

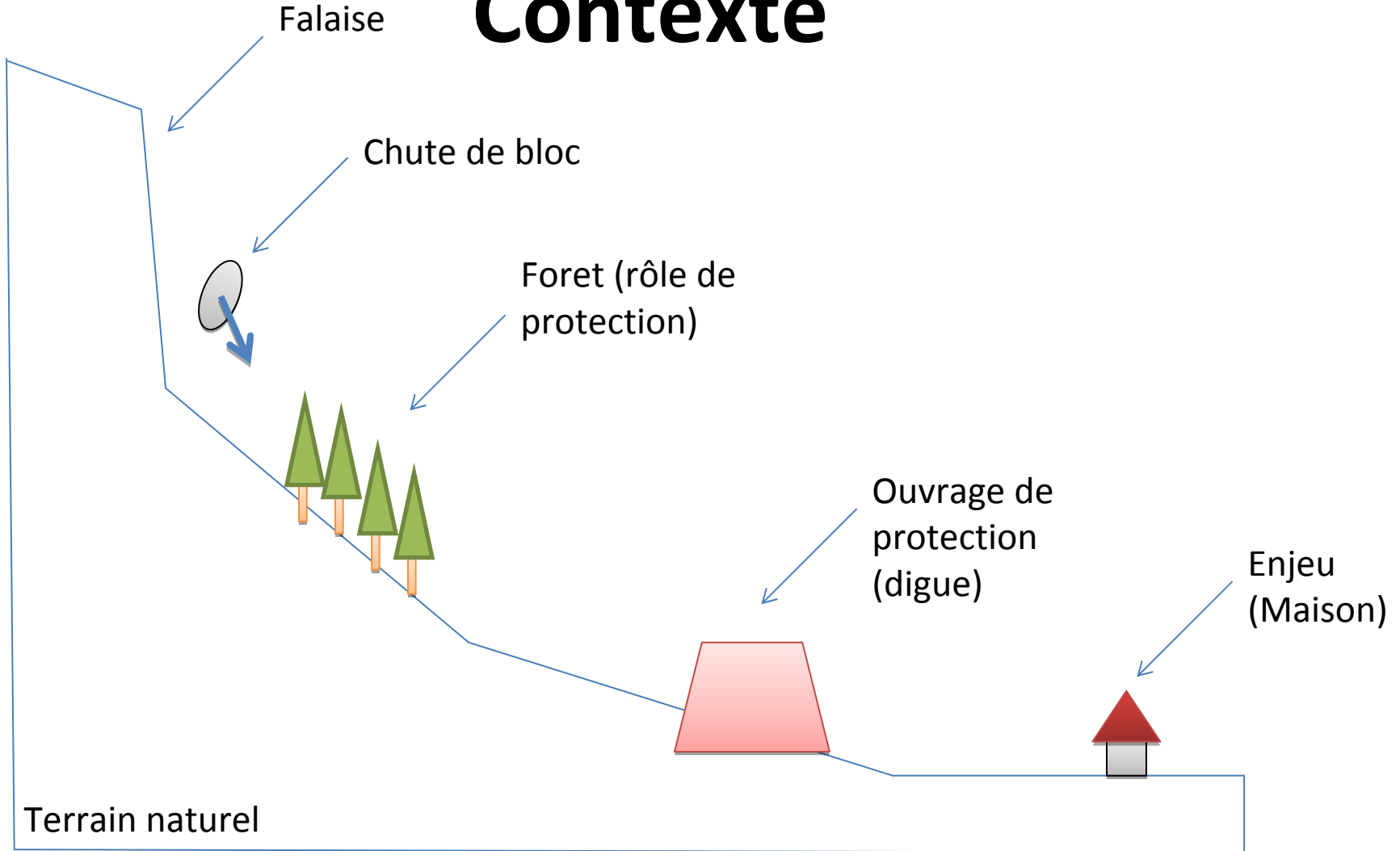
# **ROLE PROTECTEUR DES TAILLIS PAR RAPPORT AU RISQUE DE CHUTE DE BLOCS : DEVELOPPEMENT D'UN BANC D'ESSAI D'IMPACT**

F. Bourrier<sup>1</sup>, D. Bertrand<sup>2</sup>, M. Brun<sup>2</sup>, F. Berger<sup>1</sup>, A. Limam<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IRSTEA Grenoble – UR Ecosystèmes Montagnards

<sup>2</sup> INSA Lyon – Labo. De Génie Civil & Ingénierie Environnementale

# Contexte

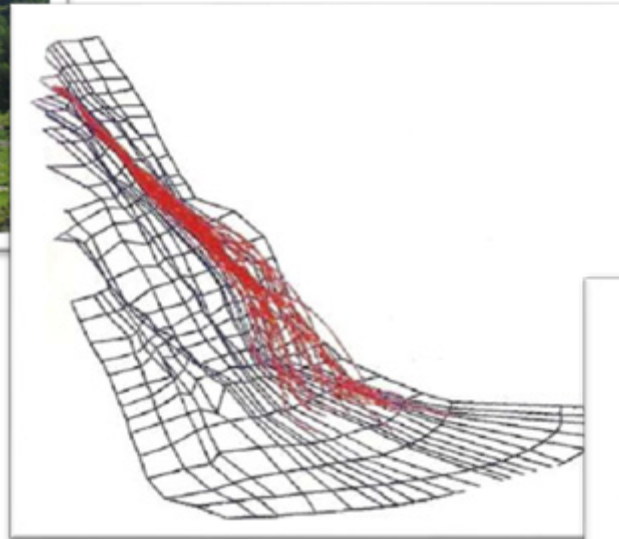
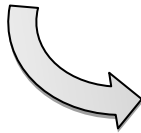


*Le risque de chute de bloc et le rôle de la forêt*

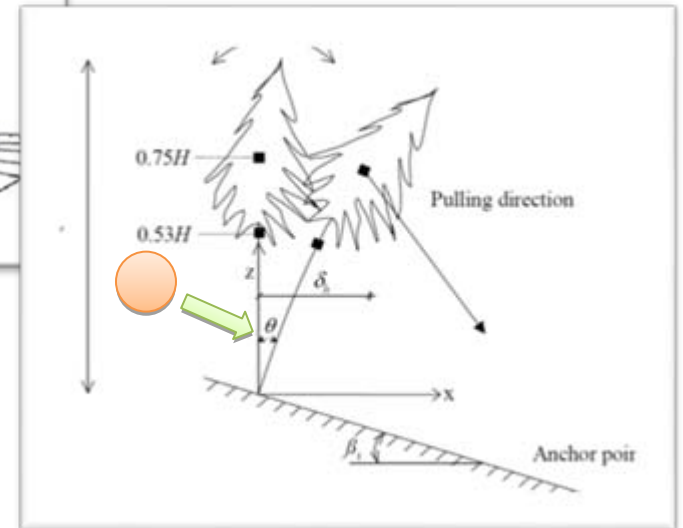
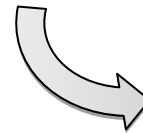
# Contexte



Terrain naturel



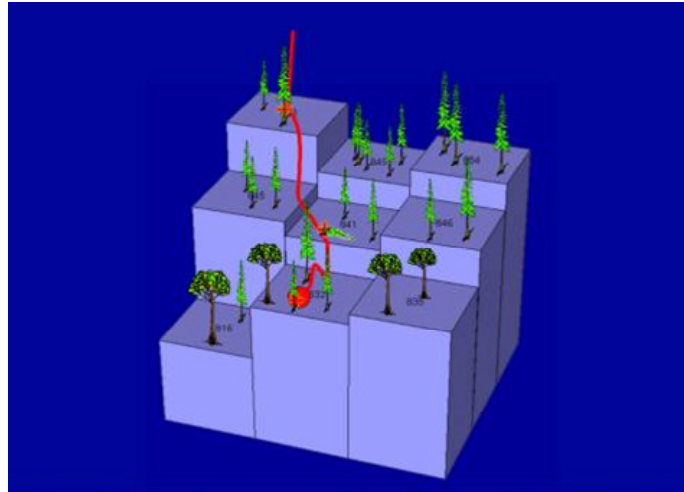
Trajectographie



Interaction Arbre/Bloc

*Le risque chute de bloc et le rôle de la forêt*

# Contexte



Rockyfor3D développé au Cemagref de Grenoble :

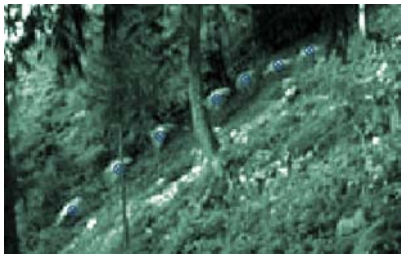
- *Modélisation 3D du terrain*
- *Modèles probabilistes d'interaction avec le sol*
- *Prise en compte de la forêt*

*Le risque chute de bloc et le rôle de la forêt*

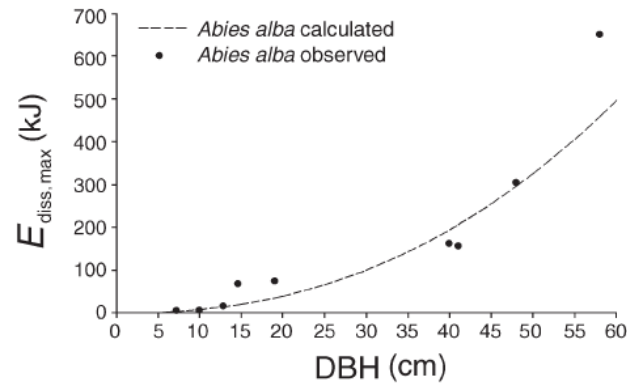
# Contexte

## Rockyfor3D : prise en compte de la forêt

Essais



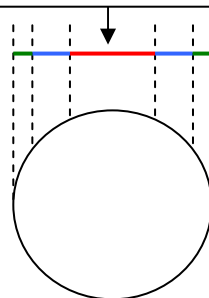
### Energie dissipée



Dépendant de :

- Diamètre
- Essence
- Hauteur
- Type d'impact (frontal...)

### Déviation du bloc



— Frontal  
— Lateral  
— Scratch

frontal impact			lateral impact			scratch		
	↓			↓			↓	
3 %	44 %	3 %	3 %	11 %	3 %	2 %	72 %	2 %
25 %		25 %	42 %		42 %	12 %		12 %

*Le risque chute de bloc et le rôle de la forêt*

# Projet

## Contexte

- Fonction de protection des taillis
  - > Modélisation interaction cépée/bloc
- Essais existants
  - > Insuffisamment instrumentés
- Travaux préliminaires de modélisation EF (Cast3m)

## Objectif

### Calibration du modèle EF

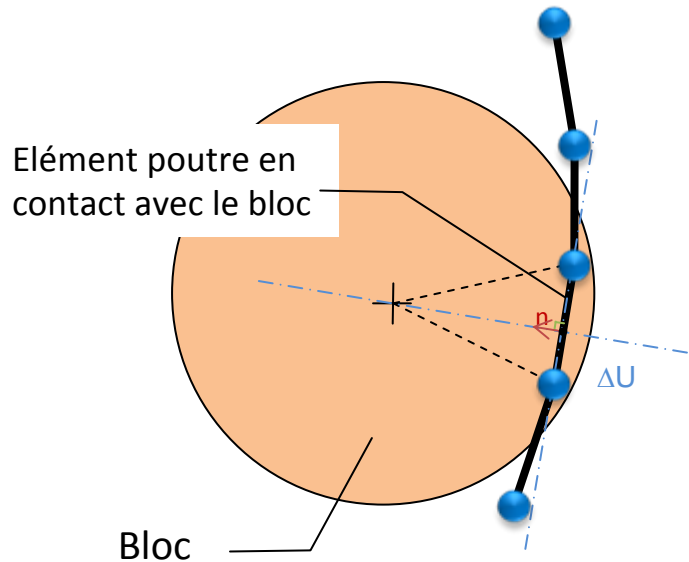
- Mesure de la force d'impact bloc/arbre
  - Mesure des déplacements du bloc
  - Mesure des déplacements de la tige
- > Développement d'un banc d'essai d'impact
- > Définition d'un protocole de calibration du modèle EF



# Modèle numérique

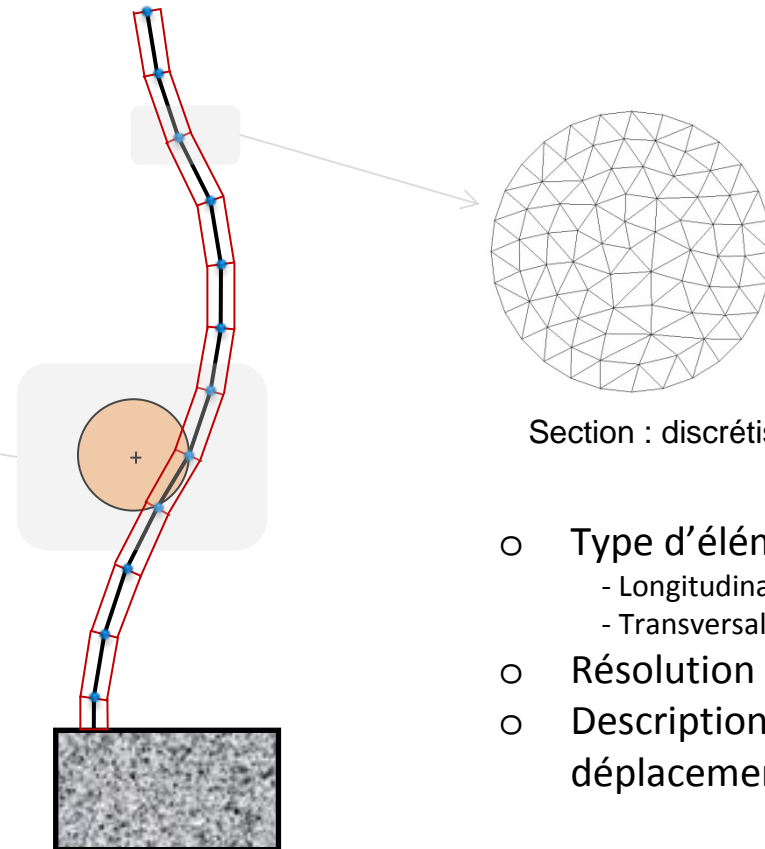
## Méthode aux éléments discrets

*Gestion du contact bloc/arbre*



## Méthode aux éléments finis

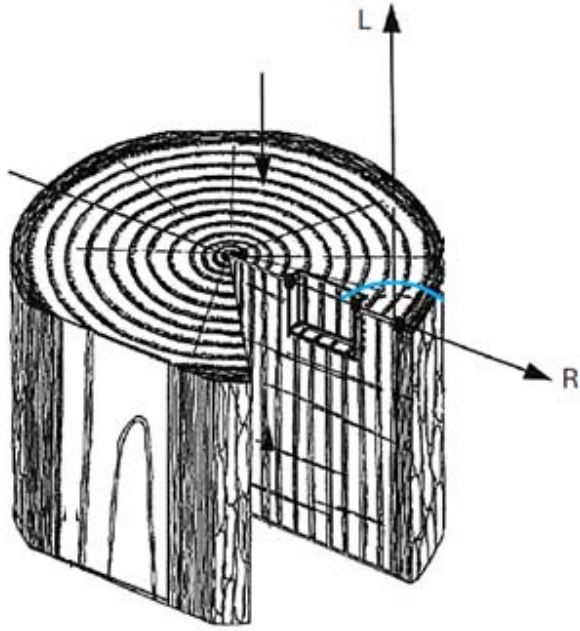
*Élément poutre multi-fibres*



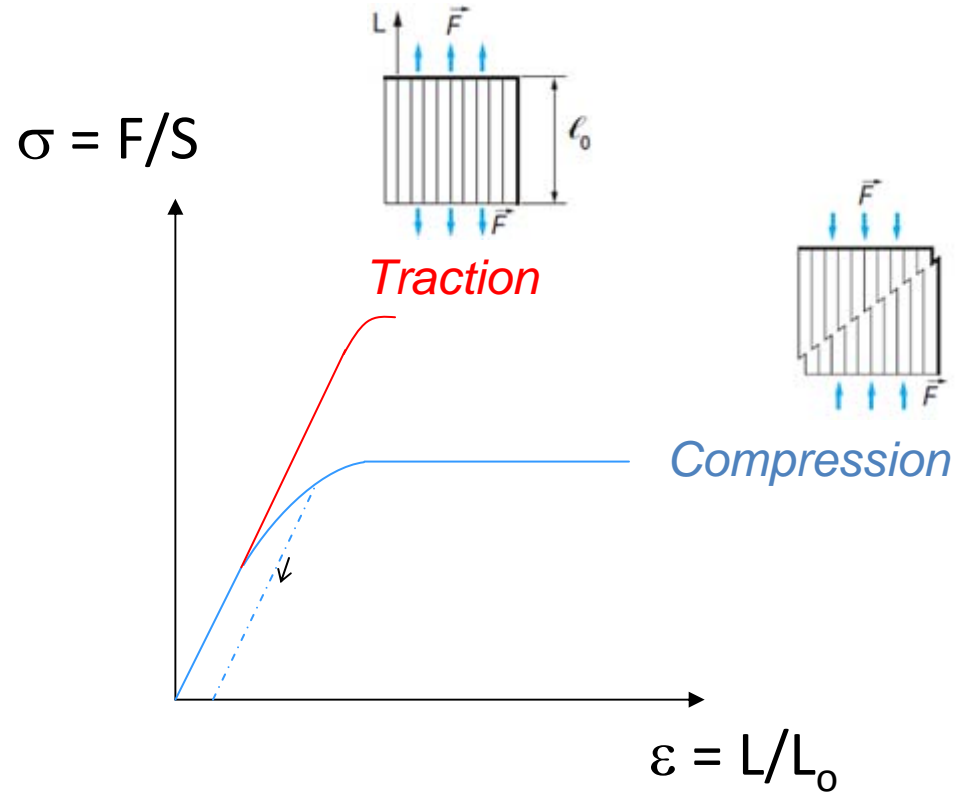
- Type d'élément finis :
  - Longitudinal : SEG2
  - Transversal : TRI3
- Résolution explicite
- Description des grands déplacements

*Modélisation FEM et DEM (Code CAST3M)*

# Modèle numérique



Rhéologie du bois vert  
sous sollicitation  
dynamique mal connue

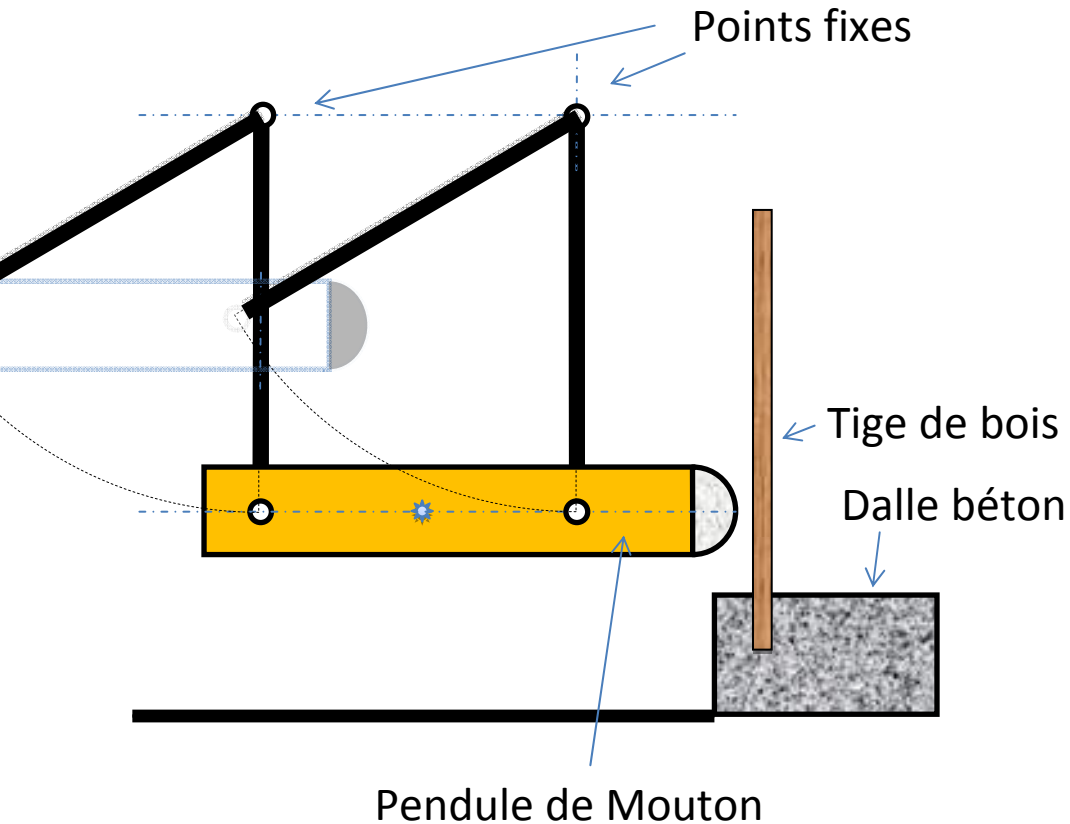


**Traction :** Elastique fragile  
**Compression :** Elasto-plastique parfait

*Loi de comportement du bois (Code CASTEM)*



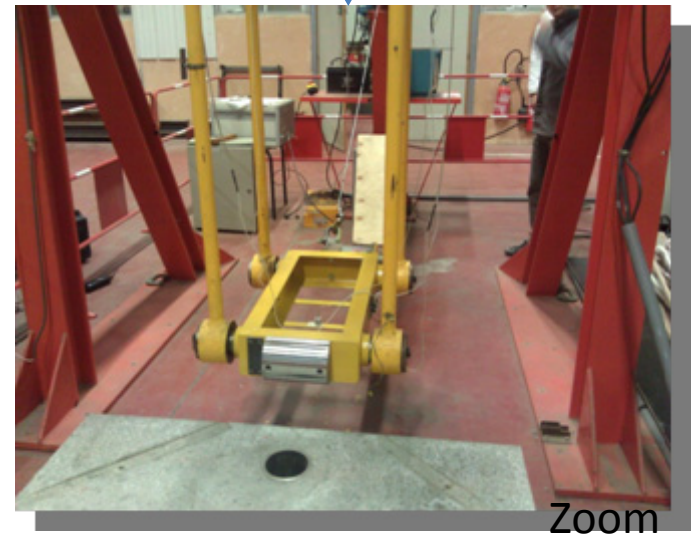
# Essais



- 93kg (pendule) + 36kg (barres)
- Translation circulaire

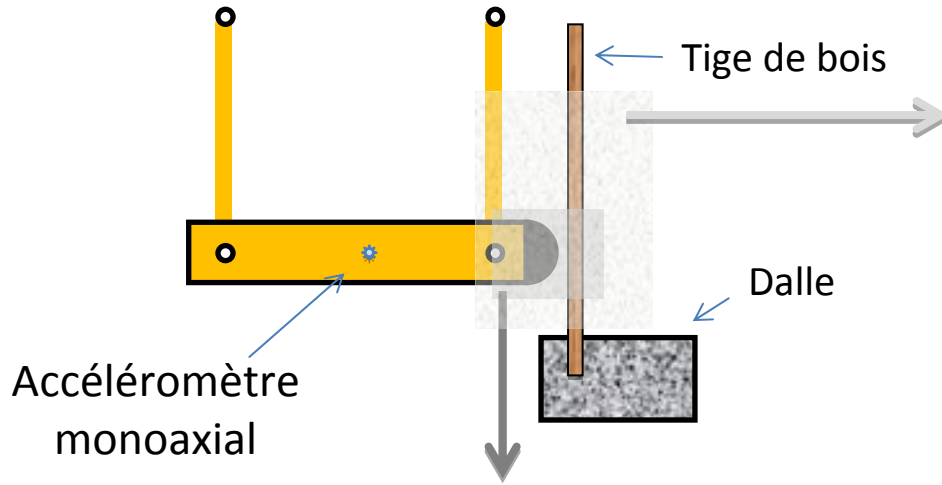


Vue d'ensemble



*Test d'impact : Pendule de Mouton-Charpy*

# Essais



Champ large

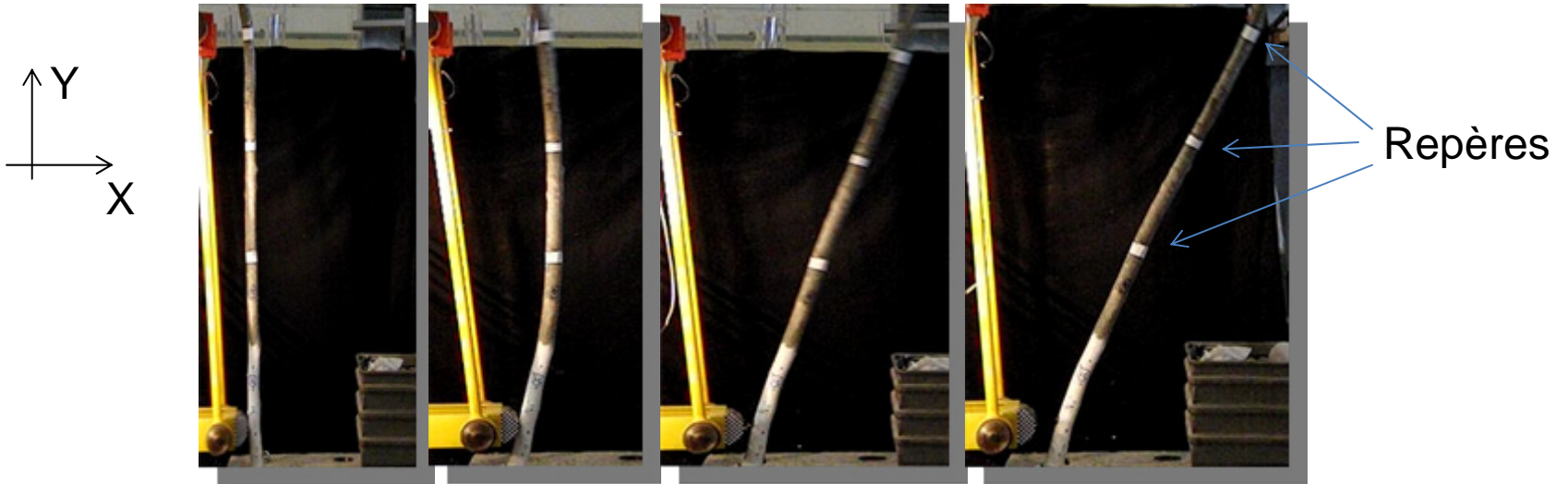


Champ proche

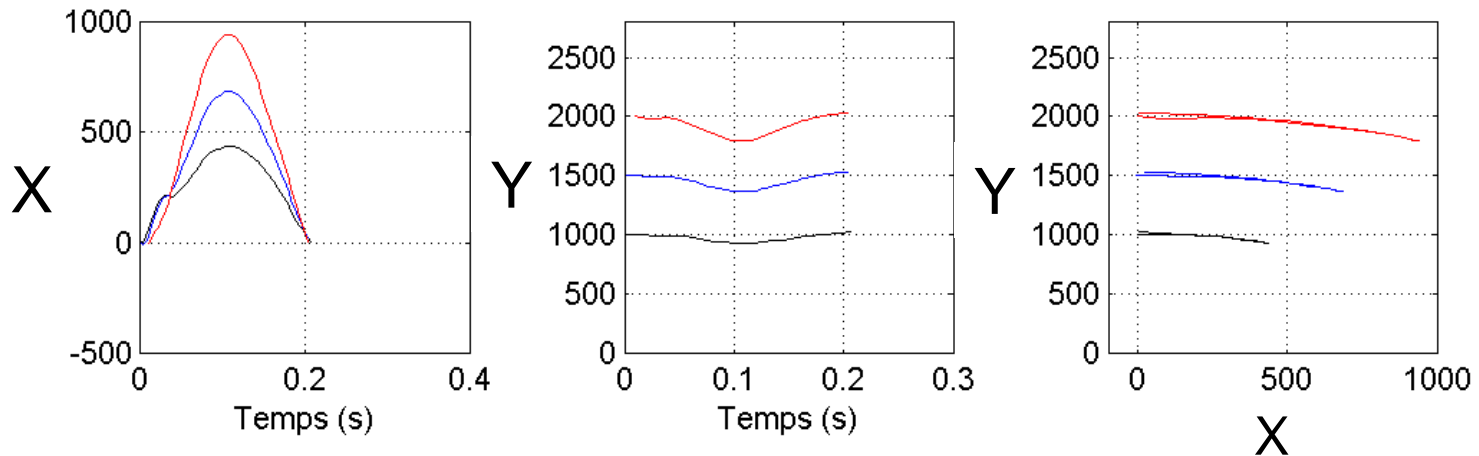
*Test d'impact : Instrumentation*

# Essais

Déplacement de la tige



Déplacements des repères par analyse d'images

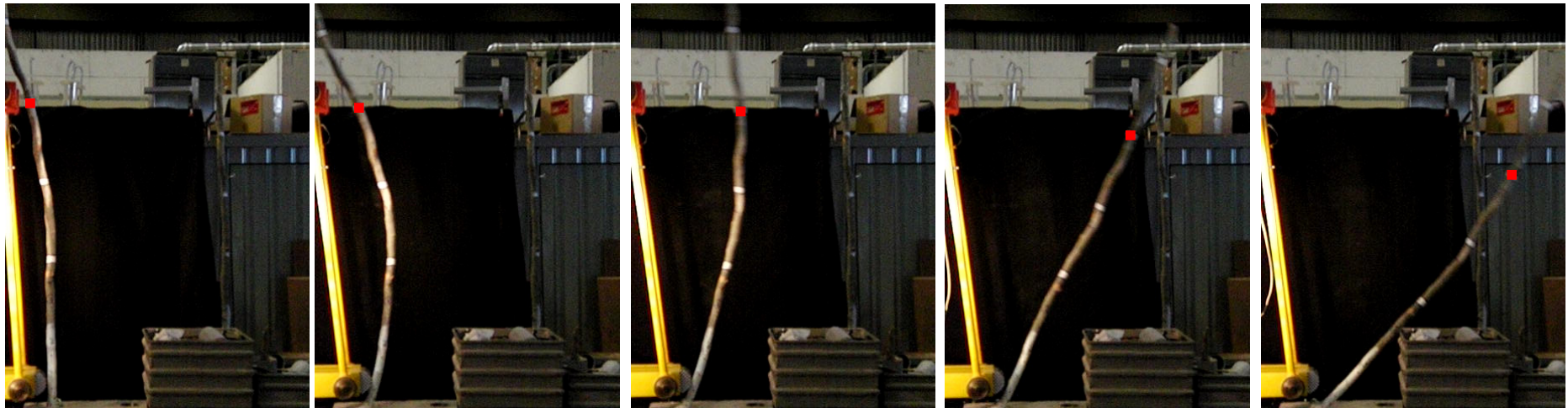


*Test d'impact : Instrumentation*

# Essais

Déplacement de la tige

*Détection des coordonnées de points de repère sur chaque image*



*Test d'impact : Instrumentation*

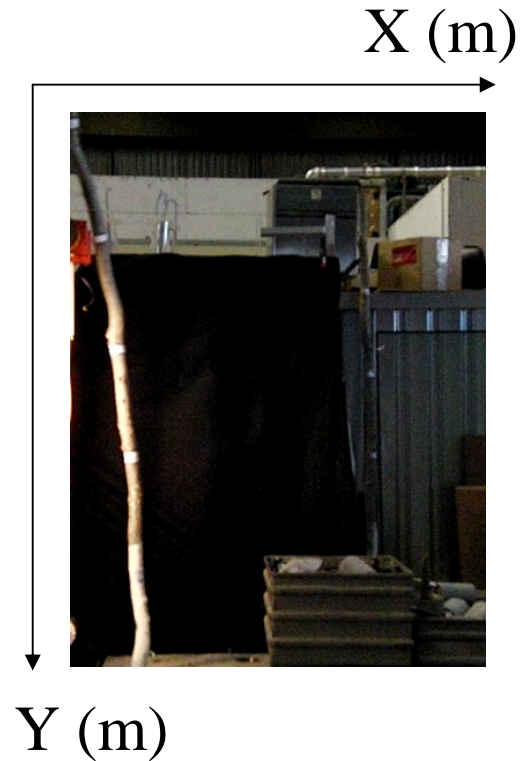
# Essais

Déplacement de la tige

*Correction de la distorsion des images*



Pixel -> mm

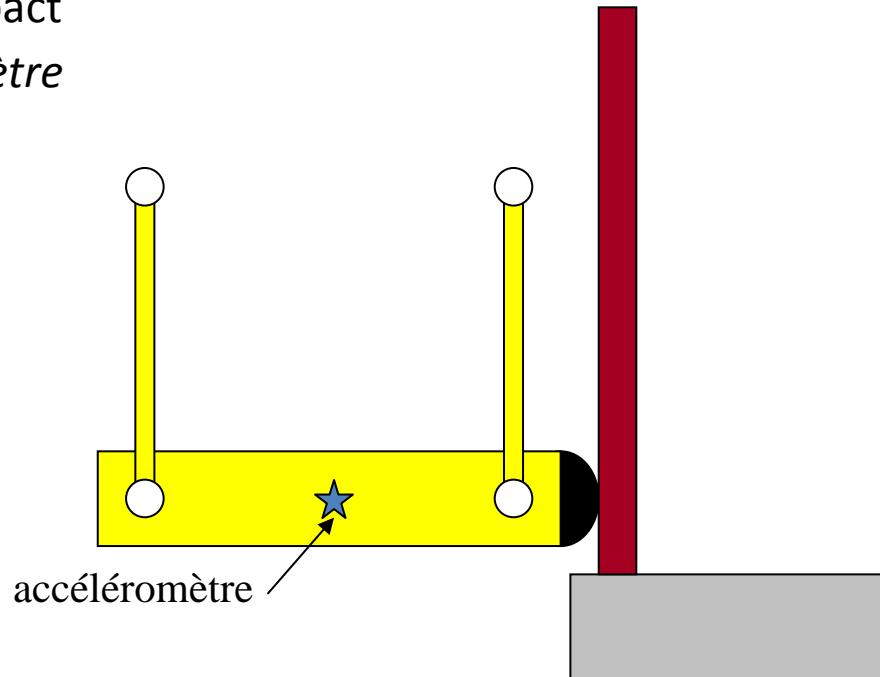


*Axes non réguliers*

*Test d'impact : Instrumentation*

# Essais

Force d'impact  
*Accéléromètre*



Translation circulaire

⇒ *Accélération identique en tout point du projectile*

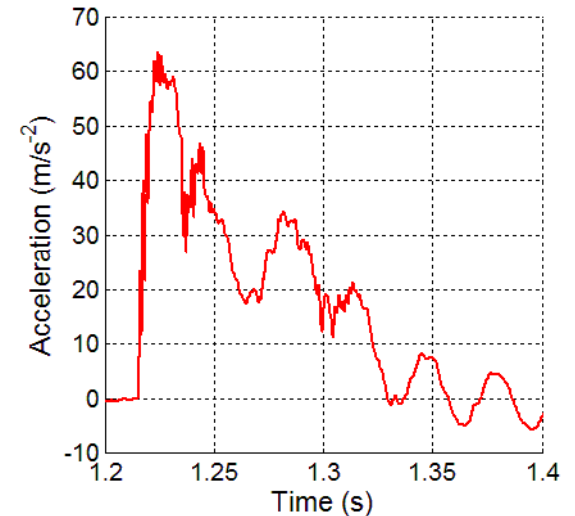
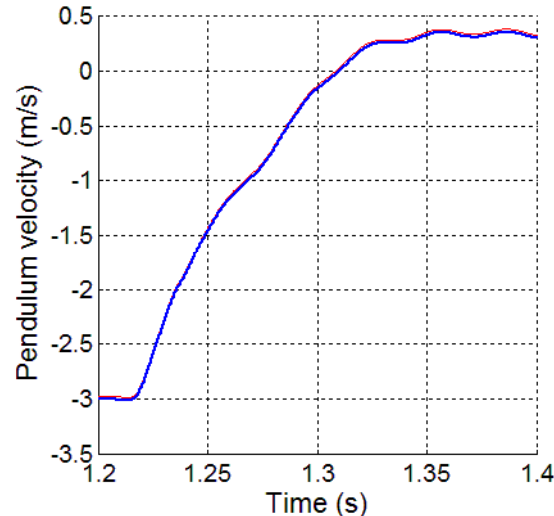
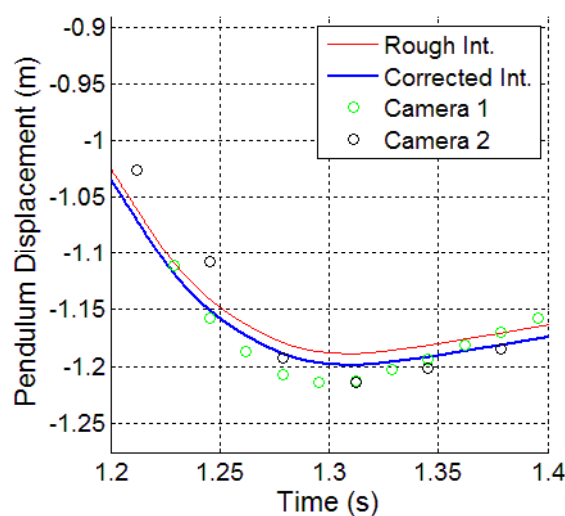
$$\vec{F}_{imp} = m_{projectile} \vec{\gamma}_G$$

*Test d'impact : Instrumentation*

# Essais

Mesure du déplacement du projectile

*Comparaison des mesures issues des caméras rapides et de l'accéléromètre*



⇒ - *Déplacements identiques*

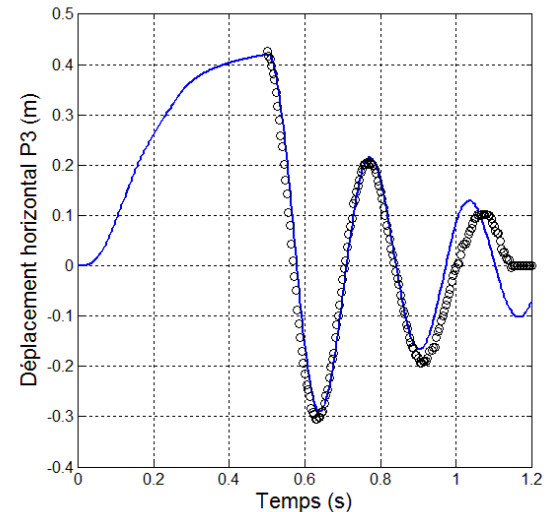
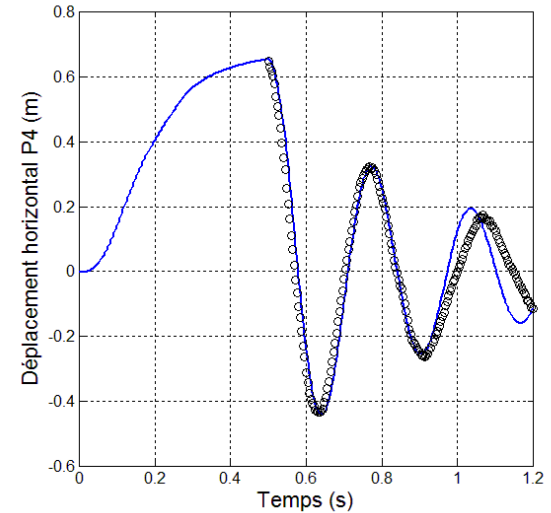
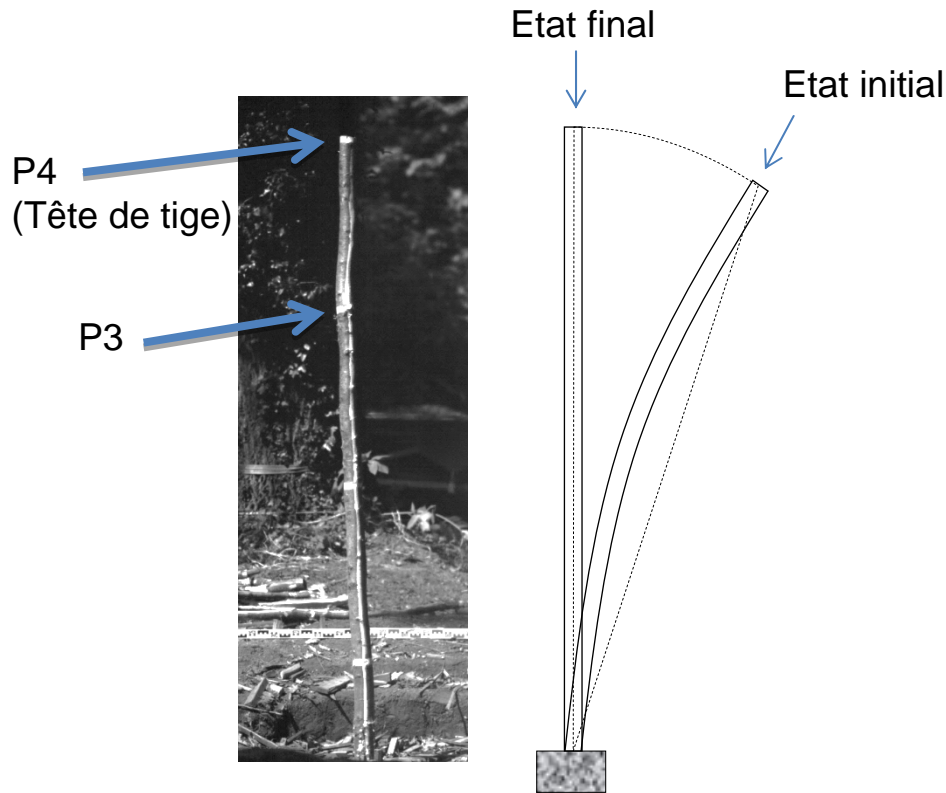
- *Forte incertitude sur la mesure de l'amplitude de la force d'impact*

- *Mesure précise de : - durée de contact*

- *évolution temporelle de la force d'impact*

***Test d'impact : Instrumentation***

# Calibration modèle numérique



## Essai de vibration libre

### Caractérisation

- Module d'Young
- Amortissement

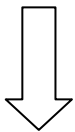
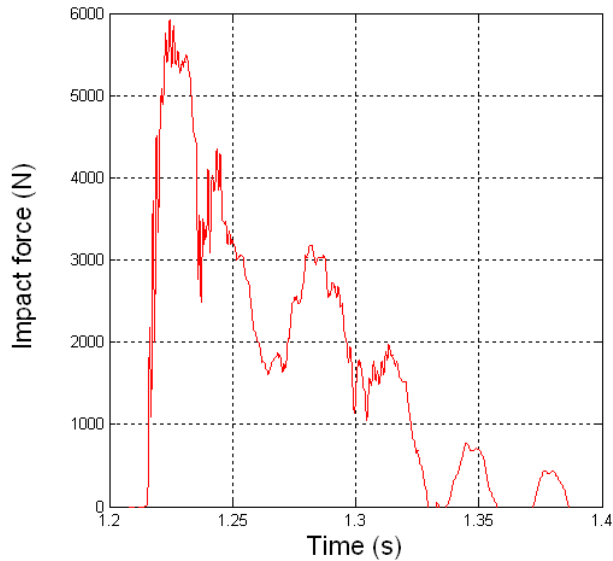
*Exploitation des résultats expérimentaux*



# Calibration modèle numérique

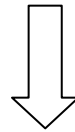
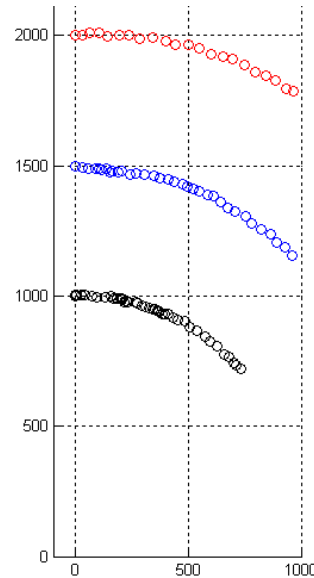
30 essais ( $6 \text{ cm} < d_{\text{arbre}} < 8 \text{ cm}$ )

Force d'impact  
(durée et forme générale)

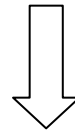
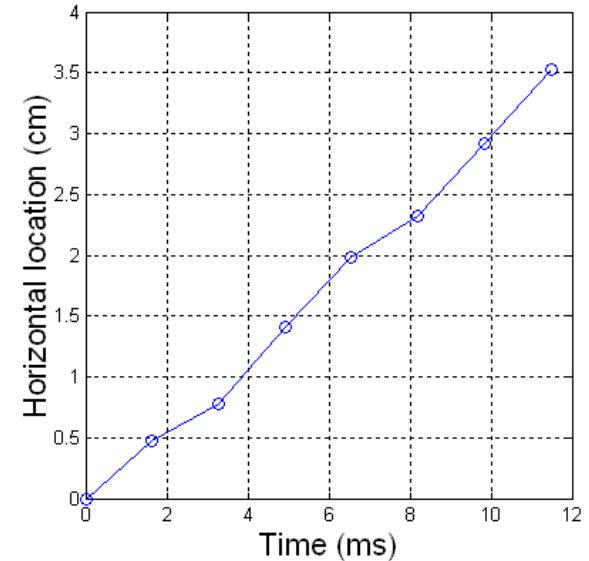


*Calibration*  
Modèle de contact

Déformation de la tige



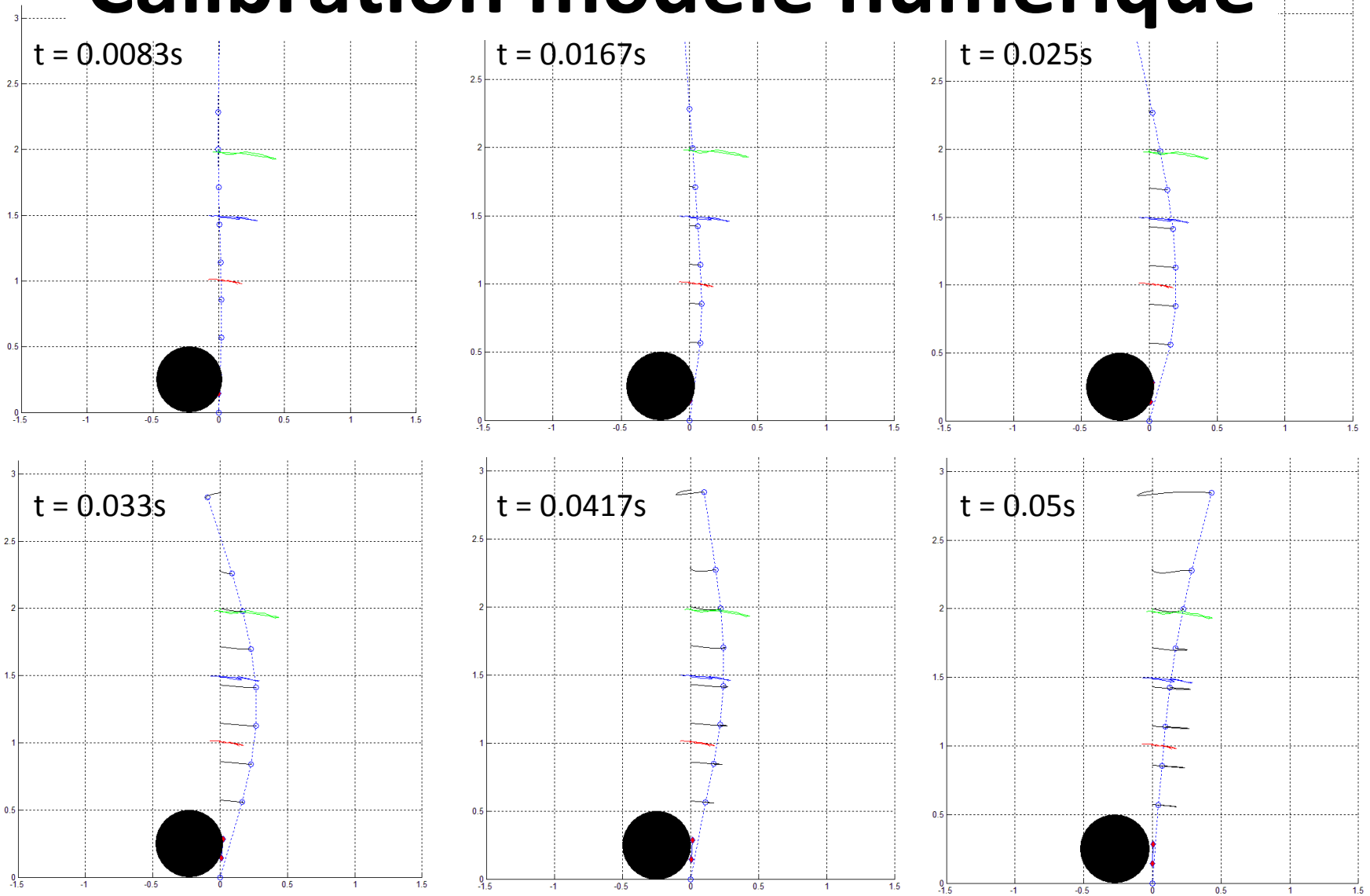
*Calibration*  
Rhéologie du bois vert



*Calibration*  
Modèle de contact  
(dissipation énergie)

*Exploitation des résultats expérimentaux*

# Calibration modèle numérique



*Exploitation des résultats expérimentaux*

## Conclusions :

- ✓ Banc d'essais d'impact
- ✓ Protocole de calibration du modèle EF d'interaction bloc/tige
- ✓ Base de donnée expérimentale

## Perspectives :

- ✓ Calibration complète du modèle d'interaction bloc/arbre
- ✓ Campagne expérimentale de validation
- ✓ Utilisation du modèle EF
  - > définition d'une loi d'interaction cèpée/bloc
- ✓ Autres usages des essais : ouvrages de bois, capacité dissipative des "bois morts"...
- ✓ Validation de l'approche par des essais "de terrain"

# QUESTIONS

**Merci de votre attention**