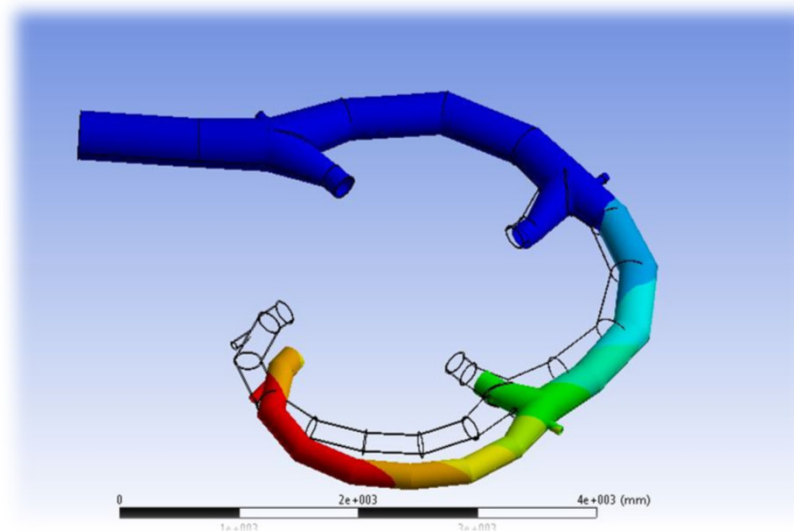


# Etude structurelle d'une bêteche et d'un répartiteur de turbine Pelton



Prof. Laurent Rapillard  
Groupe Hydroélectricité  
& Groupe Conception mécanique

 **Jacquier & Luisier SA**  
Atelier mécanique

**telisa**

# Contexte

## Concept général

Conception d'une installation de turbine de Pelton adaptée à la mini-hydraulique développé par l'entreprise Jacquier-Luisier SA en partenariat avec Telsa SA.



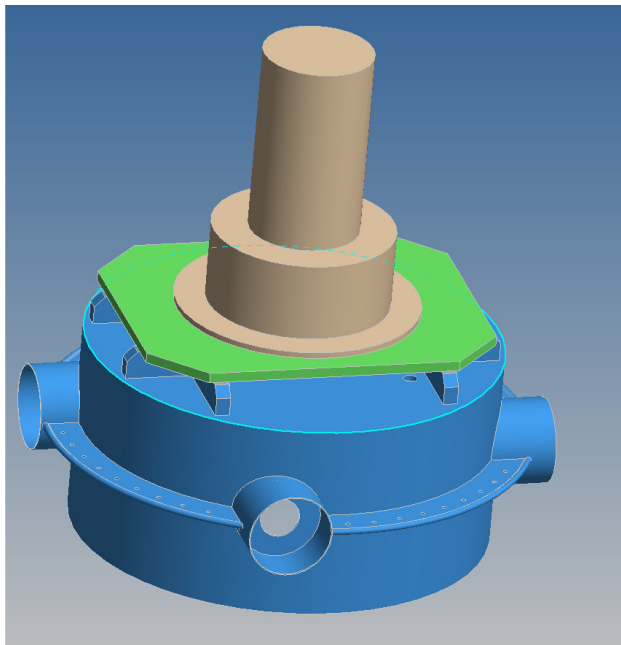
**Jacquier & Luisier SA**  
Atelier mécanique

**telsa**

## Mandat effectué par la HES

- Etude de la résistance aux efforts statiques de la bête (Gehäuse)
- Analyse modale de la bête
- Analyse statique du répartiteur (Verteiler)

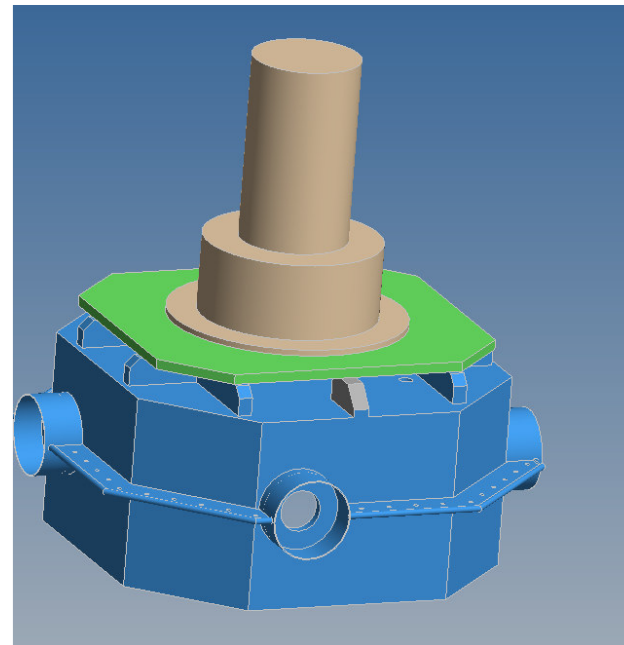
## Contexte: Bâche/Gehäuse



Bâche ronde

?

||

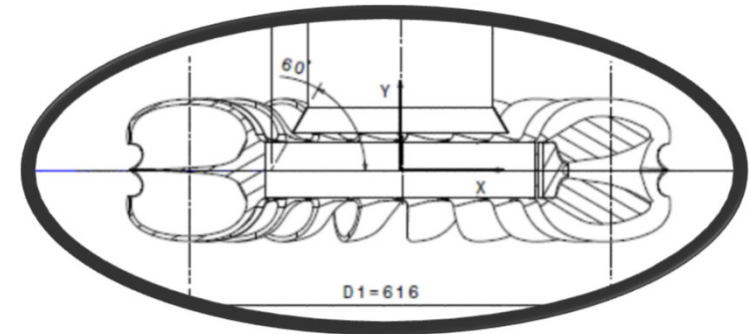


Bâche octogonale

# Contexte

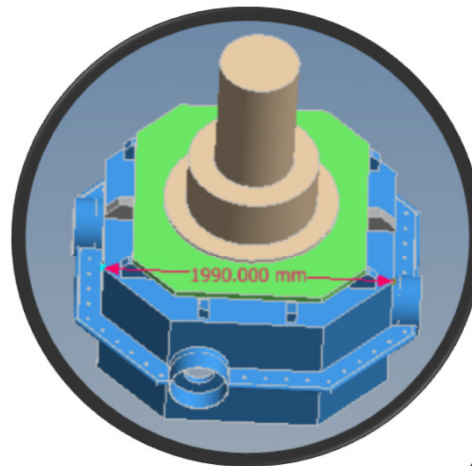
## Turbine Pelton

Puissance: 650kW,  
Chute nette: 133m (pression d'essai: 21bar)  
Débit: 0.55m<sup>3</sup>/s,  
D<sub>ext</sub> de la roue : 800mm



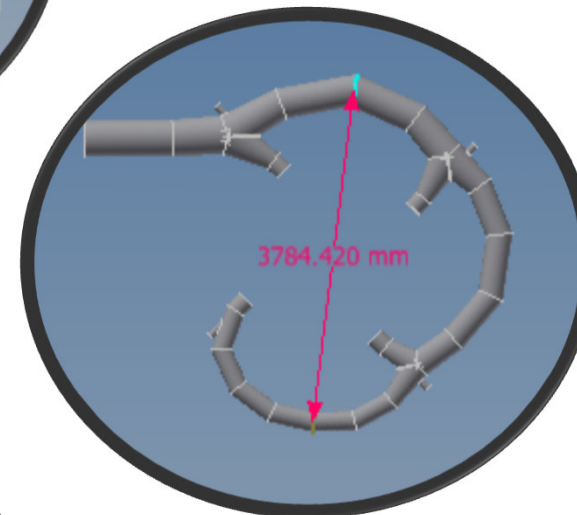
## Bâche/Gehäuse

Forme octogonale



## Répartiteur/Verteiler

D<sub>entrée</sub>: 400mm  
D<sub>final</sub>: 200mm



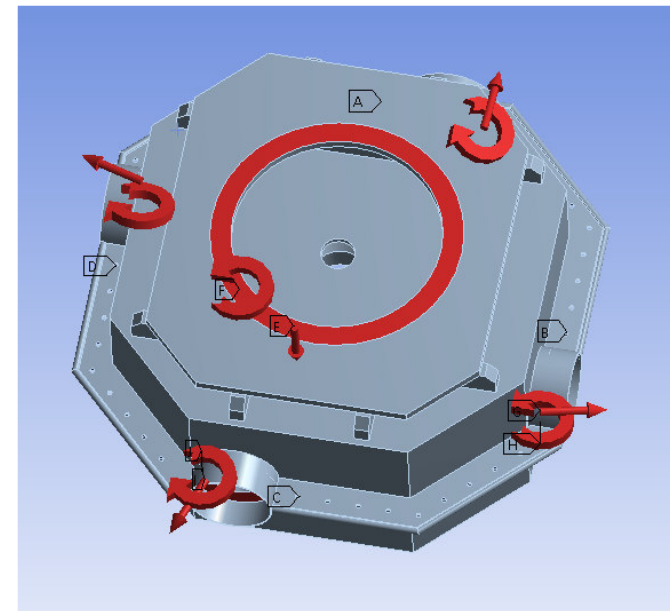
## Etude statique de la bête: Conditions aux limites

### Fixation

- Contact avec fer à bétons: points fixes (A-D)
- Le béton contact avec le béton : libre
- Les quatre pieds d'appui: libre  
(Modèle conservatif)

### Efforts

- Poids du générateur : 39'000N.
- Couple de court-circuit : 59'400Nm (cas accidentel).
- Force d'injection: 13-60kN
- Moment injecteur: 1 et 5 kNm



Remarque: couple nominale : 9'850Nm << couple de court-circuit

# Validation du modèle avec poids propre du générateur

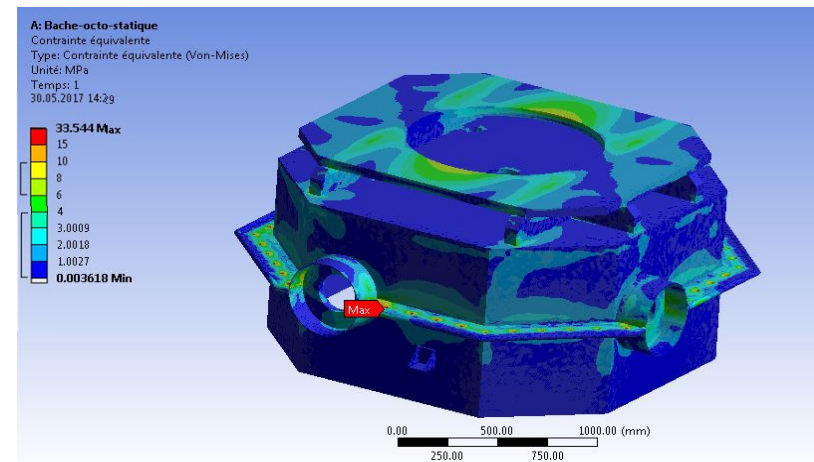
## Analytique

$$q = \frac{39000}{1200} 32.5 \text{ N/m m}$$

$$M = \frac{ql^2}{12} = \frac{32.5 \cdot 1070^2}{12} = 3.1E6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{My}{I_z} = \frac{3.1E6 \cdot 25}{6.25E6} = 12.4 \text{ MPa}$$

## Numérique

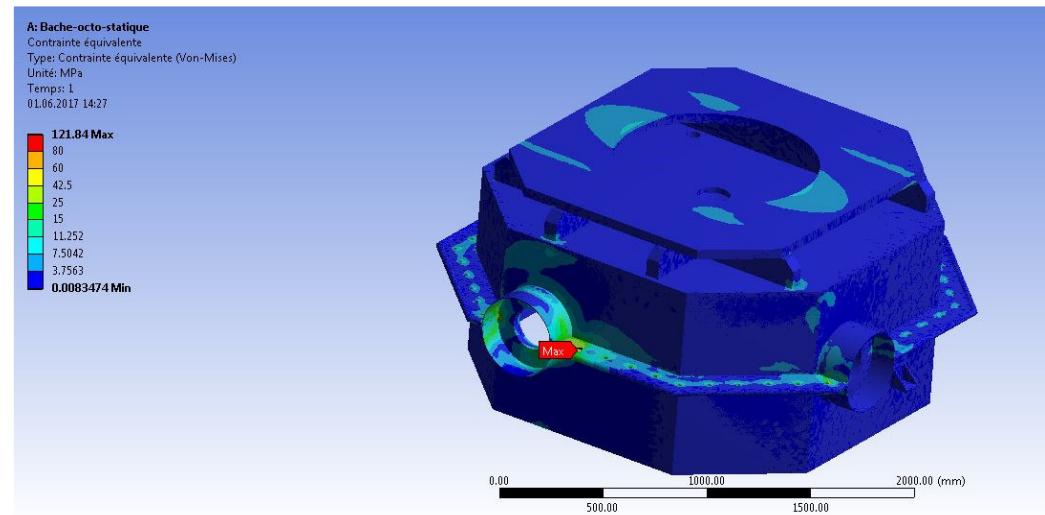


Résultats simulations fonctionnement normal: 7MPa

Modèle validé!

**Remarque:** d'autres calculs non présentés ici ont également permis la validation.

## Résultats de l'analyse statique



Résultats simulations fonctionnement en cas de court-circuit: 122MPa

Contraintes acceptables pour un cas statique!

# Analyse modale de la bête

## Fixation

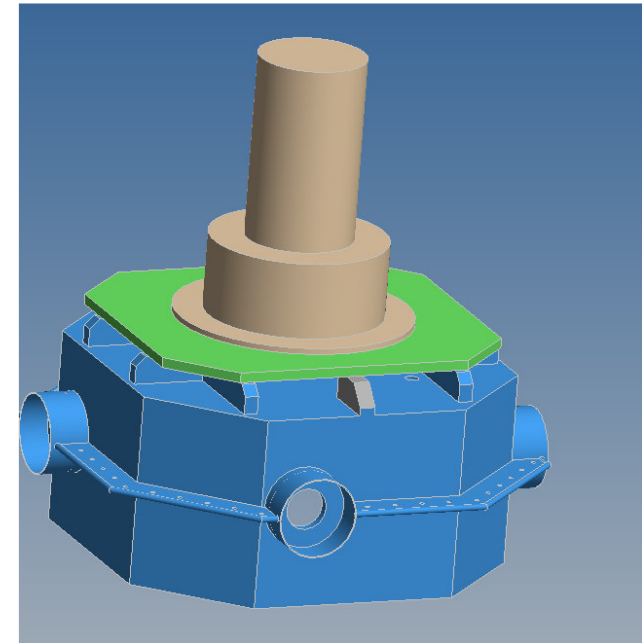
Identique au calcul statique

## Efforts

Couple et force sans influence

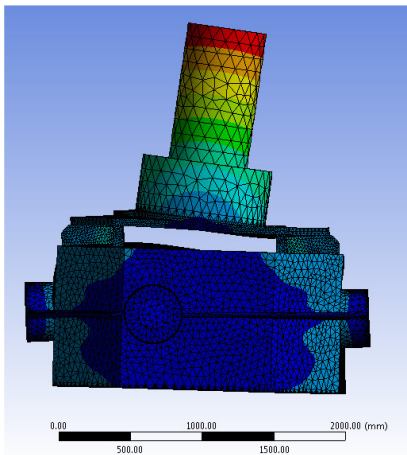
## Masse:

Générateur modélisé par un cylindre de masse identique avec centre de masse et inertie respectant les valeurs réelles

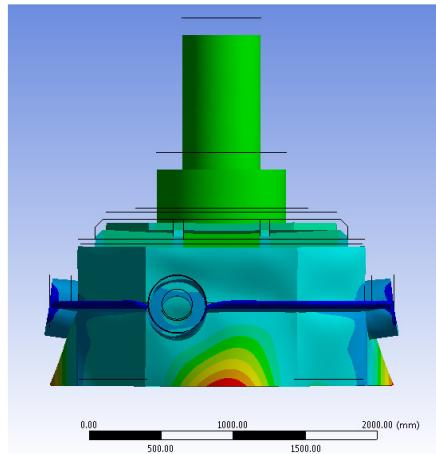




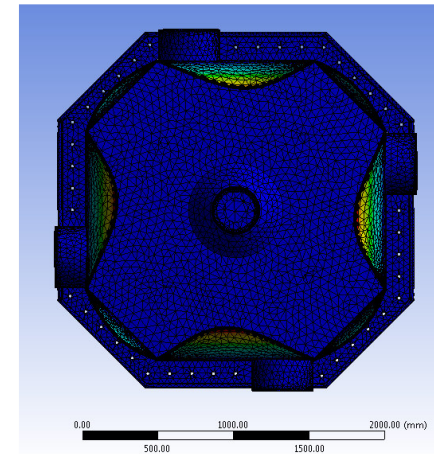
## Analyse modale de la bête



Mode 1-2



Mode 3



Mode 4

Bête	Fréquence mode 1 [Hz]	Fréquence mode 1 [Hz]	Fréquence mode 3 [Hz]	Fréquence mode 4 [Hz]
Circulaire	45	47	70	116
Octogonale	49	51	75	100

- Mêmes modes avec des légères variations de la fréquence
- Fréquences propres proches de multiple de 50Hz
- Une proposition de rigidification de la plaque supportant le générateur

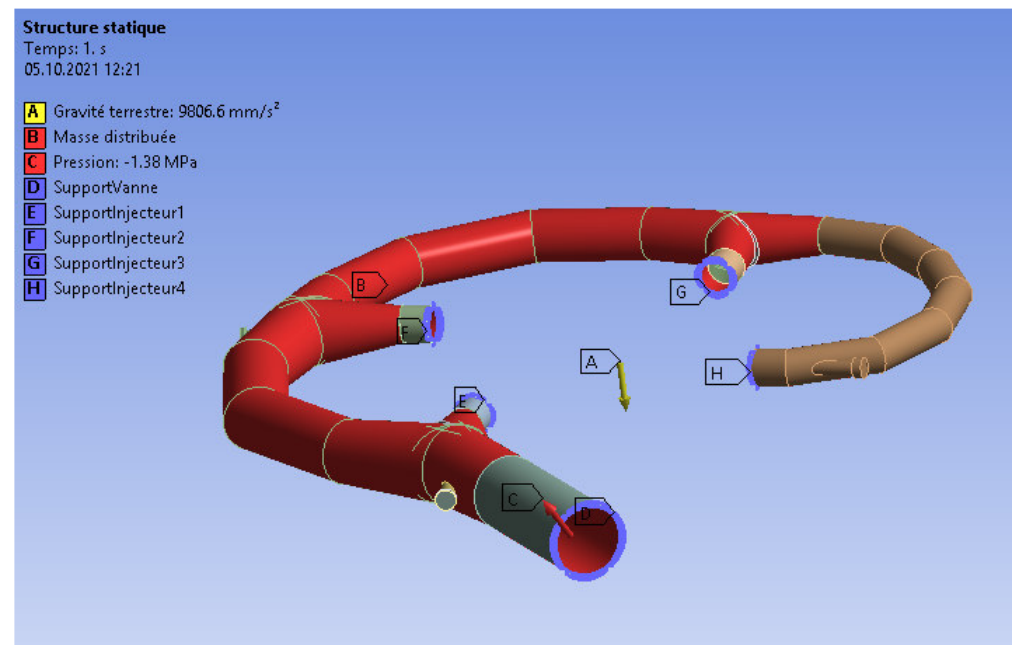
# Analyse statique du répartiteur

## Fixation

Vanne et zone d'injection fixe

## Efforts

- Gravité
  - Poids-propre
  - Pression: 21bar et 13.8 bar
- (Forces dynamiques négligeables en comparaison des forces de pression car vitesses faibles)

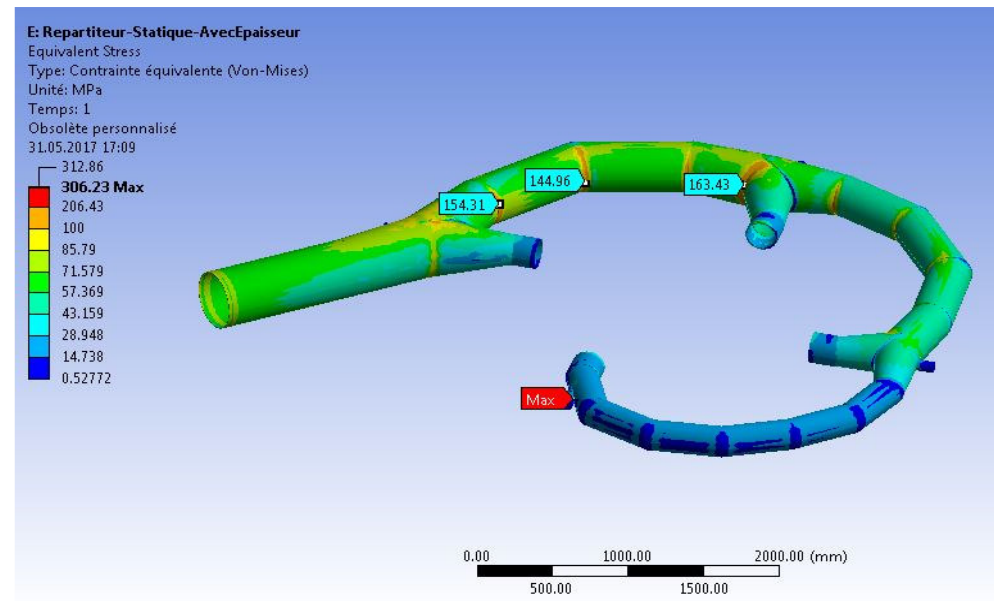


## Analyse statique du répartiteur

### Résultats:

- Contraintes dans le tuyau élevées au niveau des changements de direction
- Efforts sur les points de fixation très importante au niveau des injecteurs:

Force > 60kN; M > 5 kNm



Contraintes dans le répartiteur pour une pression de 21 bar

### Conclusions

Dans ce cas nous ne voyons pas la nécessité de noyer le répartiteur dans une structure génie civile en béton mais l'ajout des brides permettant des points de fixation intermédiaires du répartiteur est nécessaire. Ces brides ont été directement fixées sur la bête.

## Remerciements

- **Jacquier-Luisier SA**  
**Atelier Mécanique**
- **Jean Decaix, adjoint scientifique**  
**HEI**

## Questions

