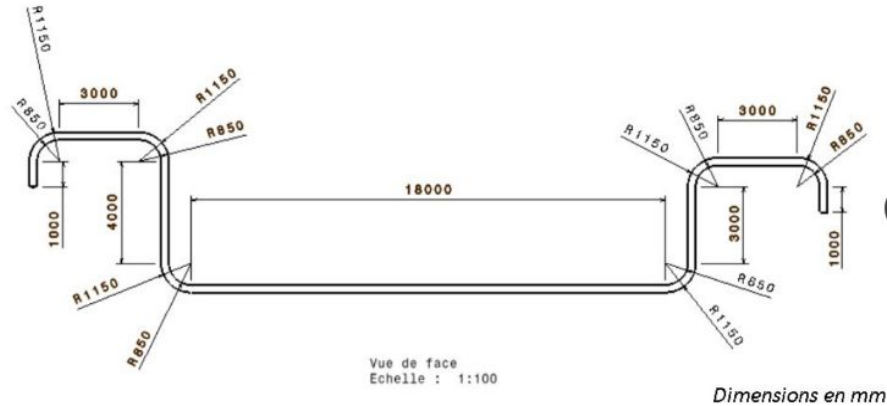


# Mini-projet MQ06

## Conduite sous-marine

# Prise de connaissance du sujet



Dimensions en mm

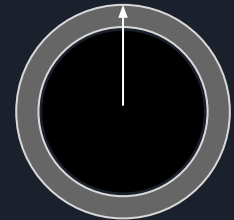
## Chargements

- Poids de la structure
- Poids du pétrole
- Pression hydrostatique (1500 mètre sous la surface)  $\sim 15\text{MPa}$
- Pression interne 10 Pa
- Force horizontale à l'extrémité droite (induisant un déplacement de -1m)

## Conditions limites

- Liaison rigide à gauche
- Blocage verticale à droite
- Déplacement horizontal de -1m à droite

$R=140\text{ mm}$



$e=20\text{ mm}$



# Choix de modélisation

- **Type d'élément**

- Structure à 1D : ligne médiane, constituée de poutres épaisses avec phénomènes sur l'épaisseur (pipe31). Minimum 2000 mm de longueur pour un diamètre de 240 mm
- Structure à 2D: surface médiane des tubes (épaisseur faible), constituée de coques (éléments quadrangles)

- **Liaisons**

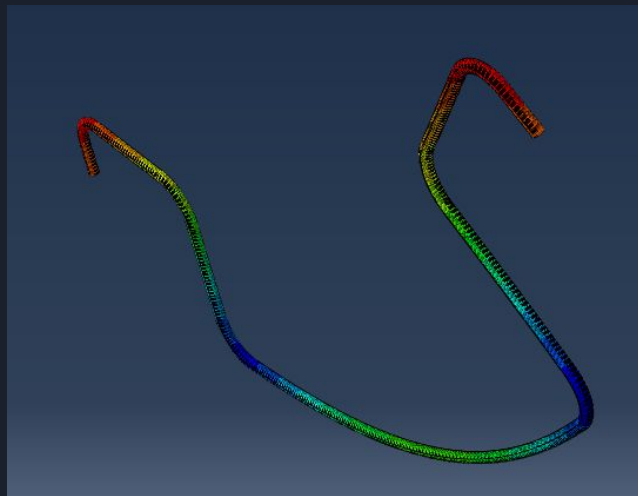
- Gauche : Encastrement  $U1=U2=U3=UR1=UR2=UR3=0$
- Droite : Appui ponctuelle + déplacement  $U1= -1000, U2=0$

- **Chargements**

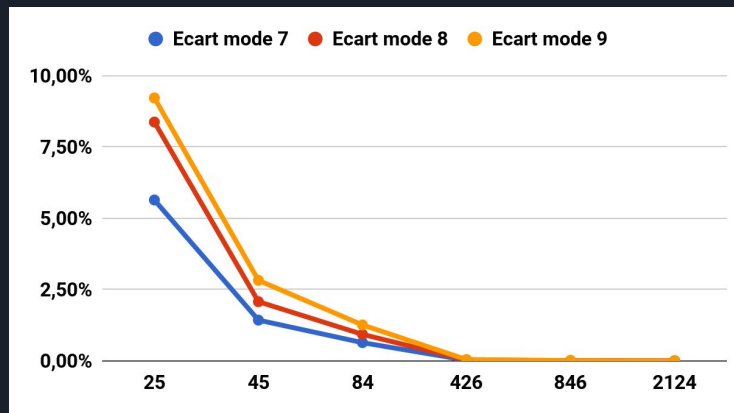
- Poids : calcul d'une masse volumique équivalente acier + pétrole  $\rho=10,043T/mm^3$   
-> gravity
- Pression considéré comme uniforme à 14,5 MPa (la différence de dénivelée implique normalement une différence de 0,6 MPa)  
-> pressure (coque); pipe pressure (poutre)

# Analyse vibratoire - Libre libre

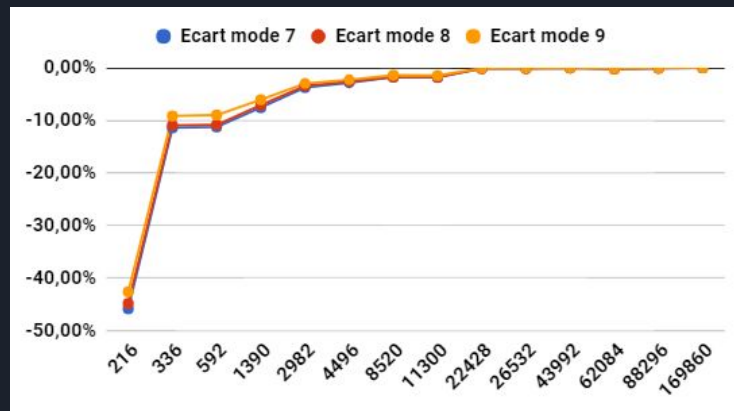
Déformée du mode 7, modèle coque



Poutre : convergence  
des 3 premiers modes



Coque : convergence  
des 3 premiers modes

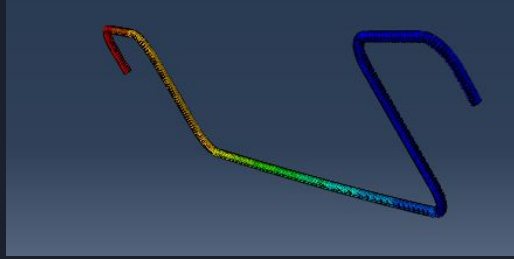


# Analyse vibratoire - Libre libre

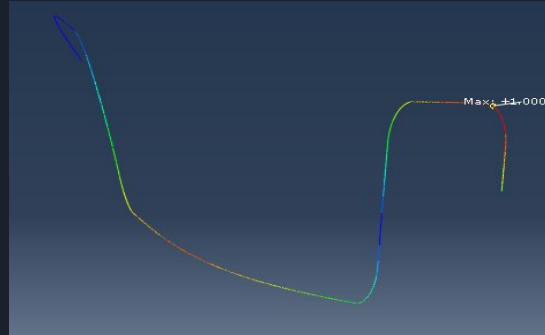
Fréquence propre	7	8	9
Coque	1,0643	2,3308	2,5718
Poutre	1,0835	2,3734	2,6784
Ecart	1,77%	1,79%	3,97%

Mode propre	7	8	9
Coque	44,72	214,47	261,11
Poutre	46,346	222,38	283,22
Ecart	3,51%	3,55%	7,81%

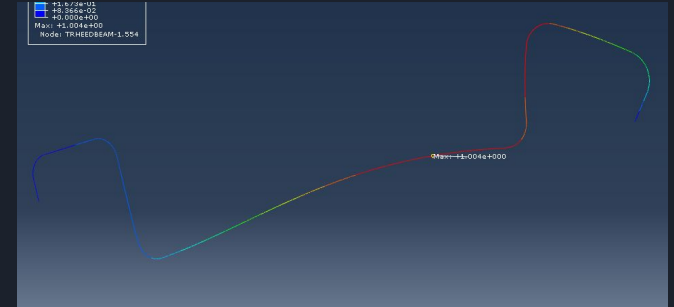
# Analyse vibratoire - Libre libre



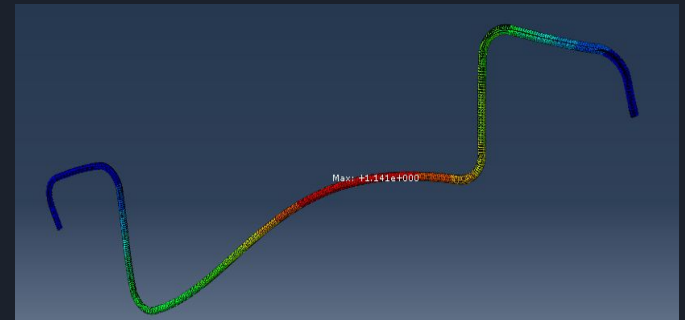
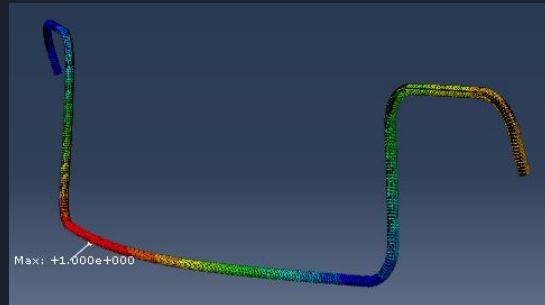
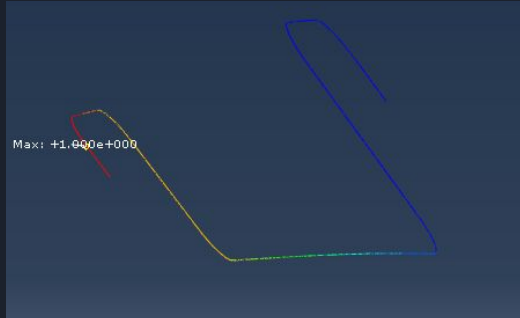
Mode 1



Mode 2

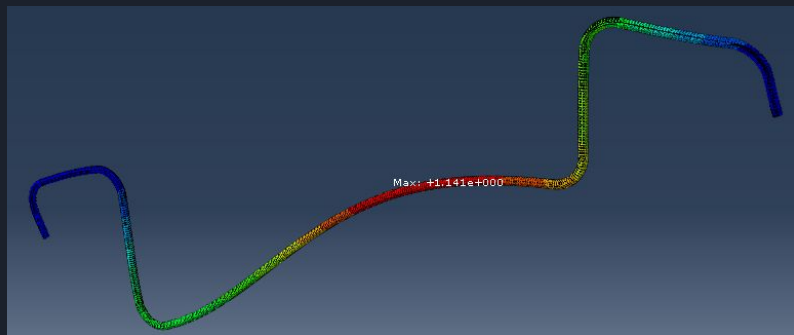


Mode 3

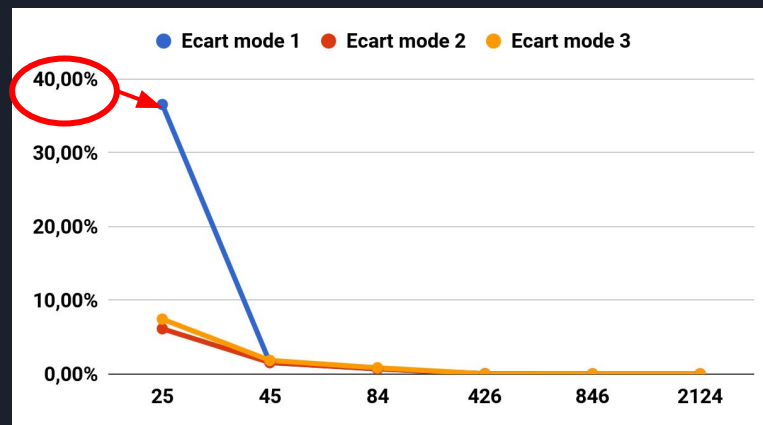


# Analyse vibratoire - Libre

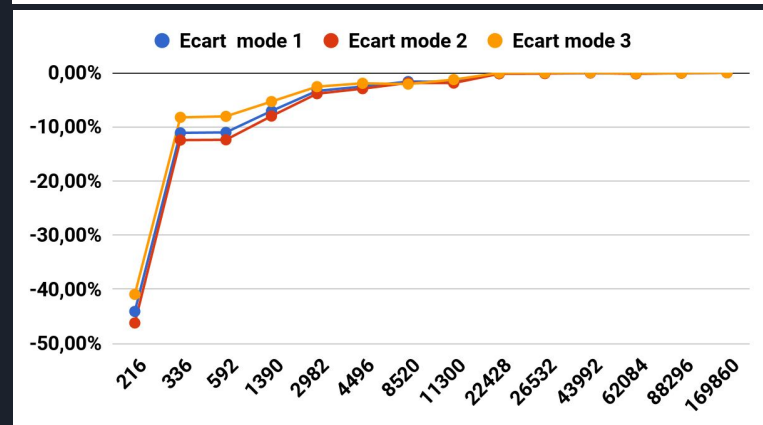
Déformée du mode 3, modèle coque



Poutre : convergence  
des 3 premiers modes



Coque : convergence  
des 3 premiers modes



# Analyse vibratoire - Libre

Fréquence propre	1	2	3
Coque	0,25679	1,2639	2,3863
Poutre	0,17352	0,83632	1,4158

Mode propre	1	2	3
Coque	2,6033	63,068	224,81
Poutre	1,1886	27,612	79,131

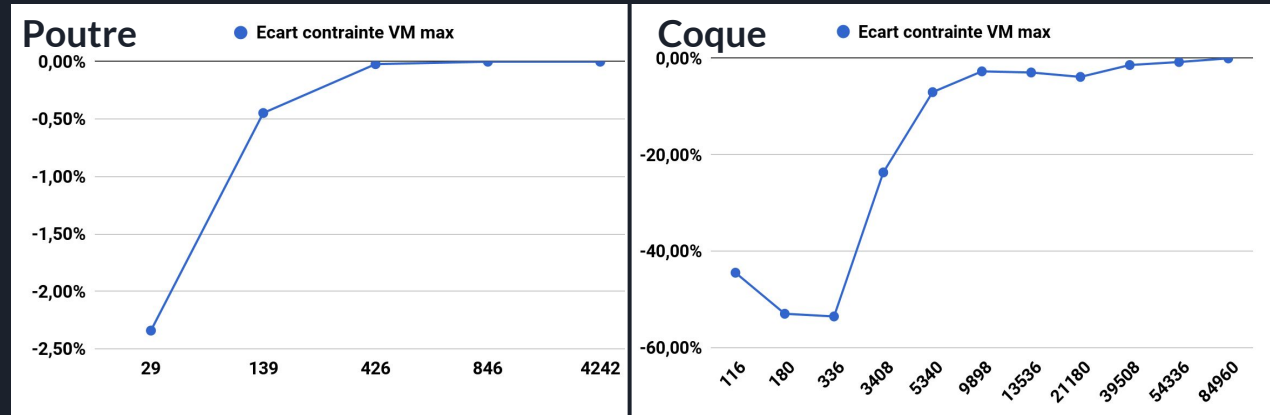


# Analyse vibratoire - Validations et interprétation

- Les premiers modes élastiques déforment bien les parties les moins rigides
- En libre-libre, on a bien 6 modes rigides
- Le modèle poutre converge plus rapidement que le modèle coque
- En libre-libre, résultats très proches entre les modèles convergés poutres et coques
- L'introduction des liaisons change grandement les premiers modes, et perturbe beaucoup le modèle poutre, qui paraît peu précis face au modèle coque
- Pour étudier les dangers de la vibration de la structure, il faudrait prendre en compte les forces externes (surtout l'éventuel déplacement de -1 m), et connaître les vibrations induites par l'écoulement du pétrole (surtout aux coudes) et par les courants marins

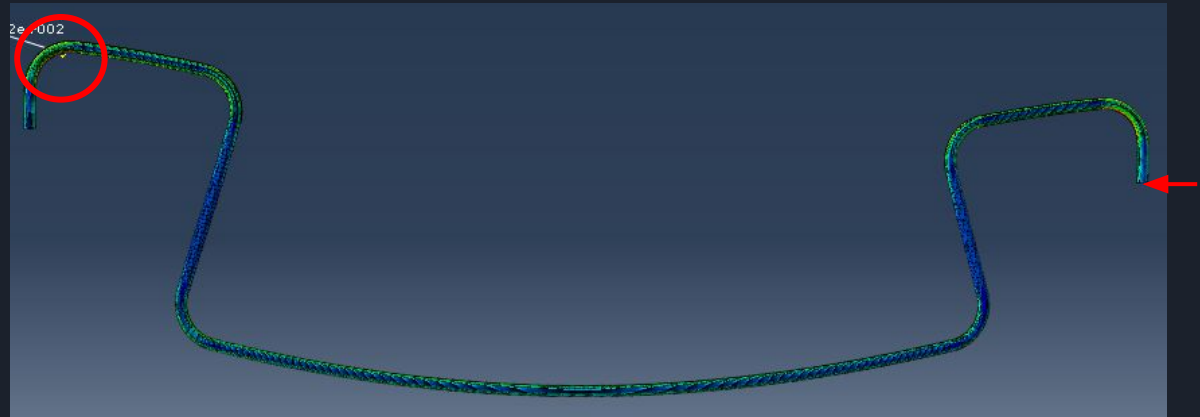
# Analyse statique - Contrainte

*Convergences de la  
contrainte VM maximale*



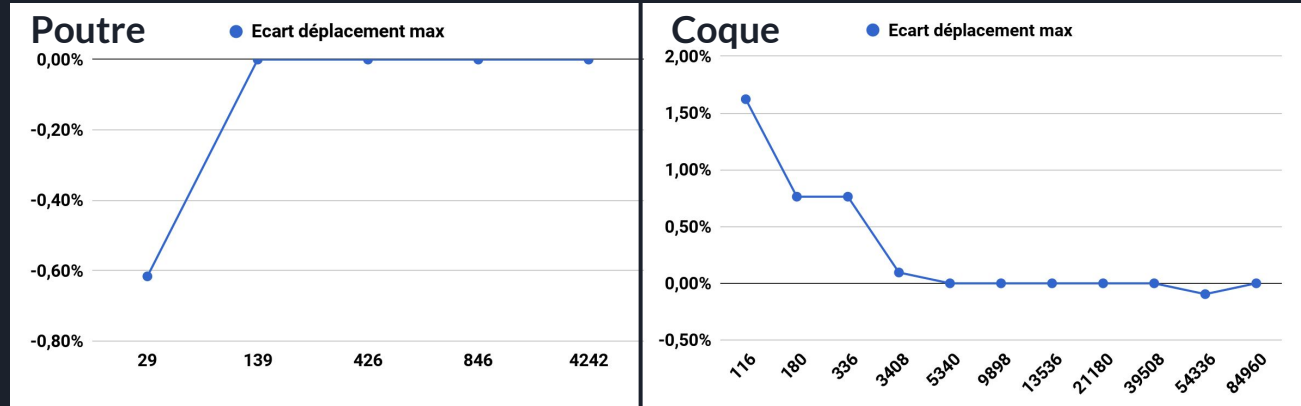
*Coque : déformé du modèle  
convergé et contraintes de VM*

Contrainte de VM maximale, sur le  
coude gauche (proche de  
l'encastrement) = 549,2 MPa



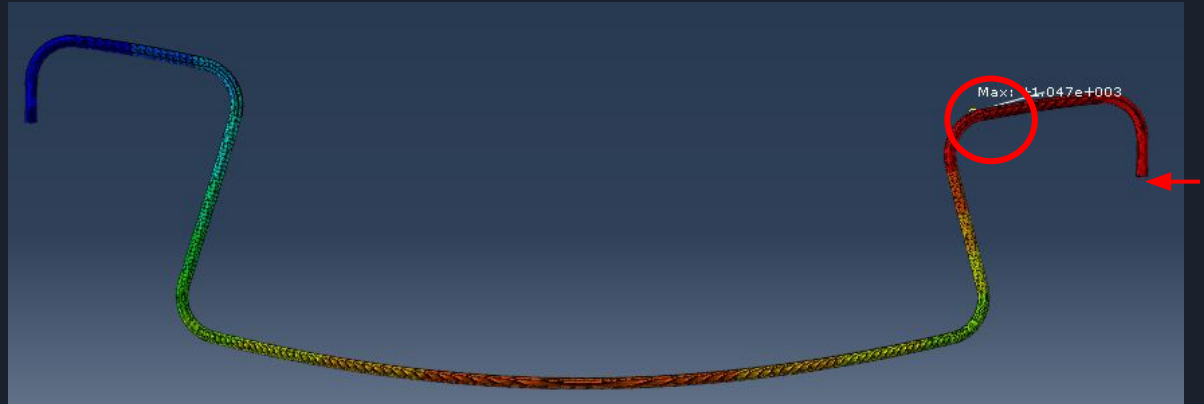
# Analyse statique - Déformée

Convergences du  
déplacement maximale



Coque : déformé du modèle  
convergé et déplacements

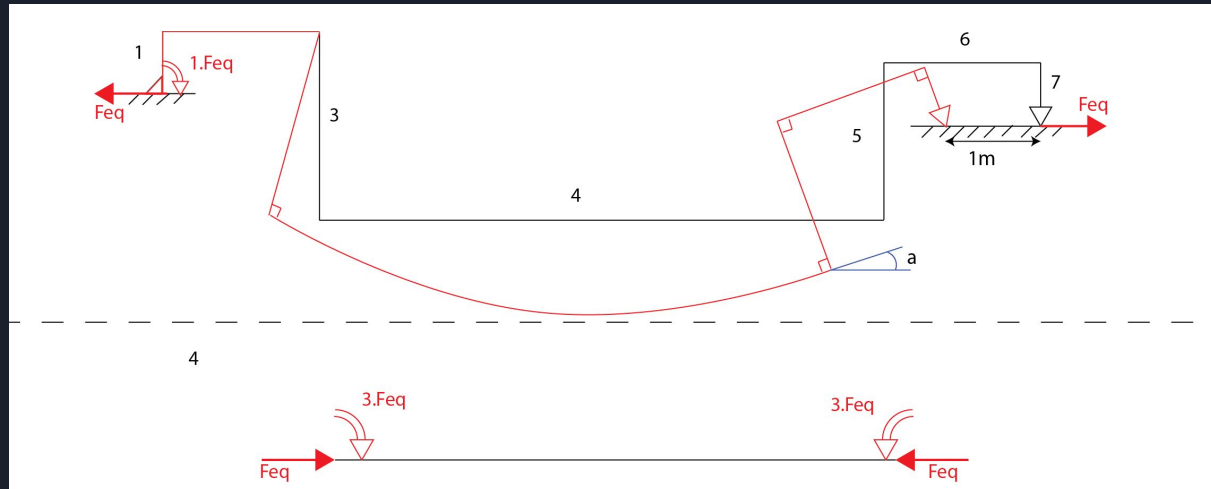
Déplacement max = 1047 mm



# Analyse statique - Modèle analytique

- Simplification : assemblage de poutre en liaison rigide
- Après premier calcul: la plus grande déformation est due à la partie centrale
- On fait l'hypothèse que certains coudes ne se déforment pas
- Résultat pour obtenir le même déplacement maximum

$F_{eq} = 83000\text{N}$  (analytique) Vs  $RF1 = 125000\text{N}$  (Abaqus)



# Analyse statique - Validations et interprétations

- Écart de 24% entre les déplacements max des modèles convergés poutre et coque
- Écart de 15% entre les contraintes de Von Mises max
- Contrainte max de Von Mises > Limite d'élasticité de l'acier inox (~275 MPa)
- La structure est encore trop rigide pour pouvoir supporter le déplacement de 1 mètre

Pour ne pas rentrer en plasticité ou risquer la rupture, il est possible de :

- Autoriser une rotation dans le plan à l'emplacement de l'encastrement
- Allonger les tubes verticaux
- Diminuer le déplacement imposé (matériau de la structure raccordée)
- Diminuer le diamètre de la conduite dans les limites de résistance à la pression