

OSCAR : Outil de Simulation du CAptage pour la Reconnaissance des défauts

Journée GAMNI



Buts:

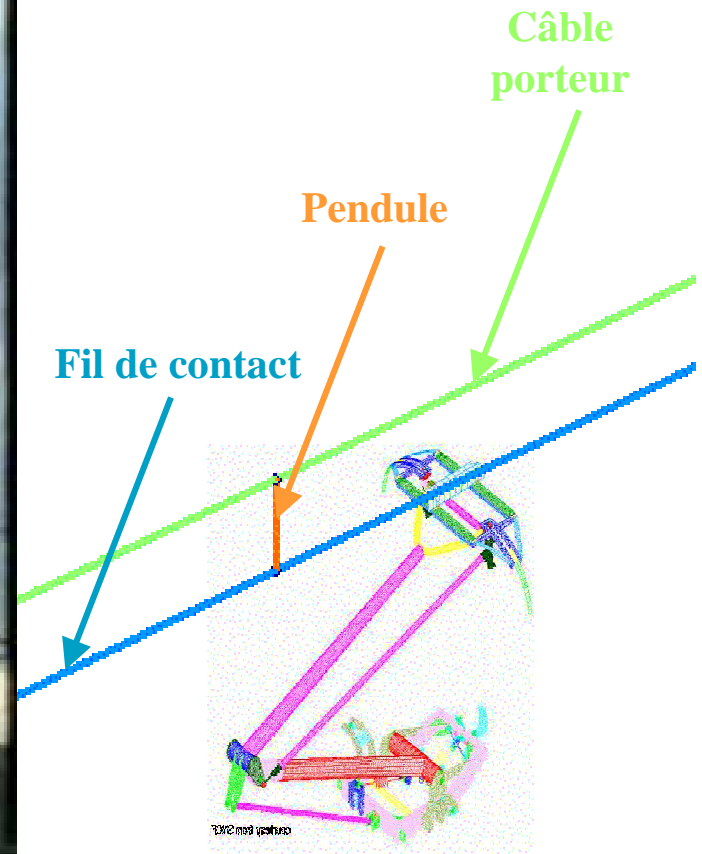
Développer un code de simulation du comportement dynamique du système pantographe-caténaire pour :

1. Fournir des signatures de défauts et de singularités pour aider l'analyse des mesures
2. Optimiser les caténares existantes ou à venir

Description de la caténaire et du pantographe

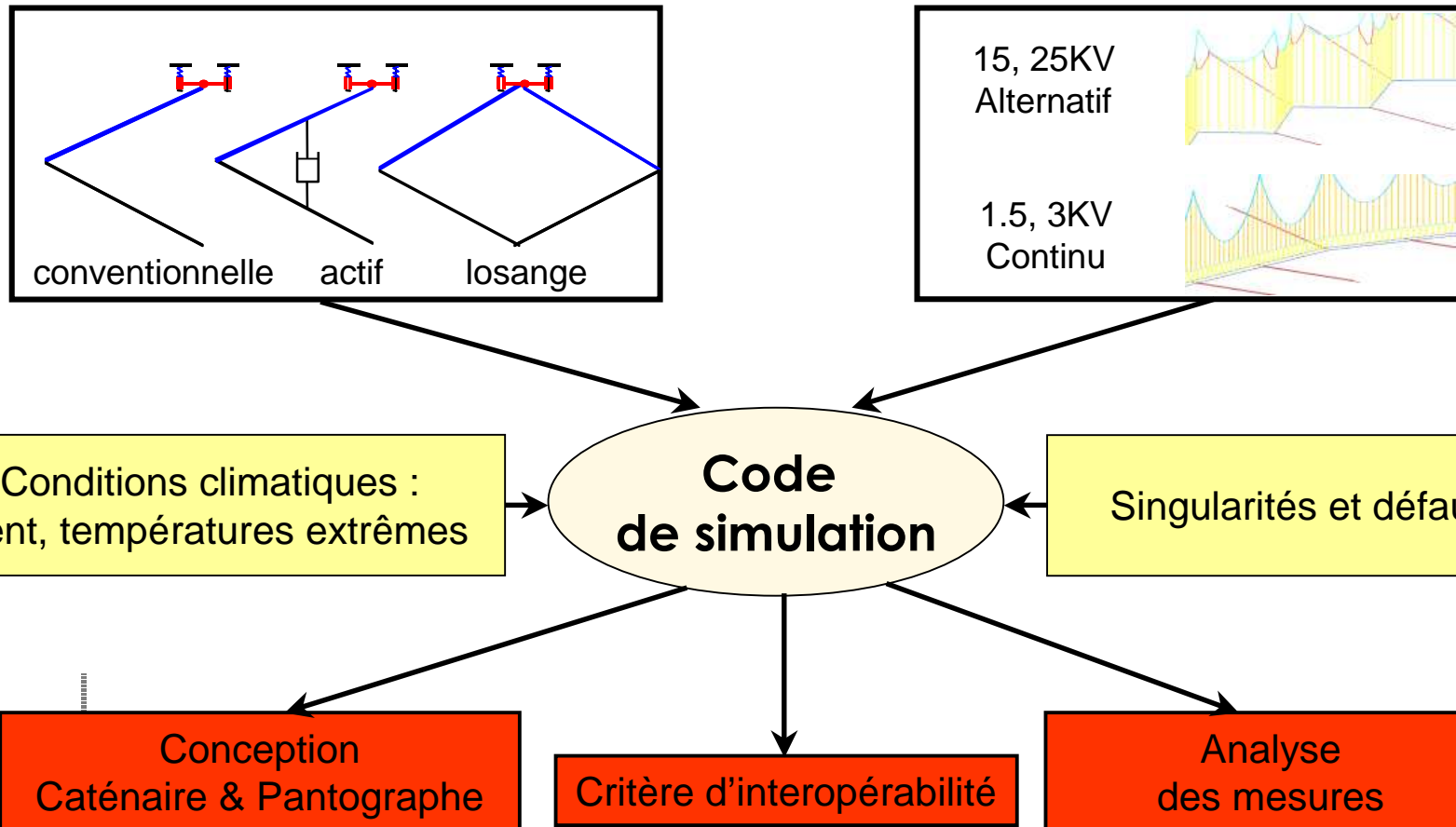


Caténaire



Pantographe

Code de simulation de la SNCF



Difficultés

- Modélisation d'une **structure flexible** excitée par une **force mobile** rapide
- **Déplacements de la caténaire très complexes** : combinaisons d'ondes, pendules unilatéraux
- **Gestion du couplage** entre la caténaire et le pantographe
- **Grande variété de géométrie** de la caténaire
- **Manque de reproductibilité des mesures** dû aux conditions climatiques, champs électromagnétiques. La validation du modèle est donc plus difficile.

OSCAR Caténaire

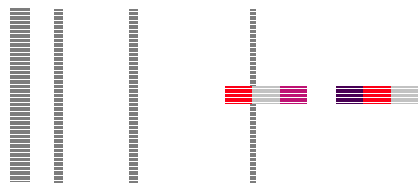
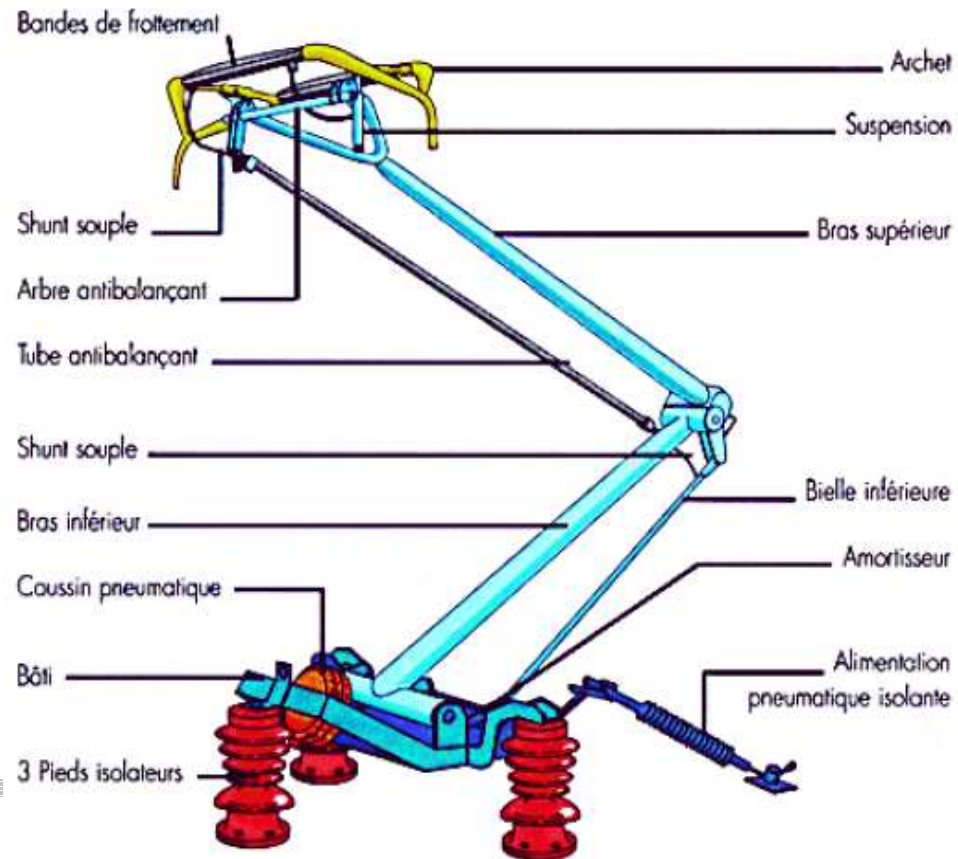
- Description

- Modèle Éléments finis entièrement tridimensionnel

$$[K] = \sum_j w_j \left(\frac{1}{L} ES \frac{\partial N_u^T}{\partial r} \frac{\partial N_u}{\partial r} + \frac{1}{L} T \frac{\partial N_w^T}{\partial r} \frac{\partial N_w}{\partial r} + \frac{1}{L^3} EI \frac{\partial^2 N_w^T}{\partial r^2} \frac{\partial^2 N_w}{\partial r^2} \right)$$

- Calcul Statique respectant la procédure réelle
- Unilatéralité des pendules
- Caténaire avec plusieurs fils de contact : détection du point de contact
- Possibilité de modéliser tous les défauts

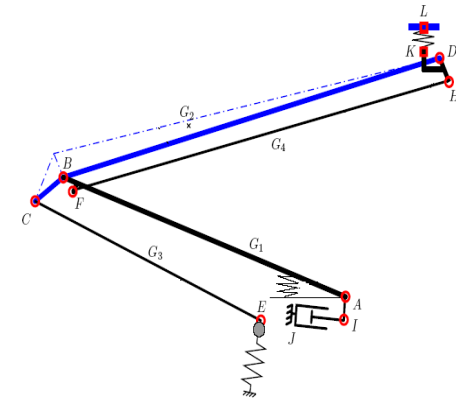
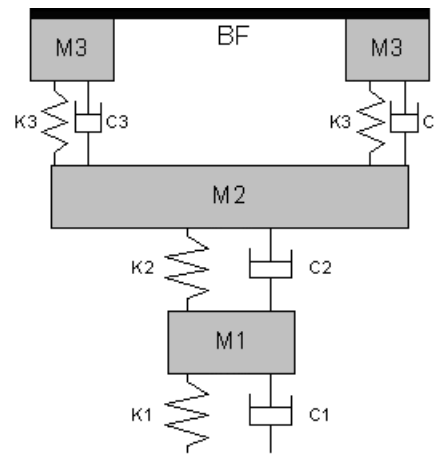
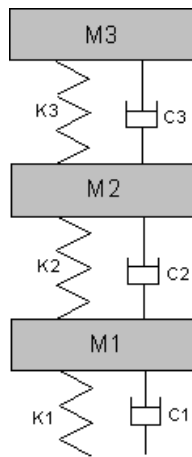
OSCAR Pantographe



OSCAR Pantographe

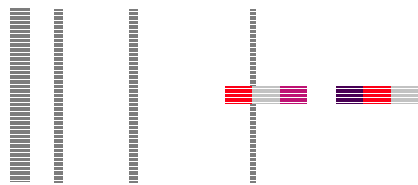
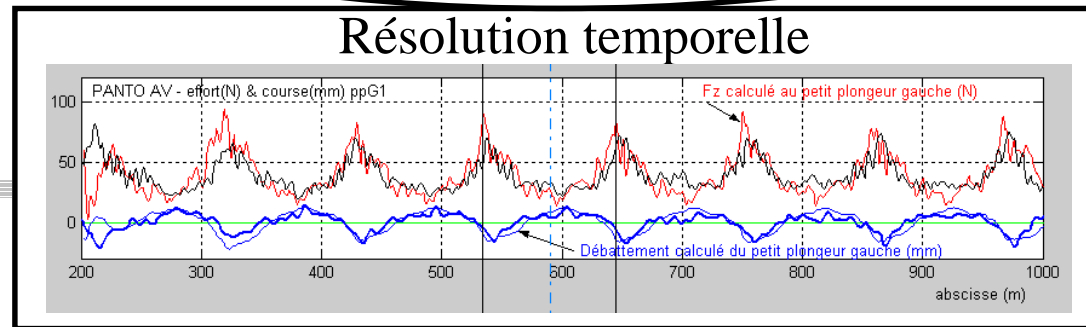
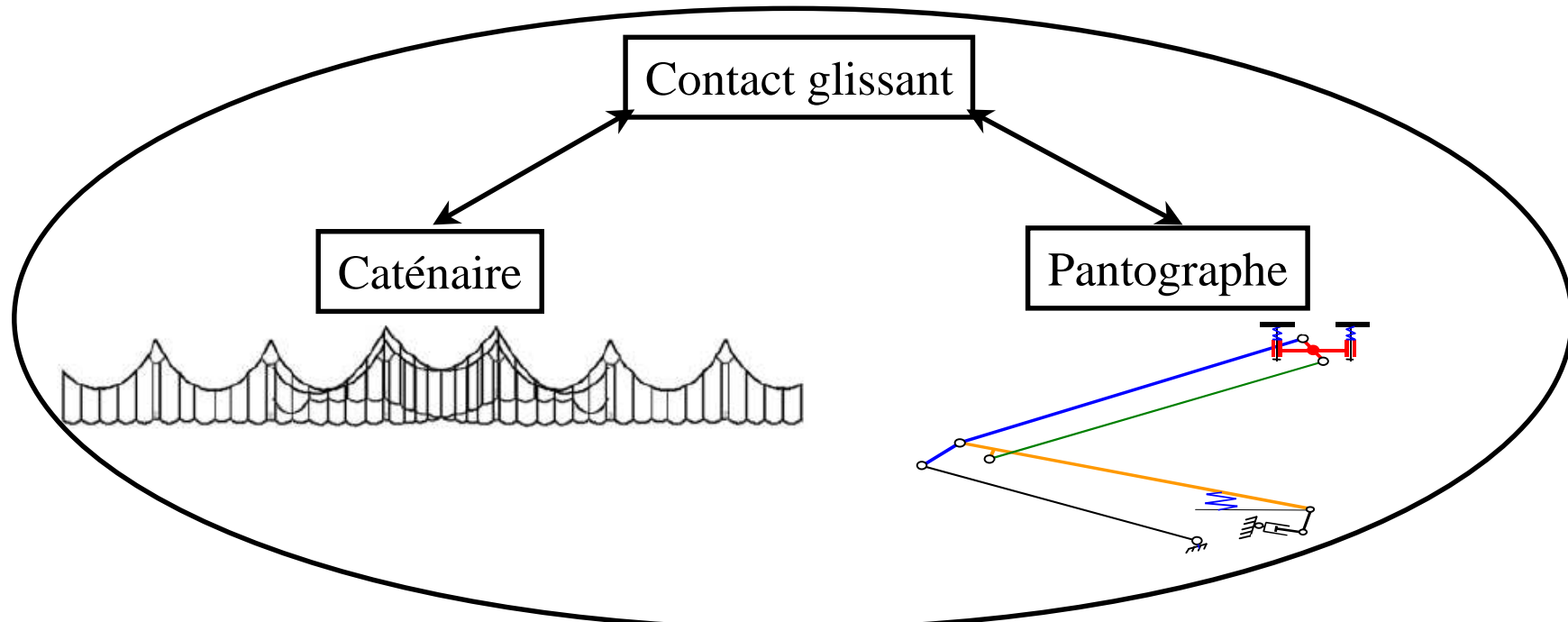
- 3 modèles de pantographes :

masse ressort ou **à bande de frottement** ou **multicorps**



- Possibilité d'avoir plusieurs pantographes sous la caténaire

OSCAR



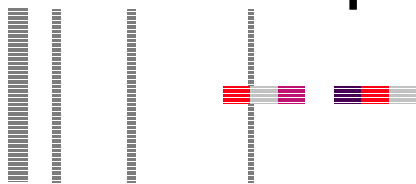
OSCAR

Calcul Dynamique

- Grandeurs étudiées :
 - Forces de contact
 - Soulèvement du fil de contact au poteau (PMCA)



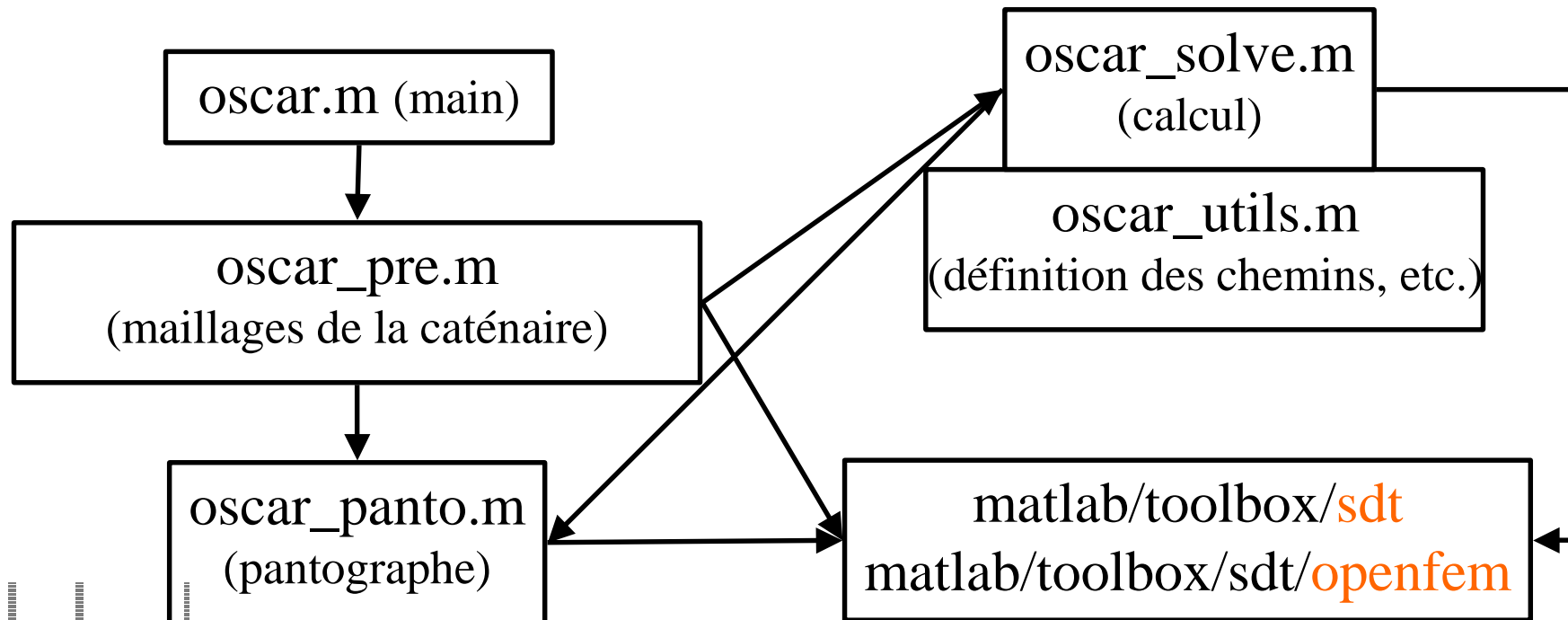
Manque de reproductibilité des mesures de force de contact !



OSCAR Architecture

CONSTRUCTION DU MODEL

OUTILS DE CALCUL

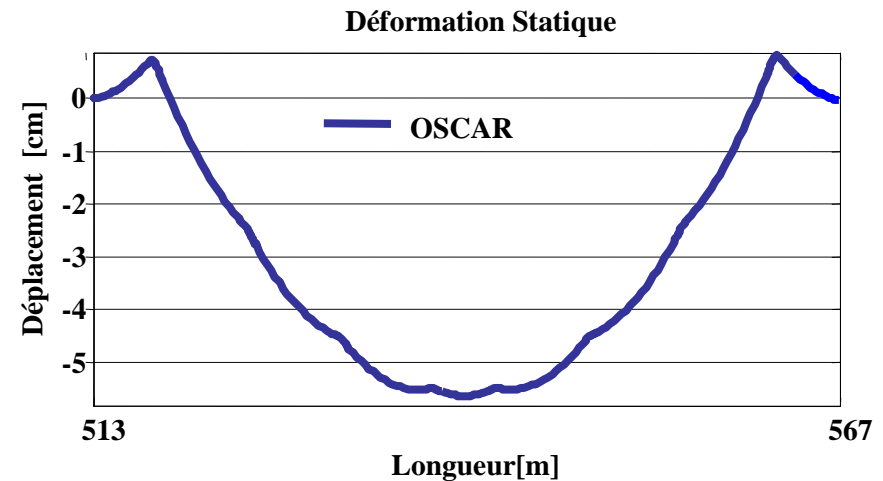
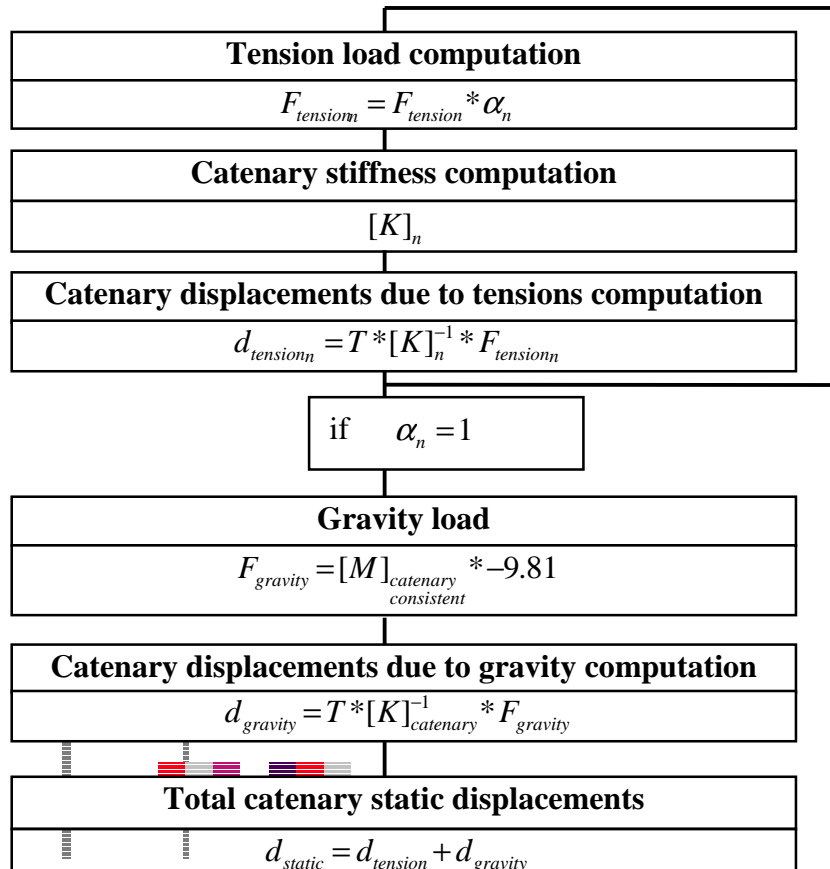


Matlab 7.0.1.lnk

OSCAR

Calcul statique

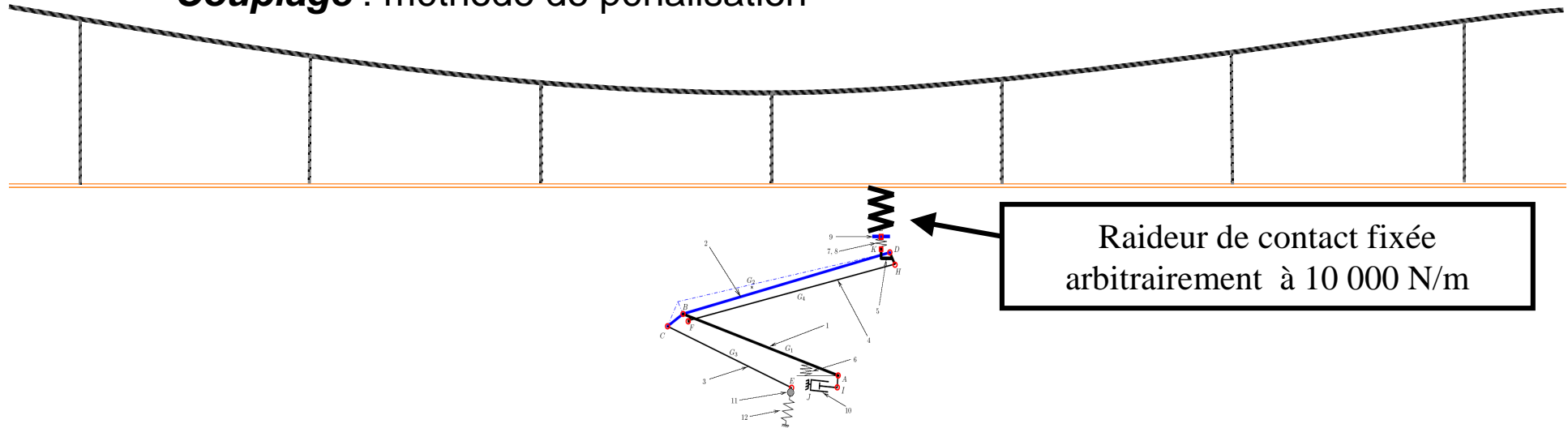
- Description



OSCAR

Calcul Dynamique

- Schéma **d'intégration temporel** : Newmark explicite (prédiction/correction)
- **Couplage** : méthode de pénalisation



- Gestion de **l'unilatéralité du contact et des pendules**
- Accès au **déplacement en tous points** de la caténaire et du pantographe en fonction du temps, animation temporelle ...

OSCAR

Le passage d'éléments



- Le passage d'une force mobile sur un maillage EF génère des perturbations numériques dues au passage d'un élément à un autre.

- **3 solutions :**

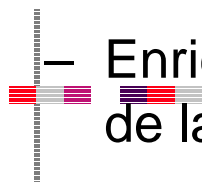
- Raffinement du maillage

(à 300 Km/h, 1 canton=12s)

- 1 Elt/pendule 2-3 min/canton
 - 3 Elts/pendule 35-45 min/canton
 - 6 Elts/pendule 6-8 hrs/canton

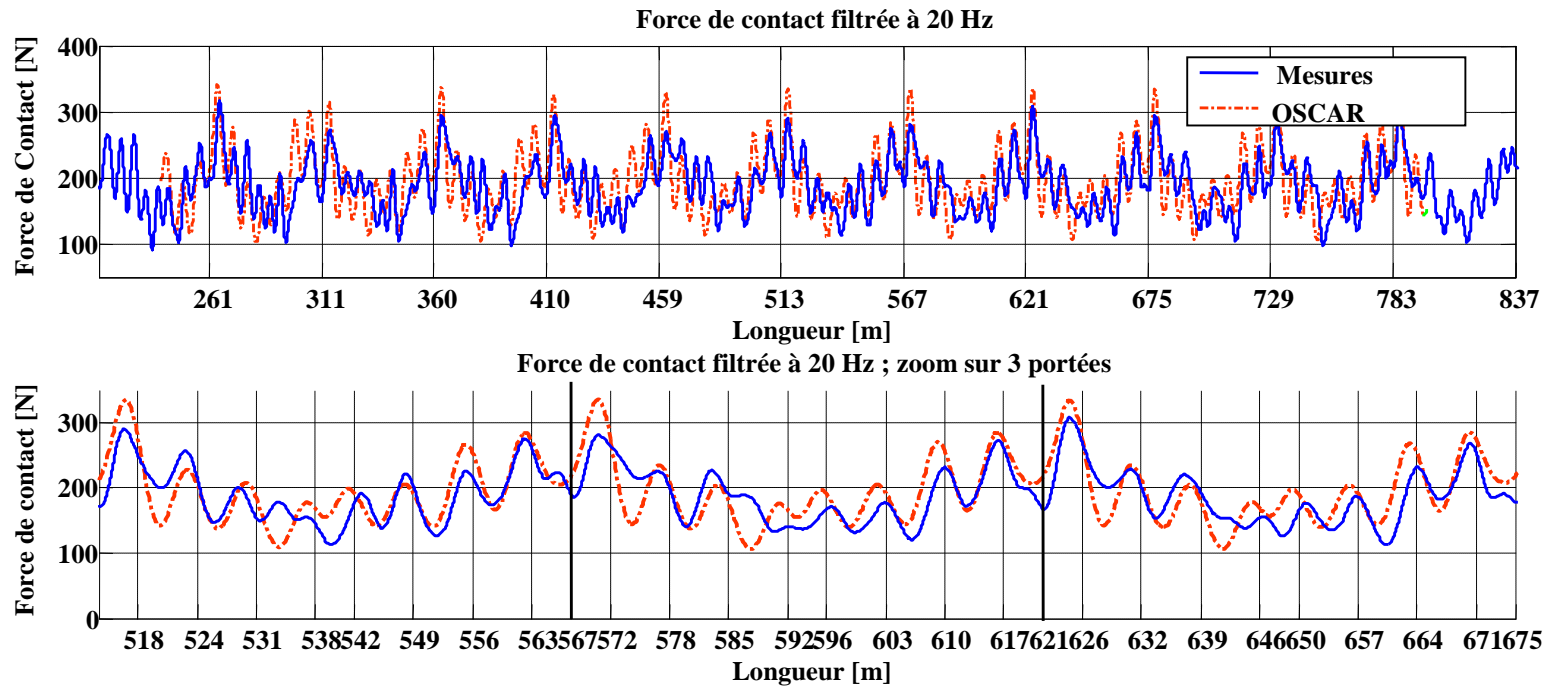
- Utilisation d'une matrice de masse consistante (plutôt que concentrées)

- Enrichissement des fonctions de forme pour assurer continuité de la courbure



OSCAR

Force de contact

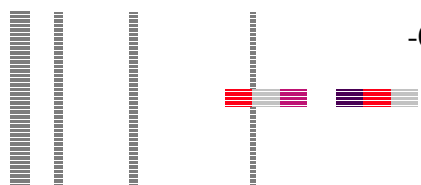
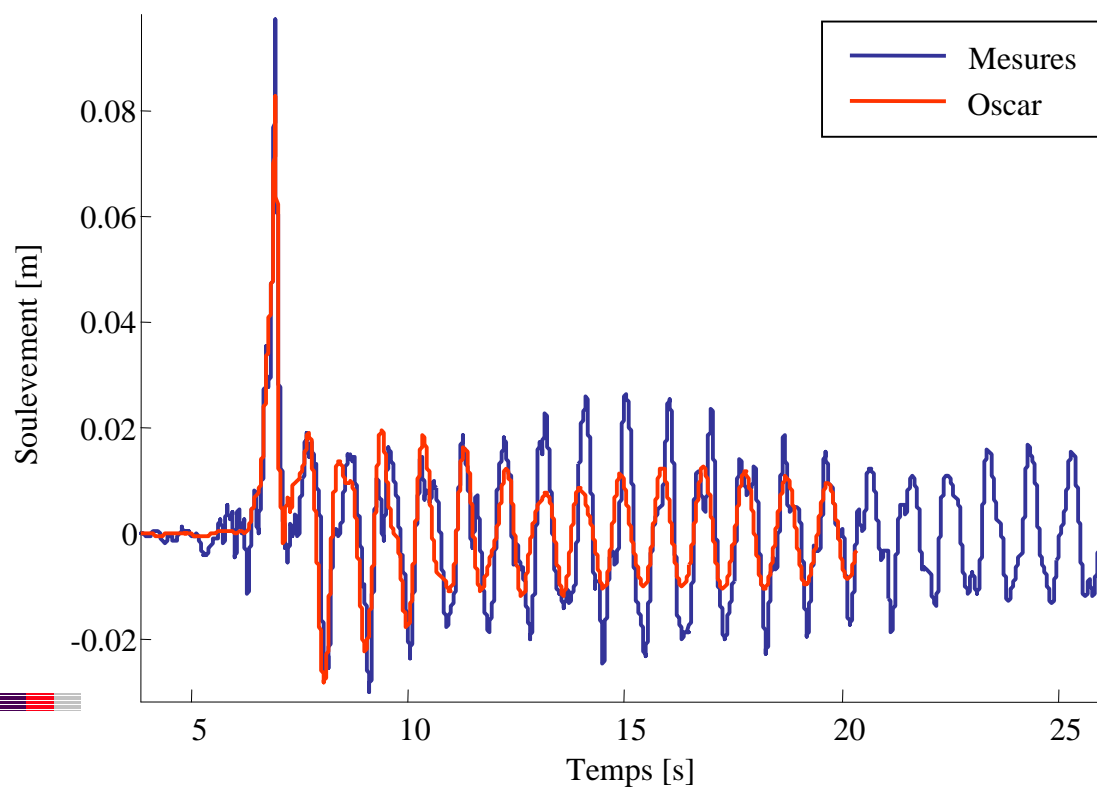


Filtrées à 20 Hz, les simulations et les mesures sont bien corrélées en terme d'extrema et de forme globale

OSCAR

Soulèvement du fil de contact

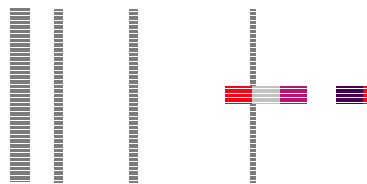
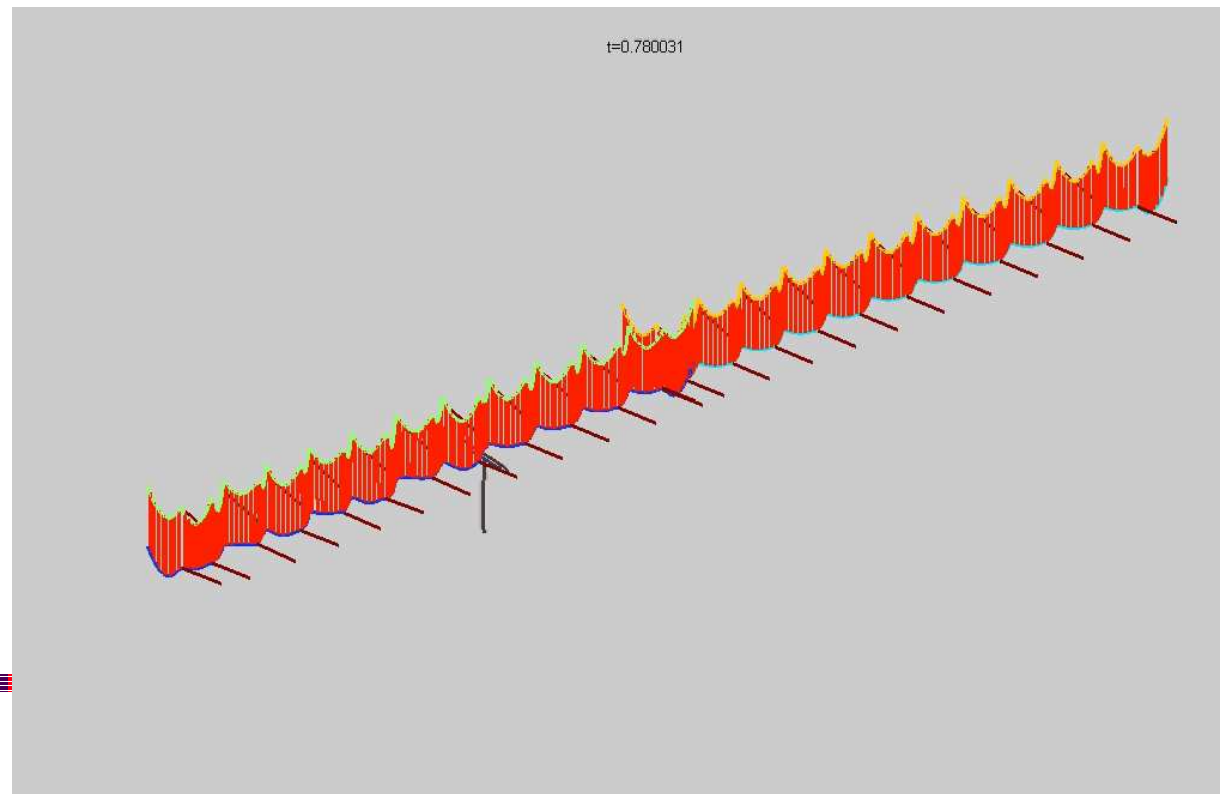
- Un pantographe



Exemple de simulation dans OSCAR

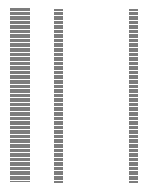
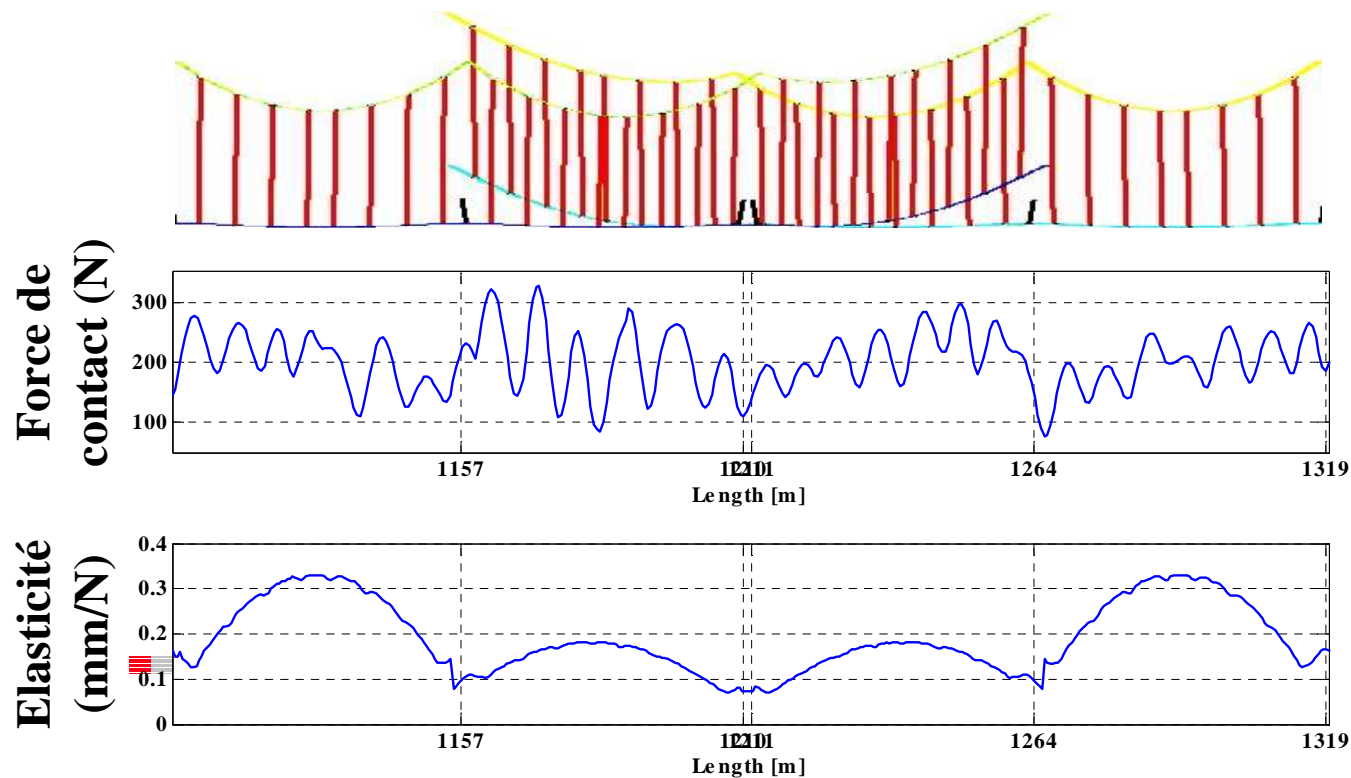


Étude de l'influence d'un changement de canton
Représentation temporelle du passage d'un changement de canton



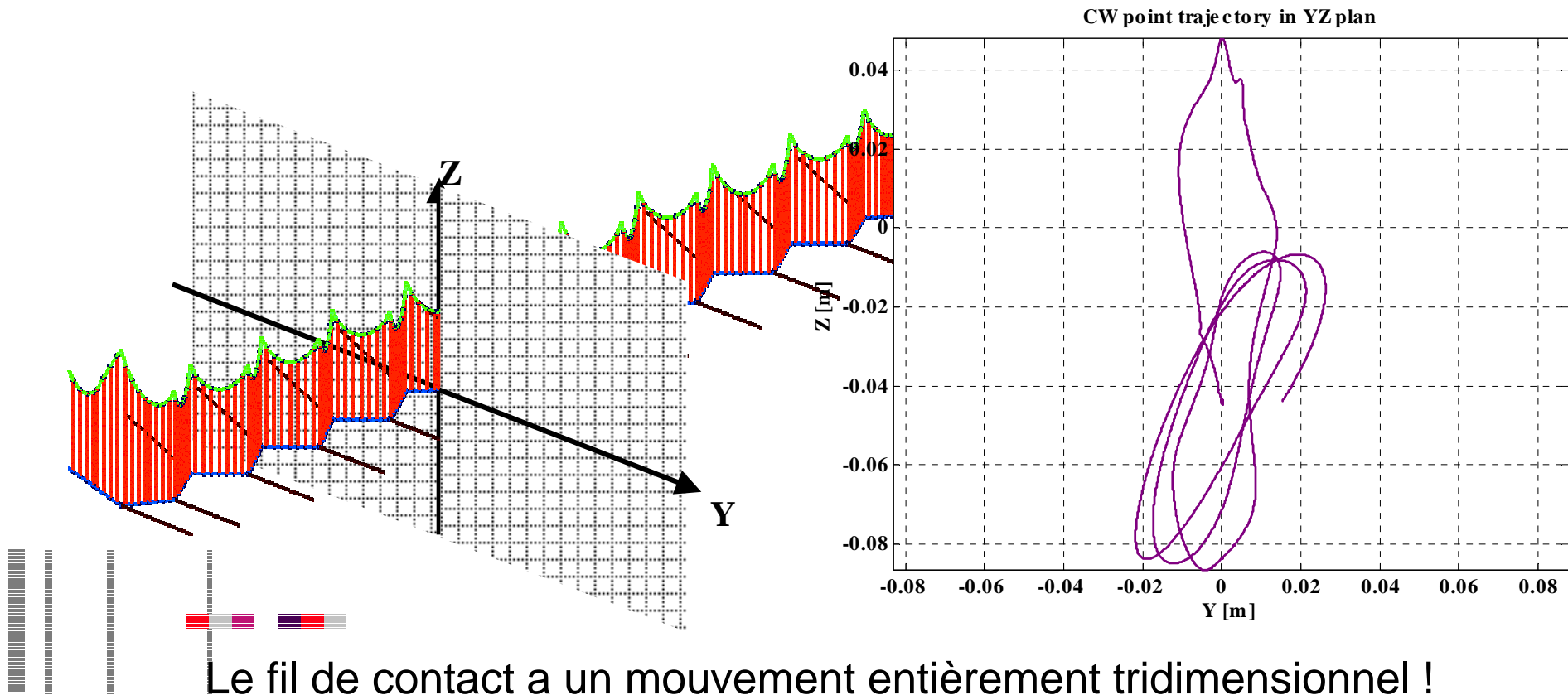
Exemple de simulation dans OSCAR

La fluctuation de la force de contact est liée aux variations de l'élasticité de la caténaire dans le changement de canton



Exemple de simulation dans OSCAR

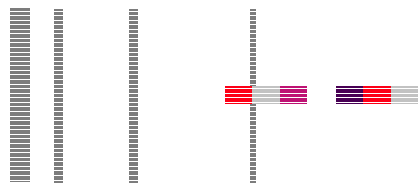
Représentation des effets tridimensionnels



Le fil de contact a un mouvement entièrement tridimensionnel !

Conclusion

- OSCAR donne de très bons résultats en termes de soulèvements et d'effort de contact.
- points négatifs :
 - L'amortissement
 - problèmes liés aux passages des éléments
- L'atténuation des problèmes liés aux EF ne peut qu'améliorer les choses en situation nominale. Elle s'avérera sans doute indispensable pour une description plus fine en vue de détecter des défauts.



Perspectives: Détection d'un défaut par un pantographe instrumenté

Simulation d'un pendule manquant



Un pendule manquant peut a priori être détecté !