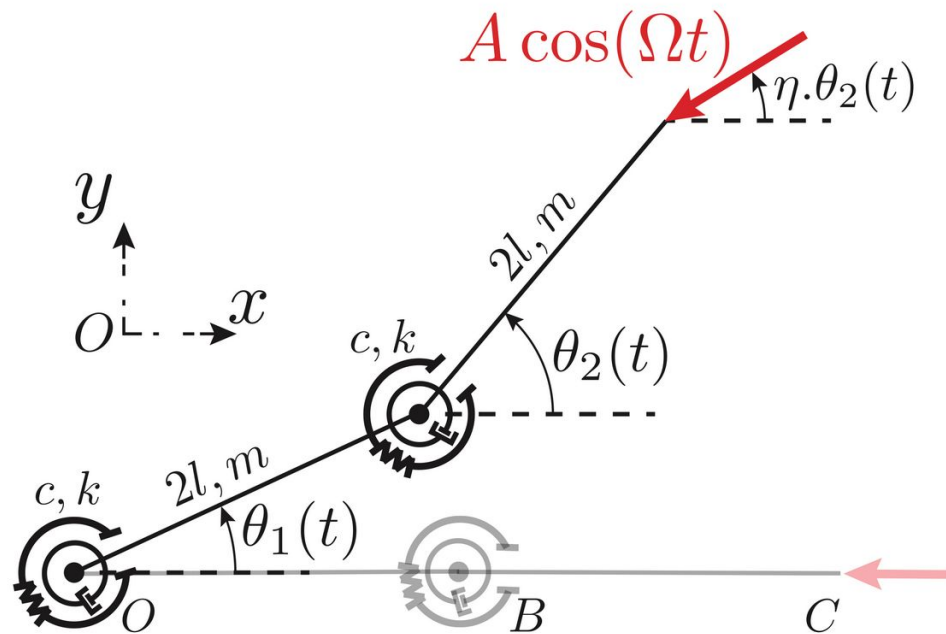


# Analyse de stabilité de la colonne de Ziegler

MU5MES10 : Stabilité des structures

MS / CompMech - 2021/2022

# I. Système



$$\dot{\underline{y}} = \underline{\underline{J}}.\underline{y} + \underline{F}_{NL}$$

fig 1 : Colonne de Ziegler

Pour une application au domaine aéronautique, on cherche les conditions sur la force afin d'éviter les résonances à faible amplitude.

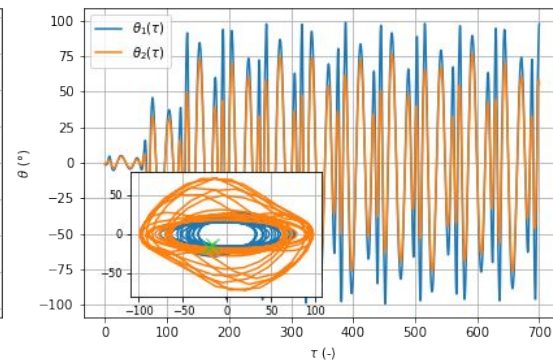
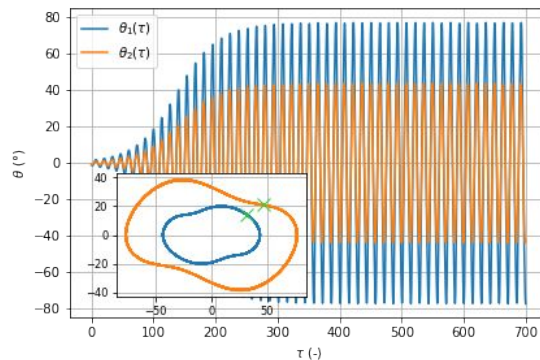
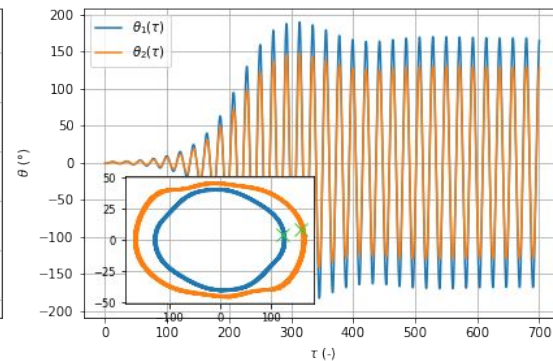
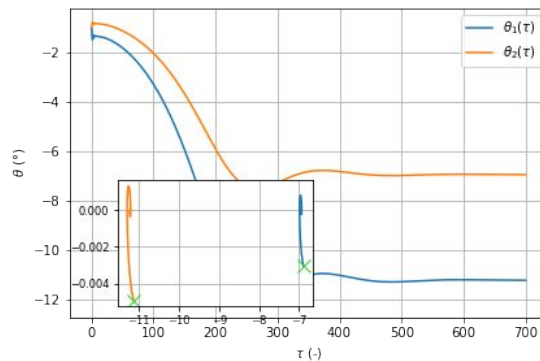
## Plan

- I. Système
- II. Characterisation stabilité
  - A. Buckling
  - B. Flutter
  - C. Périodique
- III. Langues d'instabilité - Floquet
  - A. Stabilité dynamique
  - B. Langues d'instabilités
- IV. Conclusion

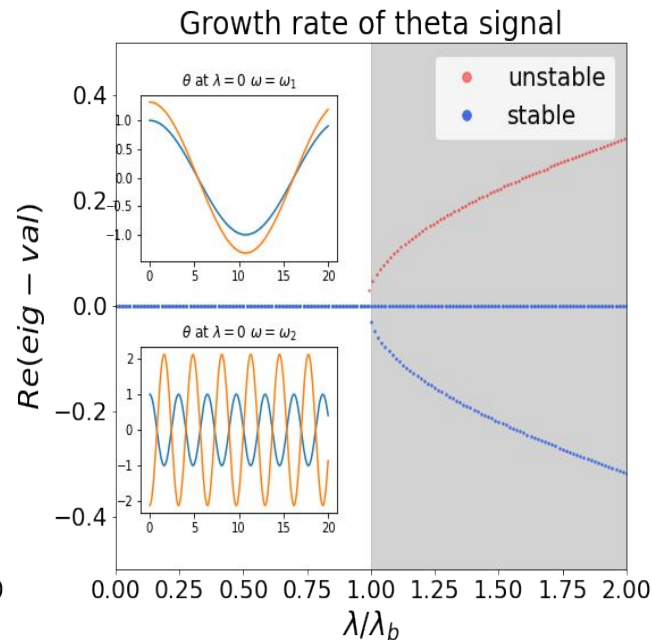
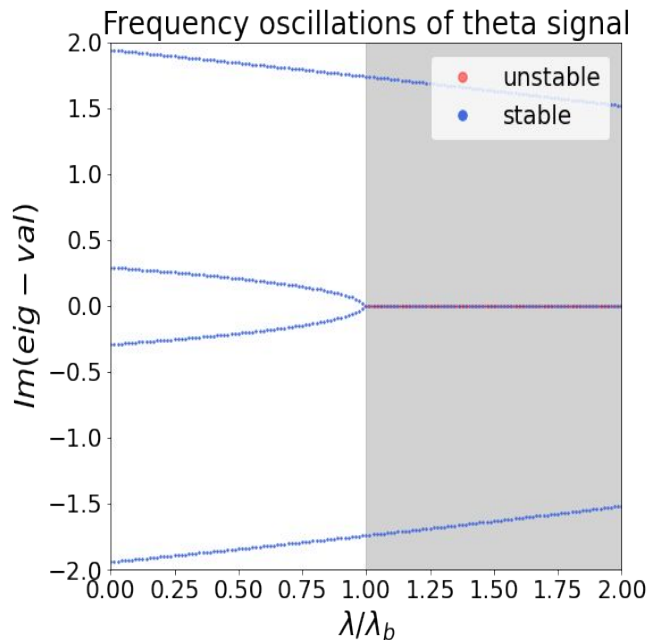
## II. Caractérisation stabilité

Paramètres de modulation de la force:

- $\eta \rightarrow$  direction force
- $\beta \rightarrow$  fréquence de la force
- $\lambda \rightarrow$  intensité de la force



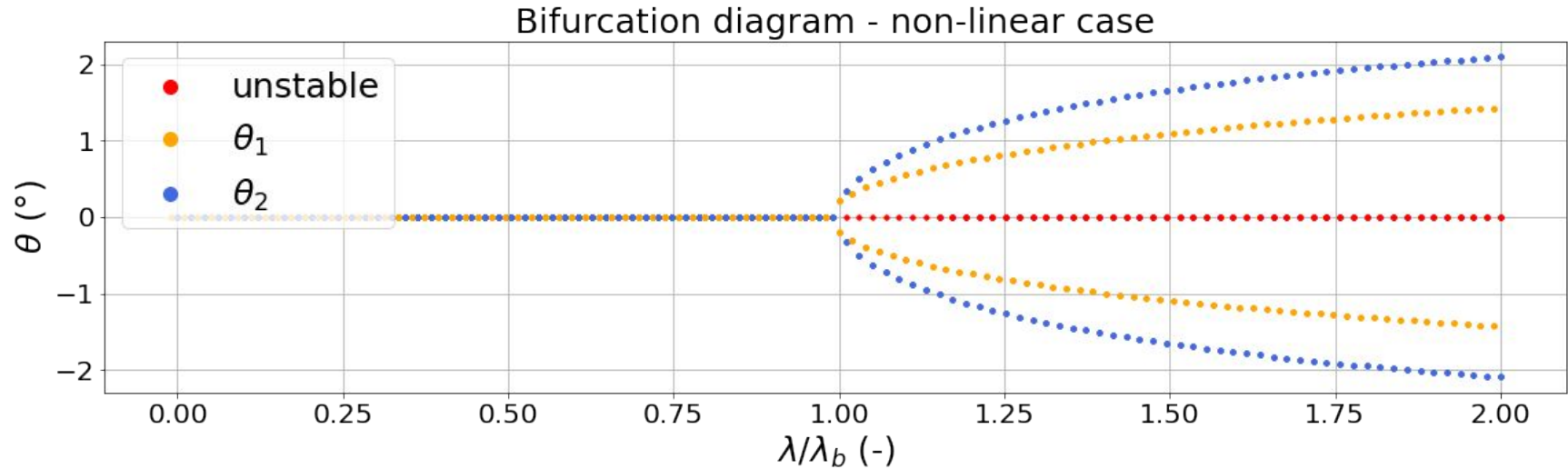
## A. Buckling



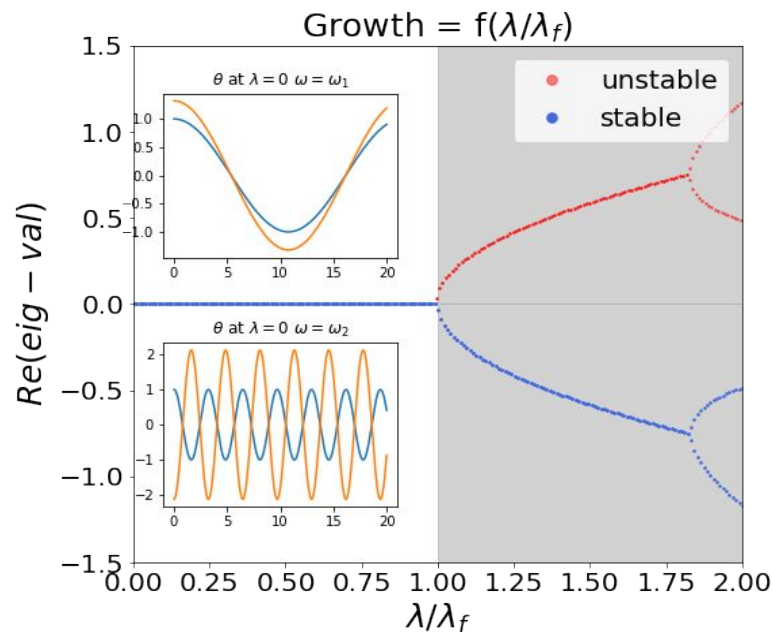
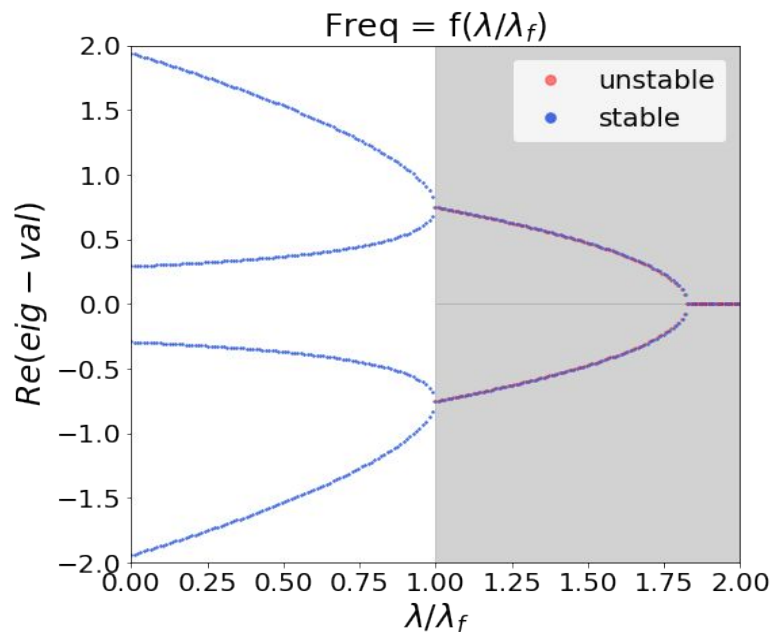
Etude modale autour de l'équilibre :

- apparition d'un force critique  $\lambda_b = 0.072$ , **première charge de flambage**

Comportement non linéaire du système : diagramme de bifurcation



## B. Flutter



Etude modale autour de l'équilibre :

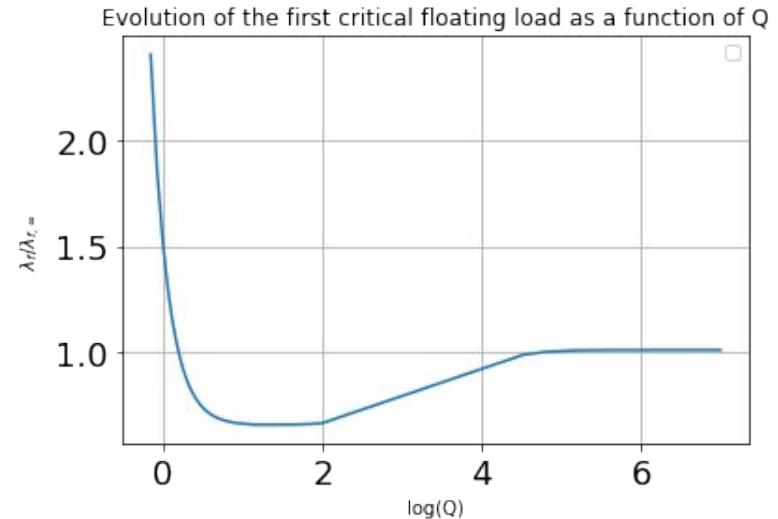
- apparition d'un force critique  $\lambda_f=0.47$ , **première charge de flottement critique**



## II - Cas de chargement constant non-conservatif

Influence de l'amortissement sur la **première charge de flottement critique** :

L'amortissement du système est un paramètre à prendre en compte pour le dimensionnement



## B. Flutter - Diagramme bifurcation

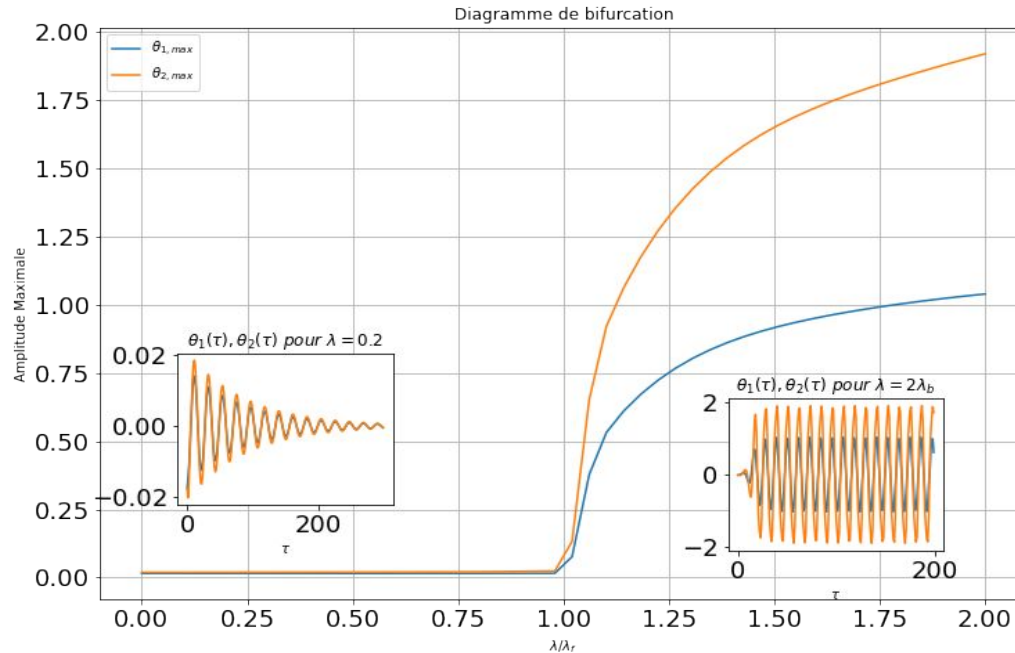
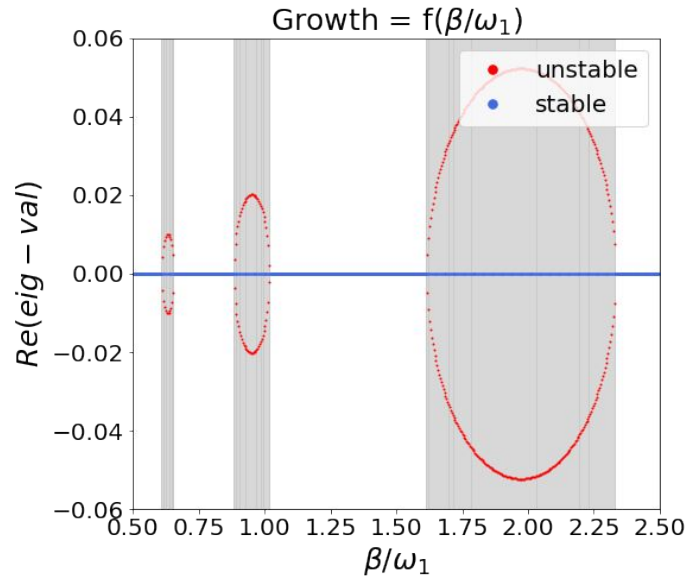
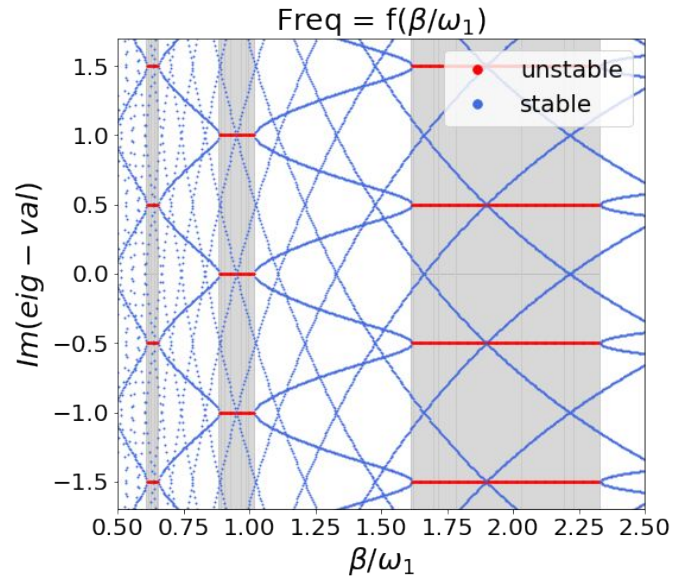


Diagramme de bifurcation : amplitude maximale de la réponse  $\theta_1(\tau)$ ,  $\theta_2(\tau)$  en fonction de la force normalisée ( $Q=10$ ):

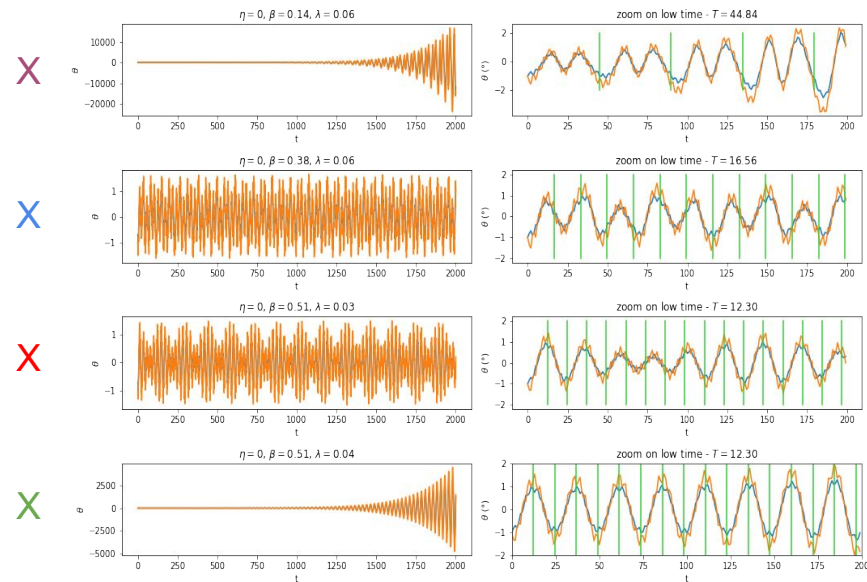
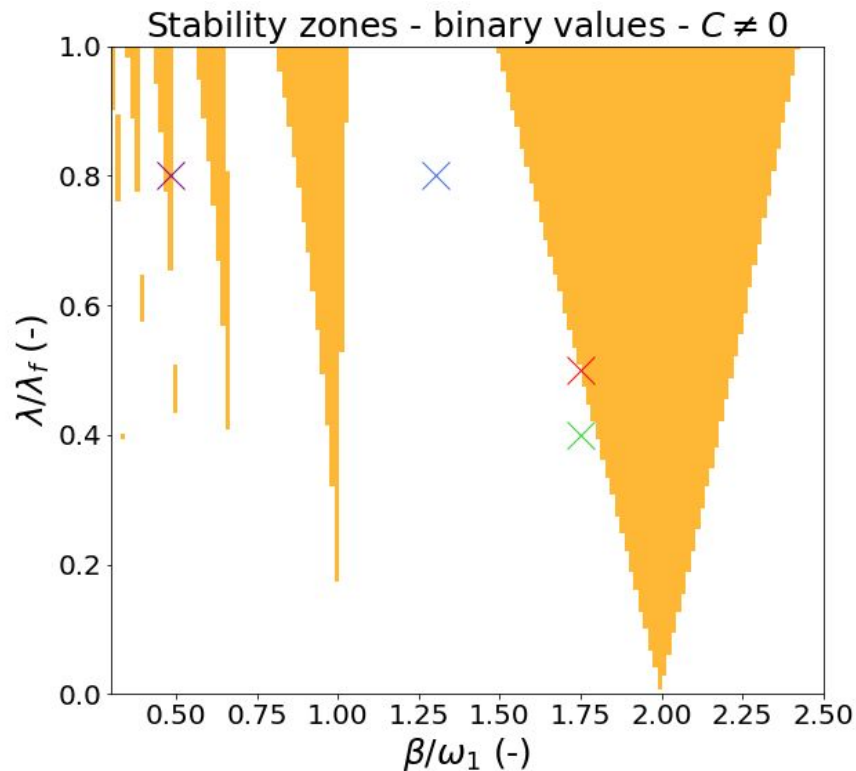
# Floquet

## A. Stabilité dynamique



- Instabilités localisées
- Périodicité

## B. Langues d'instabilités



## Conclusion

- Bifurcation de Pitchfork surcritique
- Langues d'instabilités

→ possible stabilisation

- Mesures expérimentales
- Etude des hautes instabilités