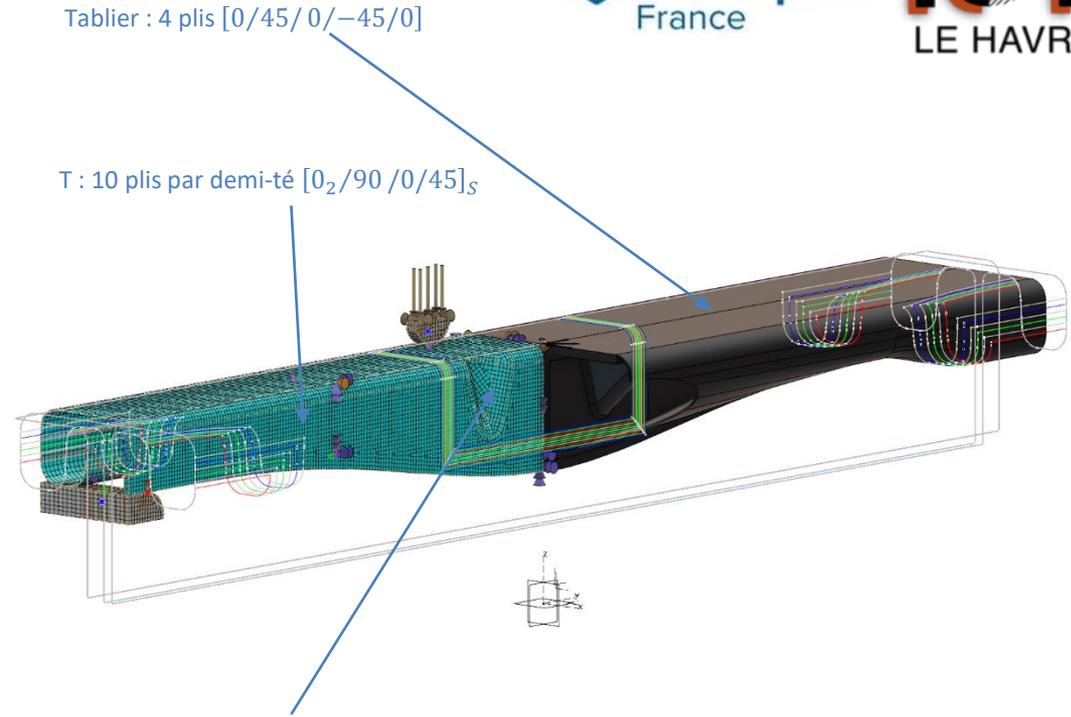
Pont en situation

## Structure du pont

- Poutre centrale en I
- Equerre au droit des roues
- Tablier englobant l'ensemble

Drापability des plis du tablier orienté  
à 0 degré

Masse calculée : 596g, Masse mesurée: 624g



Tablier : 4 plis  $[0/45/0/-45/0]$

T : 10 plis par demi-té  $[0_2/90/0/45]_S$

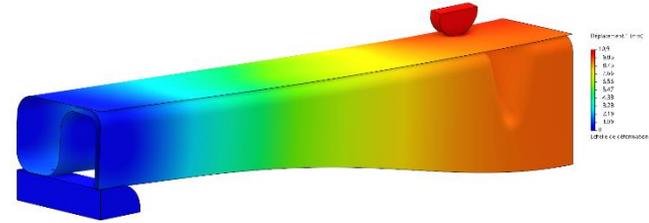
4 Equerres : 20 plis  
 $[0/45/90/0/90/-45/0/45/0/-45/0]_S$

Architecture du  
pont

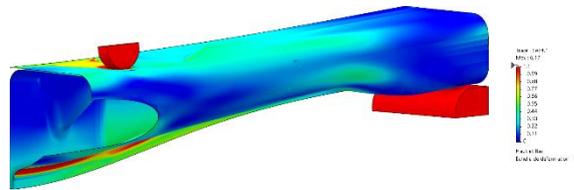
# SIMULATION : Force estimée 11 578N



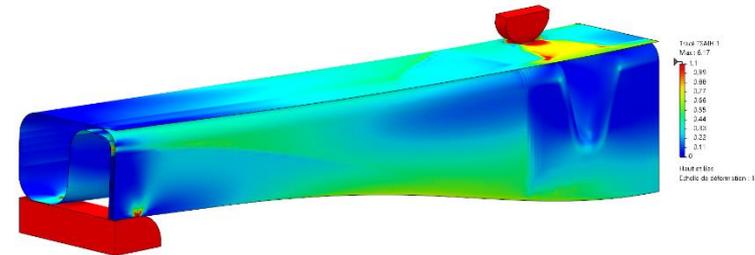
Maillage du quart de pont et vérification des épaisseurs locales



Déformation du pont pour un déplacement imposé de 20 mm



critère "Tsai-wu" pour un déplacement de 20mm.

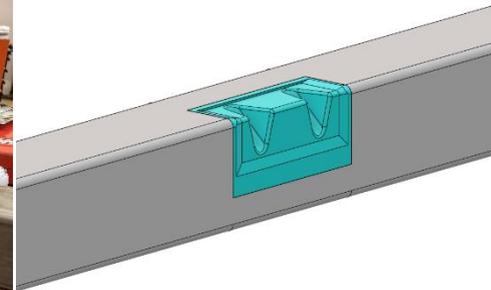
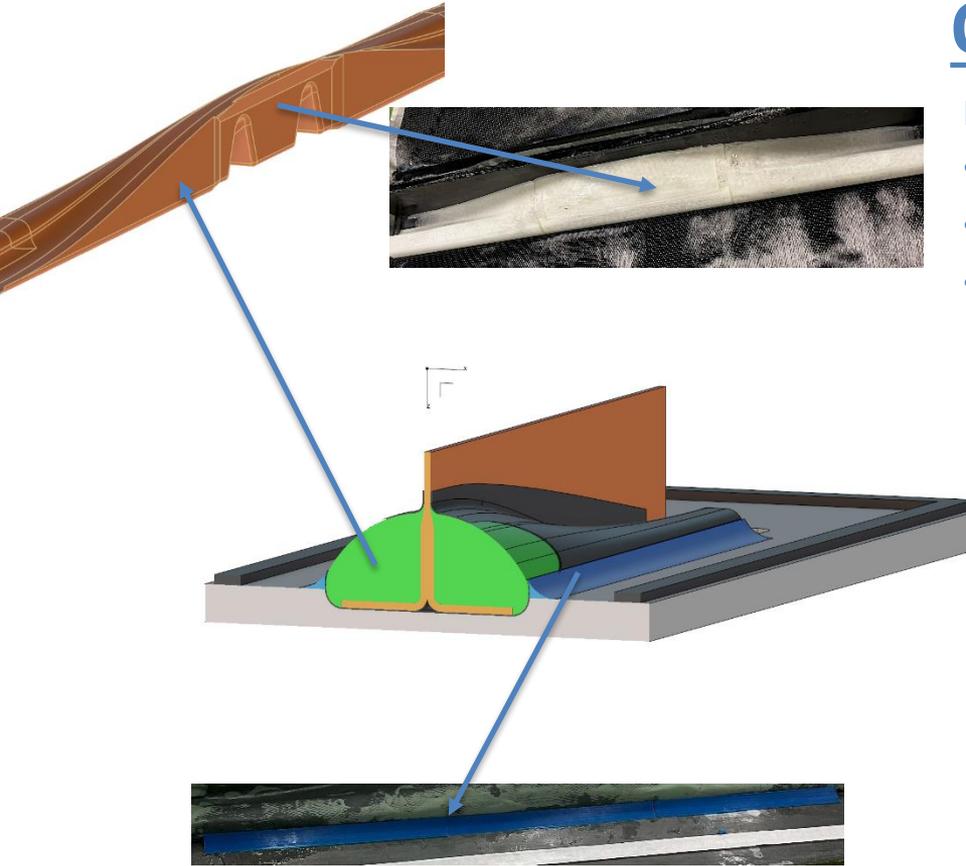


Répartition des contraintes dans chaque pli du tablier

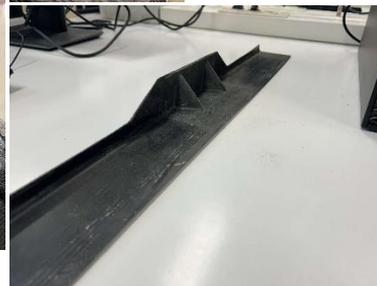
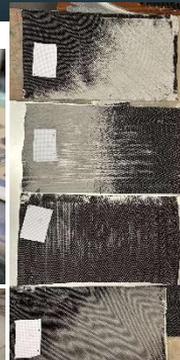
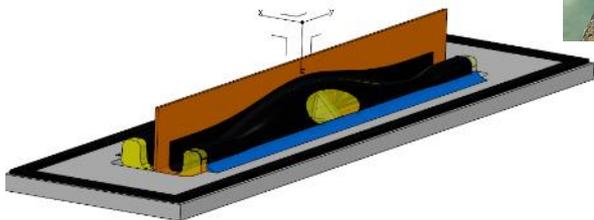
# Outillage:

Matériaux utilisés:

- -Acier
- -PVA: Polyvinyl Alcohol
- -PLA: Acide Polylactique



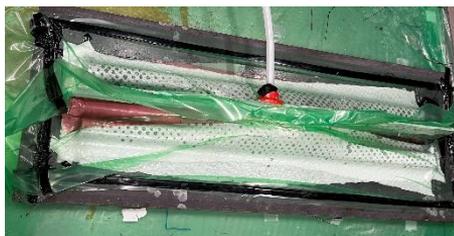
# RÉALISATION



Principe de moulage du tablier

Mise en position des noyaux par rapport au T

Moulage du tablier



# Concours Pont Composite – SAMPE IUT de Saint-Nazaire



La classe MP3 à l'IUT de Saint-Nazaire

Pierre Gabillaud et Roméo Guitry  
CASARI & Yuan WU

Encadrants : Pascal

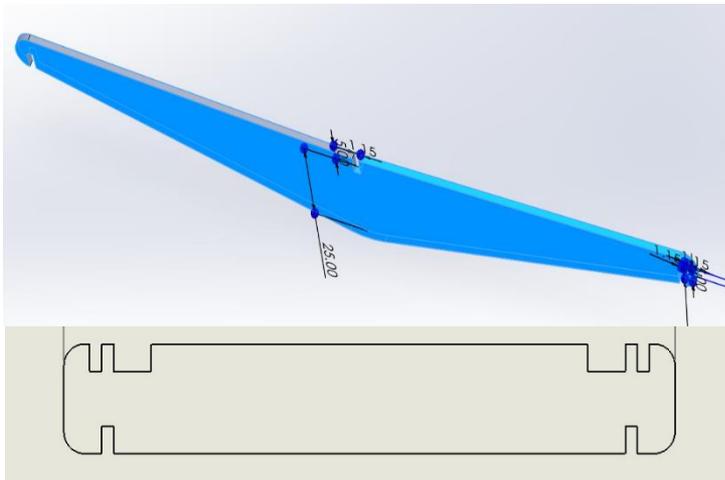
# Conception



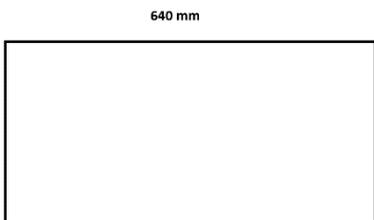
PONT AUTOPORTANT  
PAR LEONARD DE VINCI



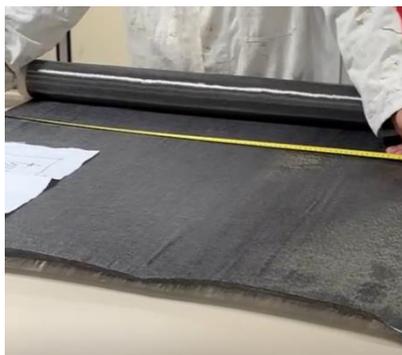
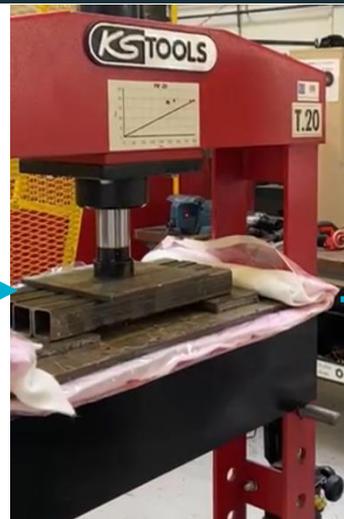
Pièces conçues avec :  **SOLIDWORKS**



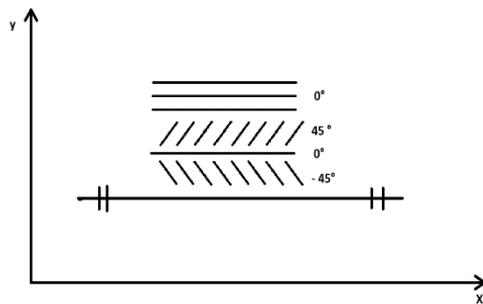
# Réalisation du stratifié



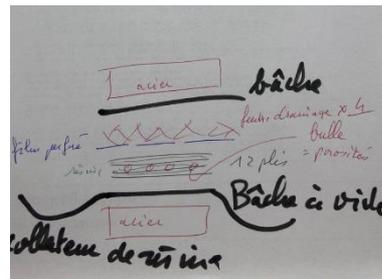
340 mm



Mesure et découpe des plis



Voie humide



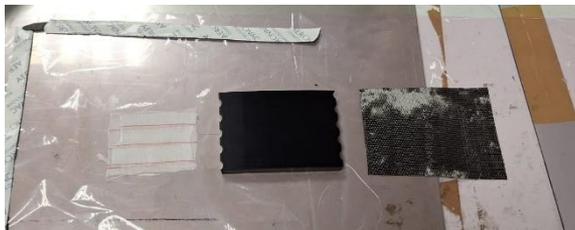
Consolidation sous presse

Découpe au jet d'eau  
(Protomax)  
Halle 6 Ouest Nantes



# Fabrication et résultats attendus

## Réalisation du tablier



Gabarit en impression 3D



Mise sous-vide



Découpe et ponçage



## Performances attendues :

- Masse : 227,17 g
- Effort maximum : 2271,7 N
- Résistance estimée : **10 N/g**

# Concours SAMPE France

FABRICATION D'UN  
PONT EN COMPOSITE

---



# Fabrication



Découpe des fibres



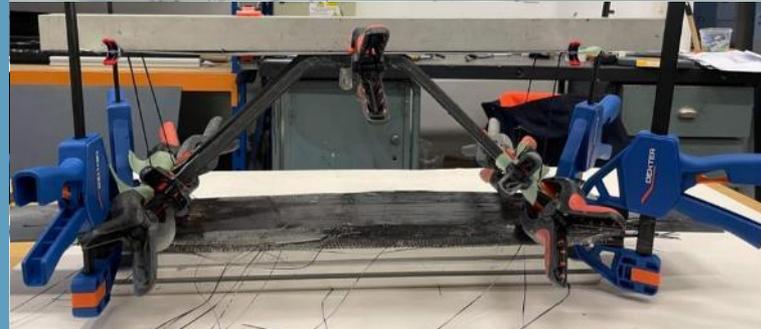
Moulage au contact du tablier



Polimérisation des raidisseurs à l'ambiante

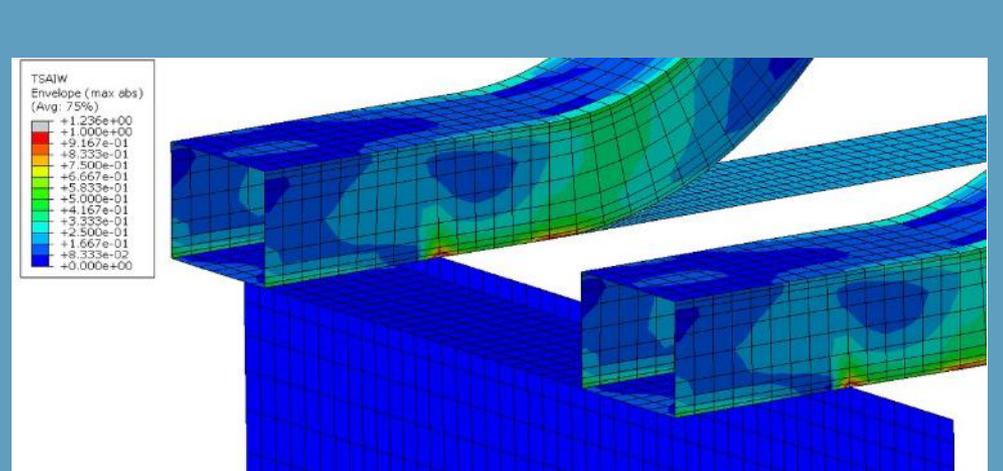
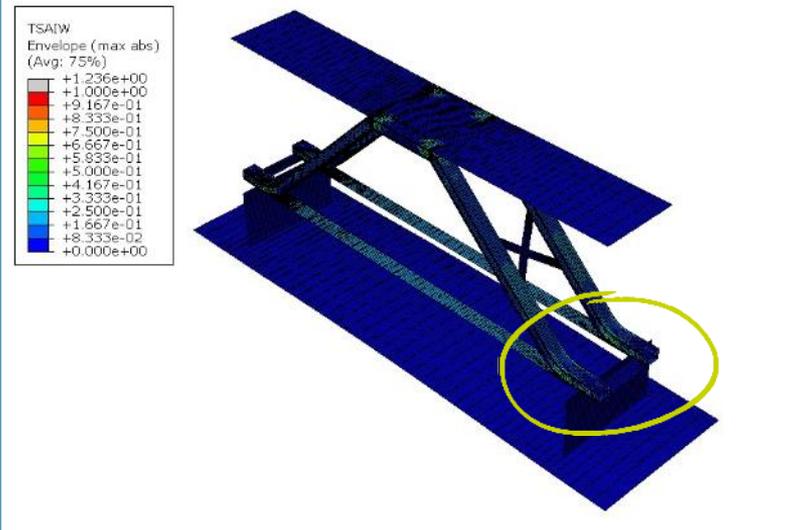


Infusion des arches



Assemblage du pont

# Simulations



Analyse du critère de Tsai-Wu

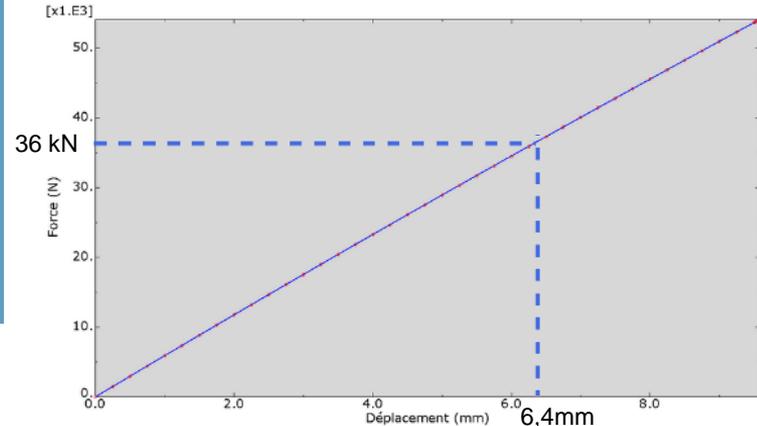
# Résultats attendus

Poids : 707g

Chargement à rupture attendu : 36 kN

Performance visée : 51 N/g

Assemblage final



Courbe force - déplacement  
obtenue lors de la simulation

Concours pont composite  
SAMPE FRANCE  
Le Havre 28 Nov 2024



*Lycée Saint-Exupéry*

Blagnac



**Étudiants:**

- LAPEYRE Mathias
- GASSANT Michael
- YOU-BERNARD Maceo

**Encadrants:** - ZIANI

- JUANICO

# Pont à arc métallique



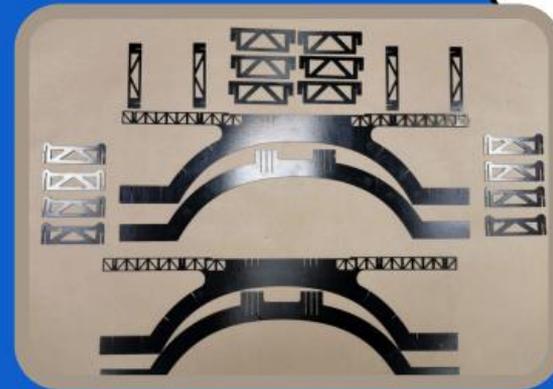
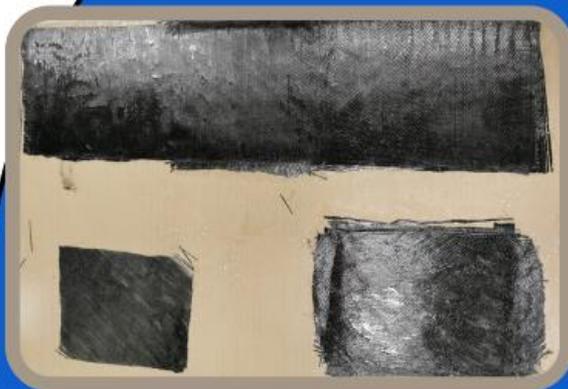
Treillis



A tablier porté

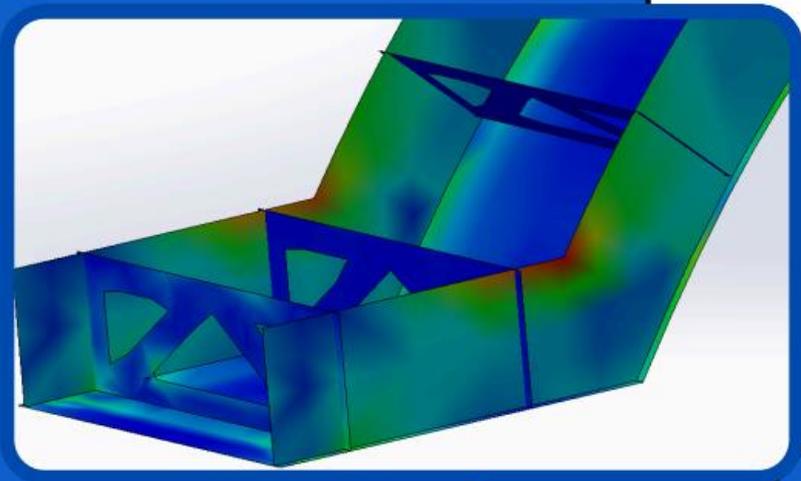
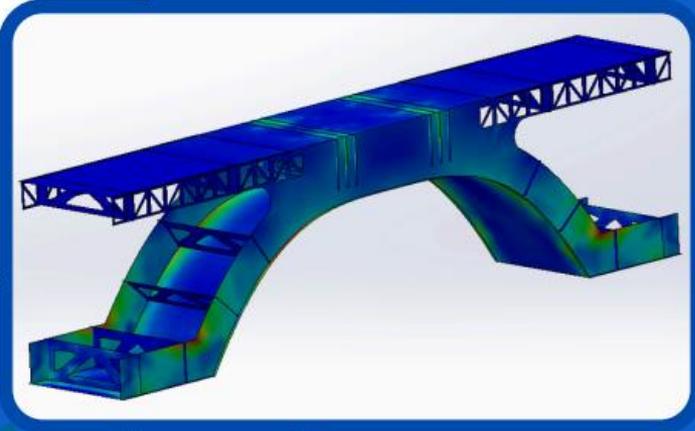


# Etapes de fabrication





- masse : 449 g
- force max : 5 000 N
- 11,14 N/g



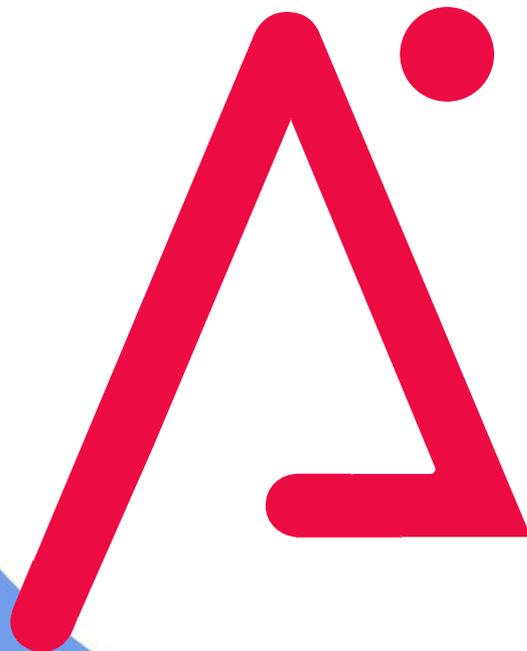


# CONCOURS PONT COMPOSITE

Etudiants en dernière année d'ingénieur en alternance,  
Spécialité plasturgie et matériaux composites

Présentation du Pont **Minimaliste** par :  
Antoine Huscenot, Eléna Hurault et Louise Guymard

Encadrants : Biled Miled, Julien Danno



## Résistance :

- Résistance spécifique :  $\approx 3,7\text{N/g}$
- Charge théorique maximum :  $\approx 2\text{kN}$
- Pratique : à évaluer en direct

## Poids :

- Théorique : 630g  
(longueur 70cm)
- Pratique : 549,5g  
(longueur 64,8cm)

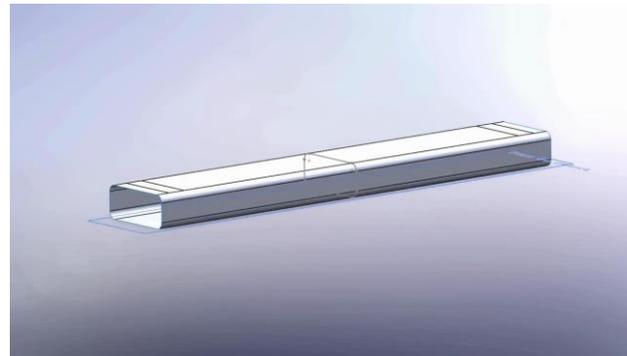
## Dimensions (mm)

- Longueur : 648
- Largeur : 106
- Hauteur : 43,5
- Epaisseur : 2,08

## Proportion fibre - résine :

- Théorique : 60/40%
- Pratique : 70/30%

# SIMULATION



FORCE APPLIQUÉE 10KN AU TOTAL - DÉFORMATION EN Y

## Objectifs de conception :

- Design simple à mettre en œuvre.  
(sans collage, sans angles vifs)
- Se rapprocher d'un design avec une «âme» (ici laissée vide).
- Alternier les orientations des fibres tout en assurant leur continuité pour une meilleure performance mécanique.



# Conception

# Fabrication

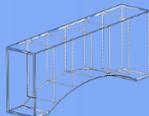
Avril 2024  
Présélection  
en interne

Sept-Nov 2024  
Réception du  
matériels

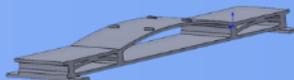
Comparaison  
sur solidworks  
- licence étudiante -

Simplification du  
design avant de  
passer à l'atelier

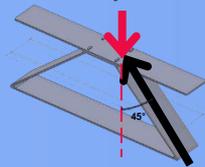
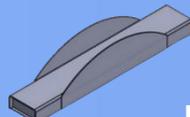
## Divers design



- Hauteur
- Parois de coques
- Nervures ou non



- Arches et arrondis



- Angles à 45° par rapport à l'axe de compression

## Freeze du design



1

Fabrication du moule (polystyrène) entouré de bâche (résistance 204°C) et préparation des consommables

2

Découpe des plis - fibre de carbone



3

Imprégnation et dépose des 13 couches



4

Mise sous vide et passage en étuve à 55°C



## Autoformation

- Abaqus
- SolidWorks (surfaique, simulation composite)
- Procédés composites

Maquette en 3D, ABS  
- investigation design -

## Simulation des plis



13 plis

- Plis 0°
- Plis 90°
- Plis 45°
- Plis 22.5°

# DE LA CONCEPTION A LA REALISATION



# Le PonPont



Masse : 480 g

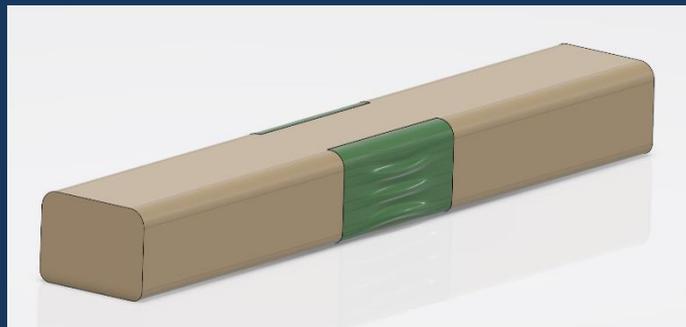
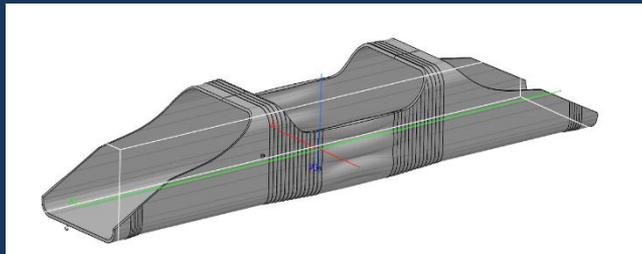
Tenue spécifique : 50 N/g

# Amélioration du pont de l'année dernière dernière :



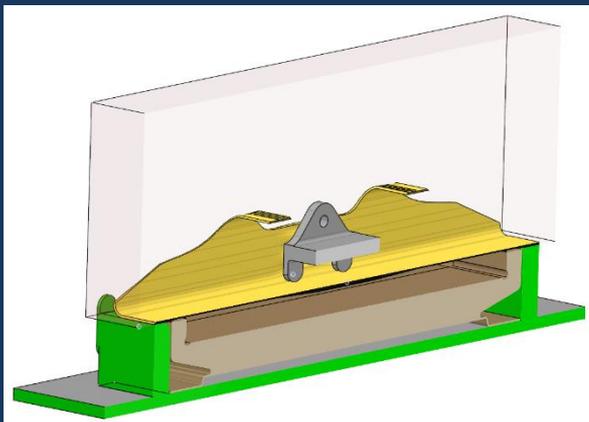
- Remplacement du sandwich centrale à base de feutre par une forme ondulée donnée par un renfort imprimé en 3D
- Correction d'un excès d'enlèvement de matière
- Changement de design au niveau des arceaux

# CONCEPTION :



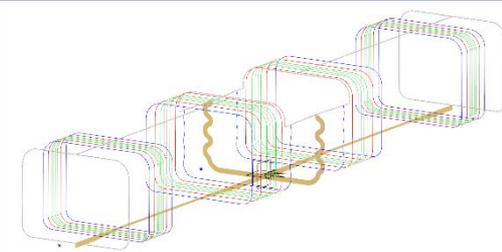
Renfort  
centrale inséré  
dans le pain  
de mousse

Architecture du  
pont



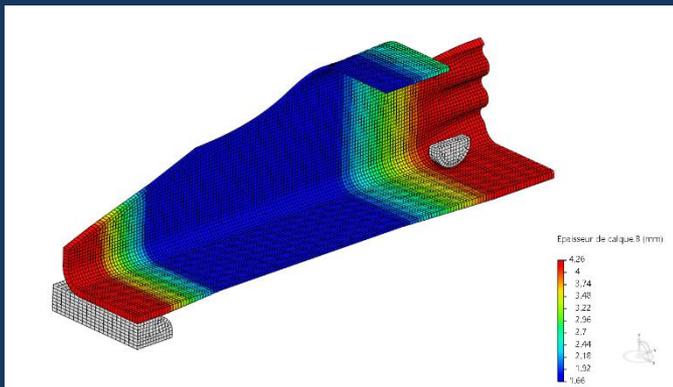
pont en situation

	Séquence	Matériau	Rosette	C1	C5	C9	C3	C7
1	seq.1	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0	0	0
2	seq.2	G947_CR122	Rosette.1	45	45	45	45	45
3	seq.3	G947_CR122	Rosette.1	90	90	90		
4	seq.4	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0	0	0
5	seq.5	G947_CR122	Rosette.1	90	90	90		
6	seq.6	G947_CR122	Rosette.1	-45	-45	-45	-45	-45
7	seq.7	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
8	seq.9	G947_CR122	Rosette.1	45	45	45		
9	seq.10	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
10	seq.11	G947_CR122	Rosette.1	-45	-45	-45		
11	seq.12	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
12	seq.13	G947_CR122	Rosette.1	90	90	90	90	90
13	seq.14	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
14	seq.15	G947_CR122	Rosette.1	-45	-45	-45		
15	seq.16	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
16	seq.17	G947_CR122	Rosette.1	45	45	45		
17	seq.19	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0		
18	seq.20	G947_CR122	Rosette.1	-45	-45	-45	-45	-45
19	seq.21	G947_CR122	Rosette.1	90	90	90		
20	seq.22	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0	0	0
21	seq.23	G947_CR122	Rosette.1	90	90	90		
22	seq.24	G947_CR122	Rosette.1	45	45	45	45	45
23	seq.25	G947_CR122	Rosette.1	0	0	0	0	0

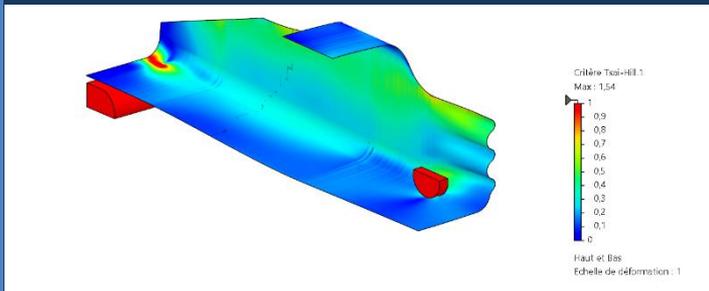


48 plis de  
carbones  
ordonnés  
dans un ordre  
précis

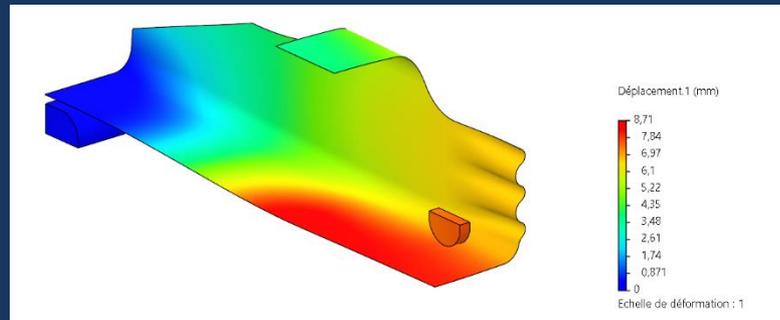
# SIMULATION :



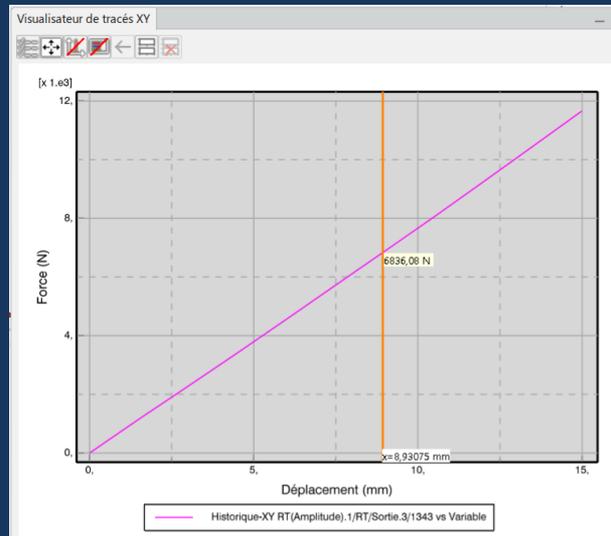
Maillage du quart de pont et vérification des épaisseurs locales



critère "Tsai-Hill" pour un déplacement de 10mm.



Déformation du pont pour un déplacement imposé de 10 mm



Graphique du déplacement en fonction de la force appliquée

# RÉALISATION :



Réalisation du  
pain de mousse  
avec les inserts  
centraux +  
ponçage



Découpe des  
plis de carbone



moulage du  
tablier



Enlèvement  
de la mousse  
+ découpe de  
la forme

## Le prix spécial du Jury 2024

**Lycée Saint Exupéry – BLAGNAC**



# Vainqueur Concours ponts 2024

## Tenue structurale

