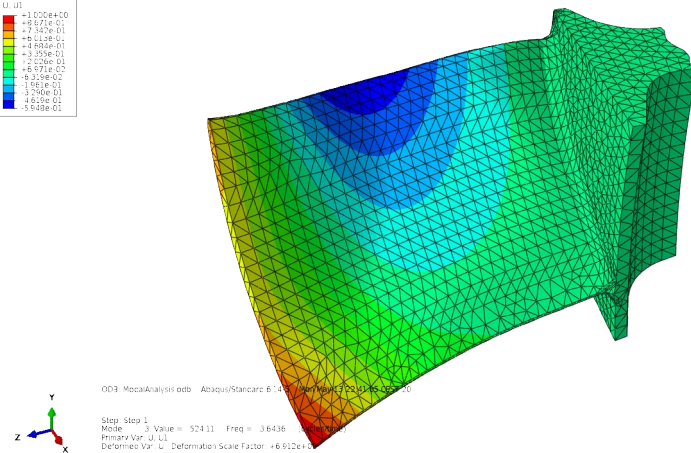
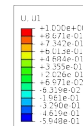


# Tutoriel Abaqus: Réponse transitoire d'une structure par projection modale

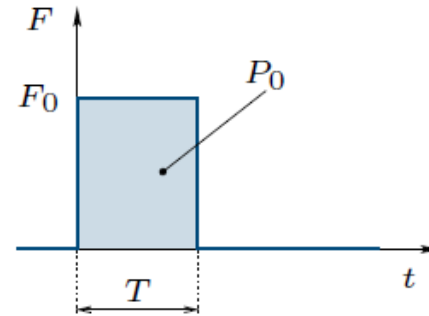
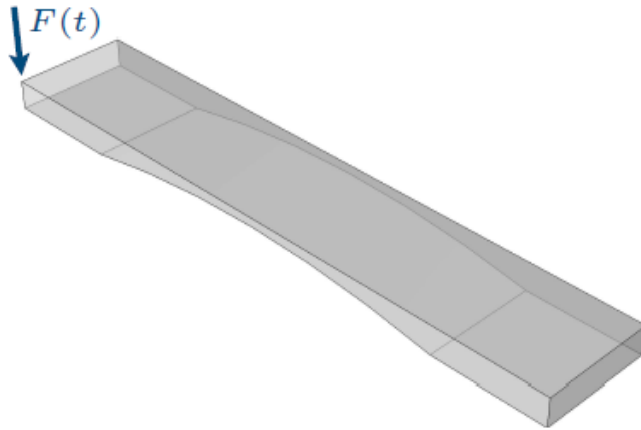
olivier.thomas@ensam.eu  
simon.benacchio@ensam.eu

SIMULIA  
ABAQUS

ARTS  
ET MÉTIERS  
ParisTech  
Lille



# Problème à l'étude

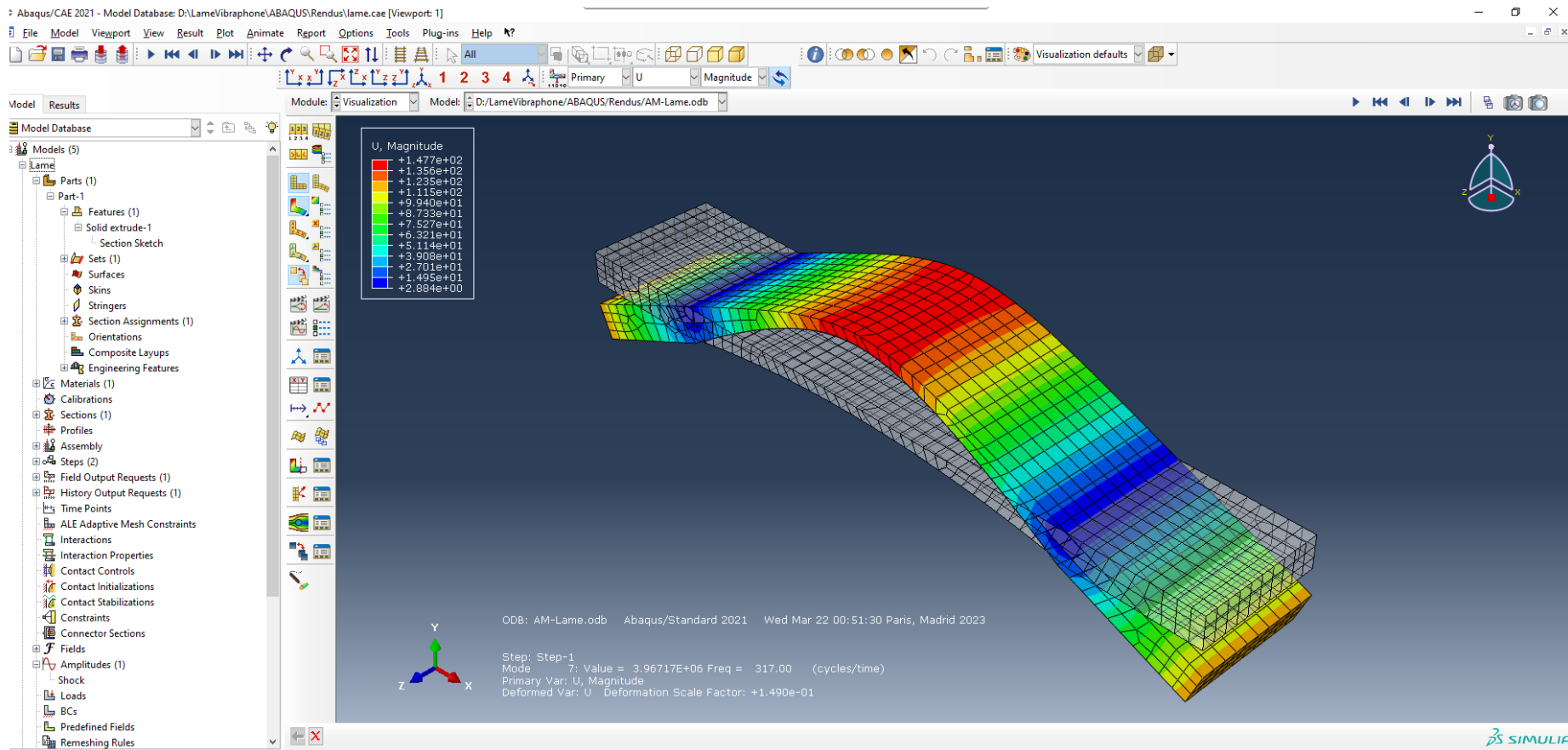


On considère une lame de vibraphone soumise à un choc représenté par la force  $F(t)$  verticale. On rappelle que c'est la percussion  $P_0$  (l'aire sous la courbe) qui conditionne l'intensité du choc. La durée  $T$  du choc conditionne la fréquence maximale d'excitation (de l'ordre de  $1/T$ ), pour laquelle tous les modes dont la fréquence propre est supérieure sont mal excités.

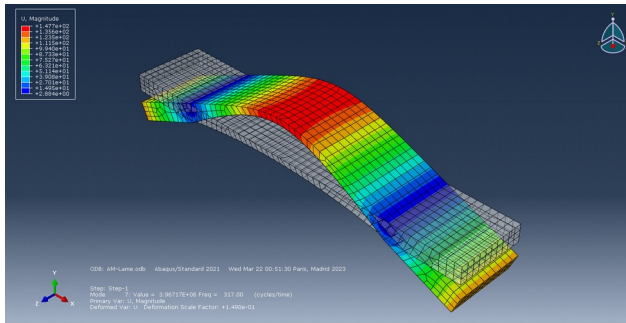
On s'intéresse ici à la simulation des oscillations de la lame en fonction du temps.

# Point de départ

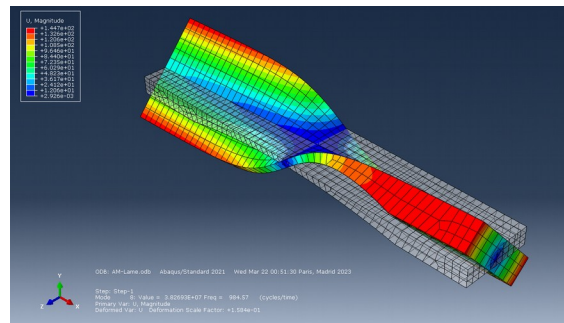
- La géométrie, le matériau, les conditions aux limites, le maillage et une analyse modale ont été définis et effectués



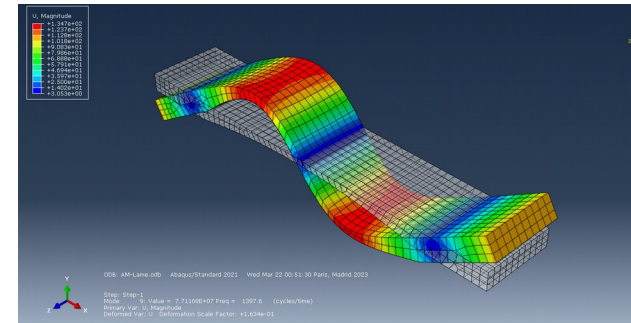
# Analyse modale



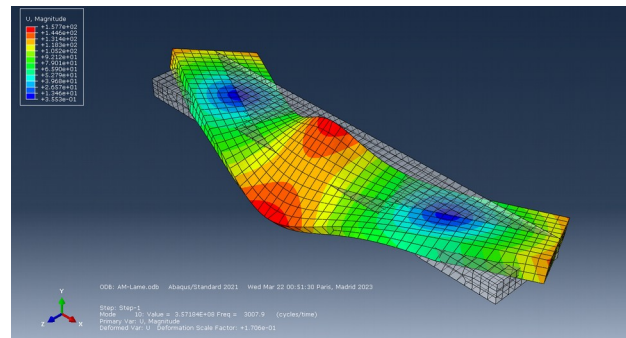
1F - 317 Hz



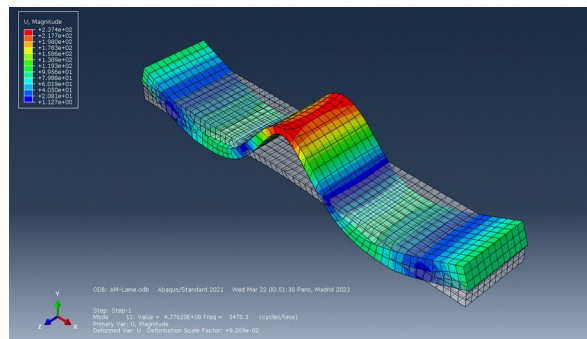
1T - 985 Hz



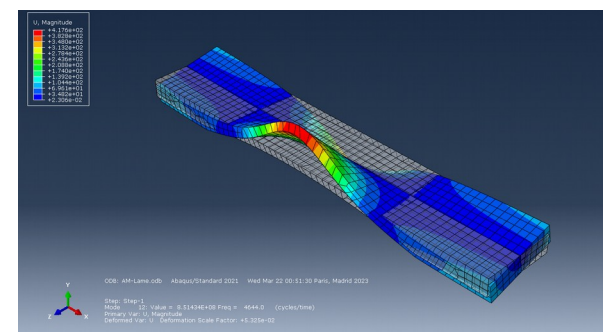
2F - 1398 Hz



1F2 - 3008 Hz



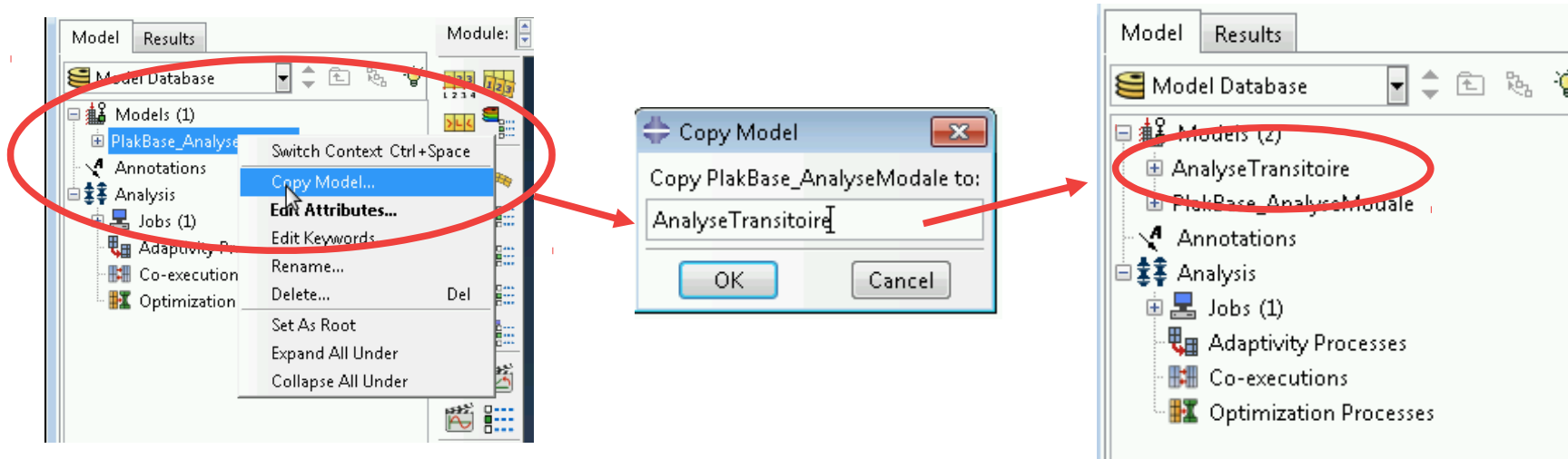
3F - 3478 Hz



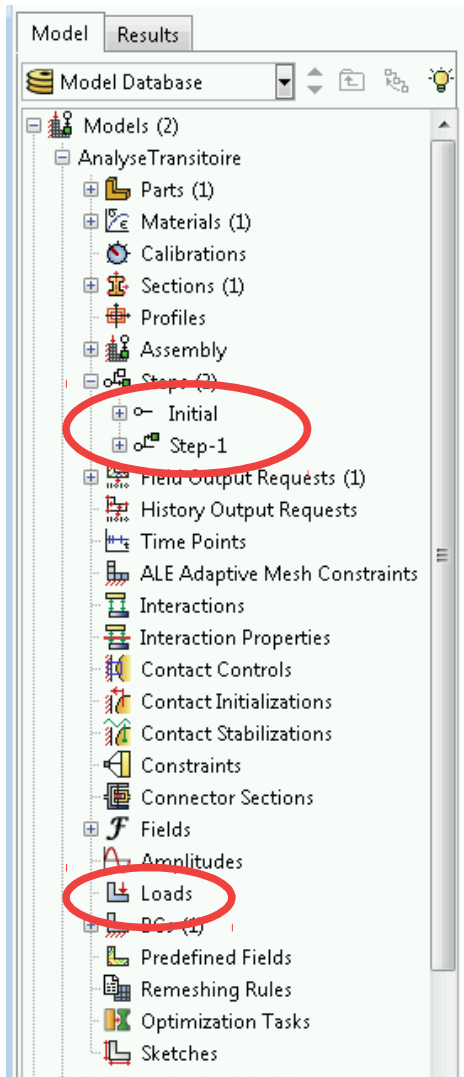
2T - 4644 Hz

# Création d'un modèle par étude

- Il est commode de dupliquer le modèle initial qui a servi à l'analyse modale, de le renommer et ensuite de s'en servir pour l'analyse transitoire.



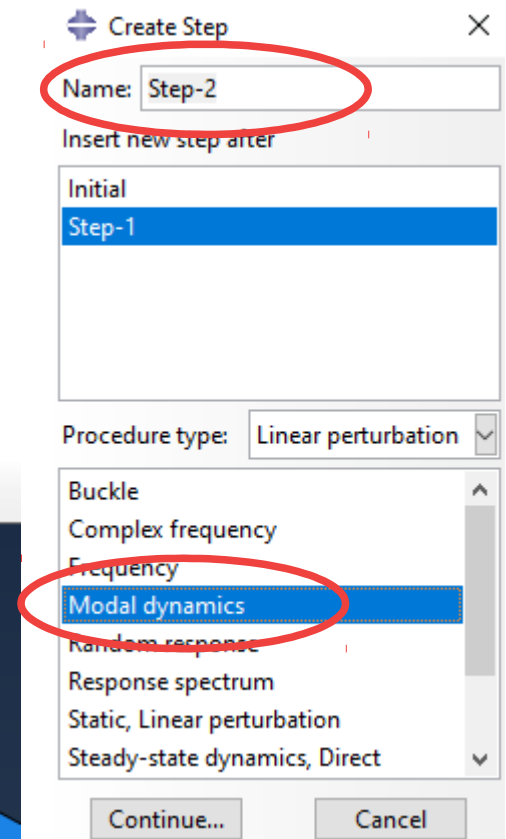
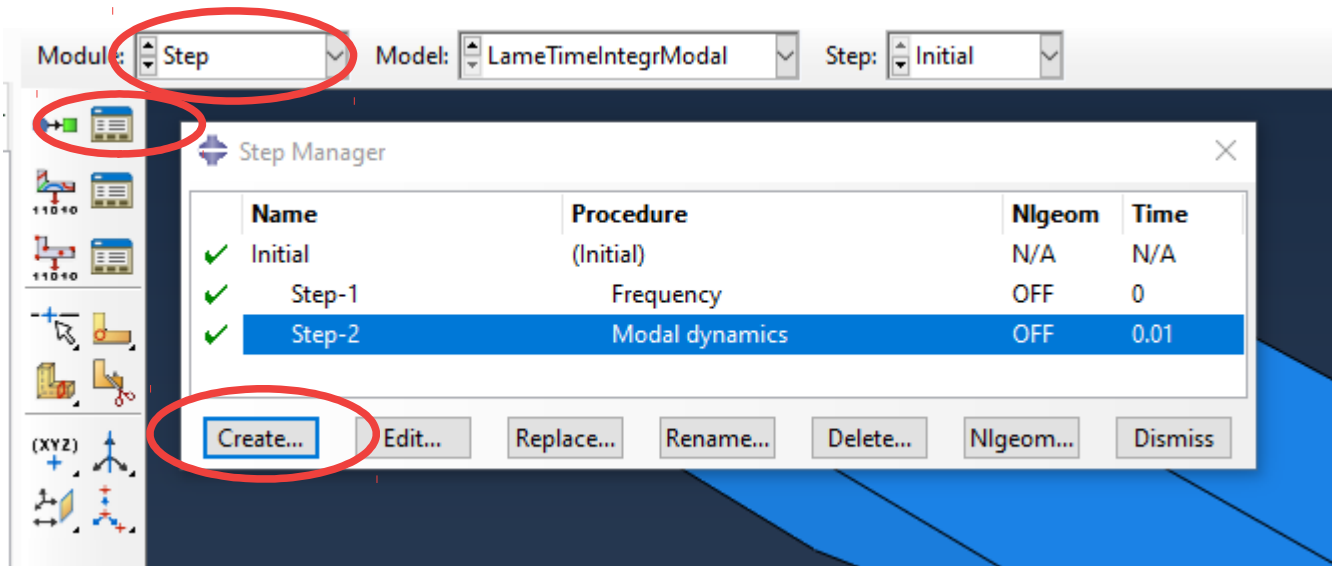
# Modification du modèle pour l'analyse transitoire



- On conserve tout (géométrie, matériau, maillage, conditions aux limites)
- On modifie :
  - → la partie « step » (étapes de calcul) pour créer une analyse transitoire
  - → le module « load » (chargement) pour créer le chargement de type choc

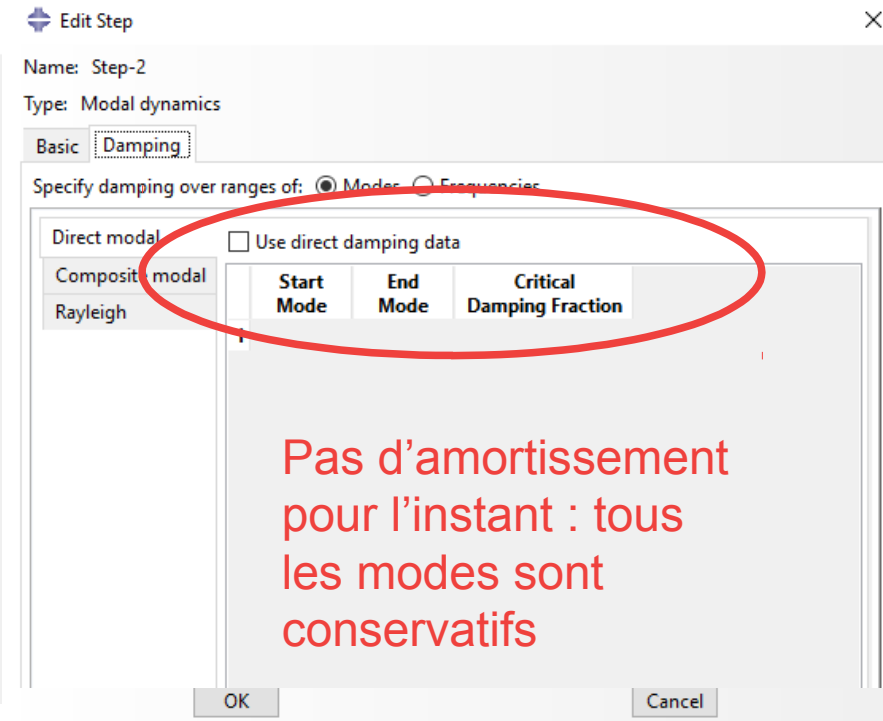
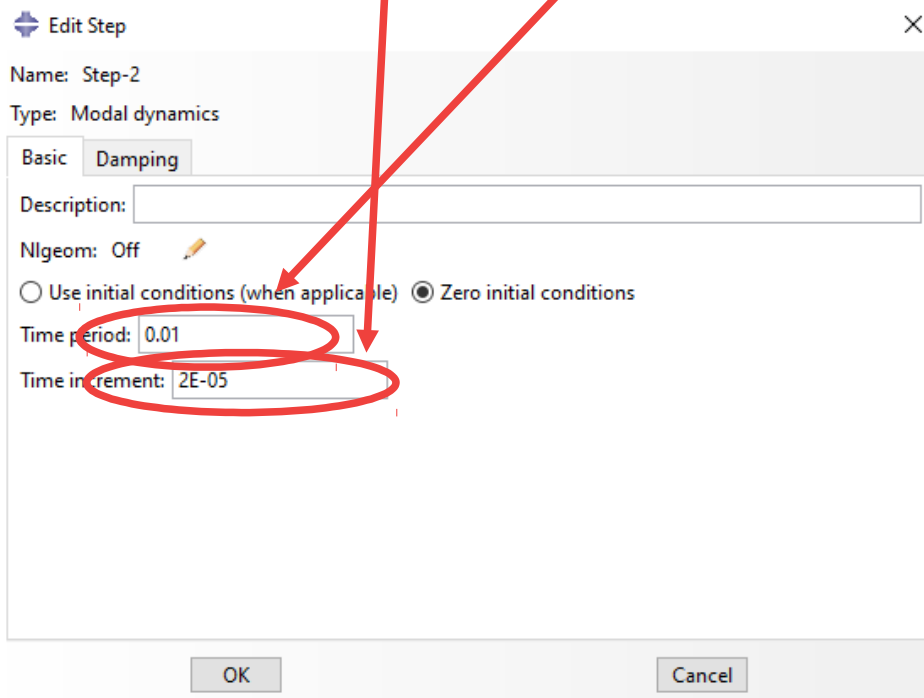
# Étape de calcul

- En intégration modale, la réponse dynamique du système est calculée par superposition modale. Il faut donc GARDER l'analyse modale en « Step-1 »
- On ajoute en « Step-2 » un calcul dynamique sur base modale (« modal dynamics »)



# Réglage des paramètres (Step-2)

- Régler le temps total de simulation, en fonction du nombre N de périodes du mode fondamental, par exemple ( $T=N/f_1$ ) avec  $f_1$  sa fréquence
- Régler le pas d'échantillonnage, inverse de la fréquence d'échantillonnage (penser au théorème de Shannon en fonction de la plus haute fréquences souhaitée dans le spectre)
- Comme c'est de la dynamique modale, le modèle est réduit (sur le nombre de modes calculés à la « Step-1 » (voir p. suivante)



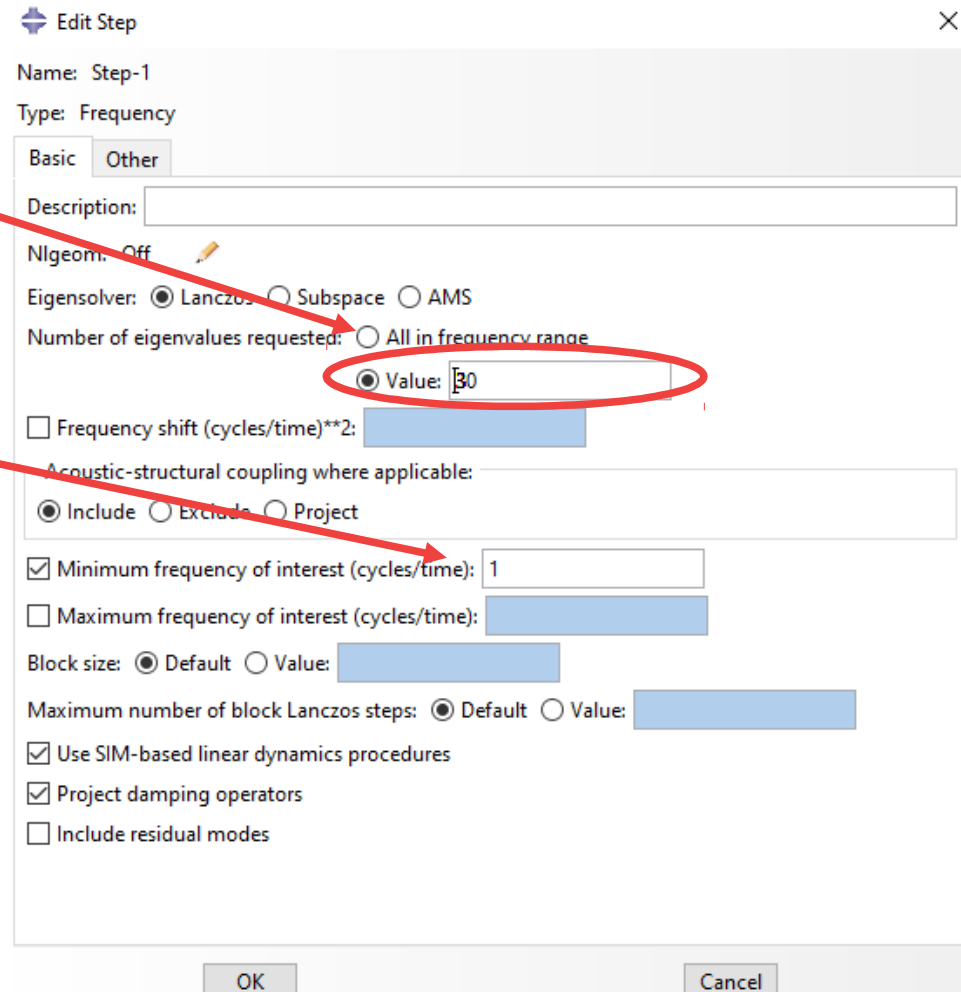
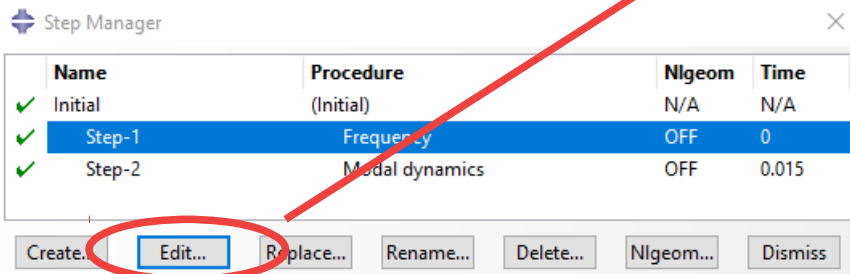


# Réglage des paramètres (Step-1)

- *La base modale utilisée à la « Step-2 » est celle calculée à la « Step-1 ».*

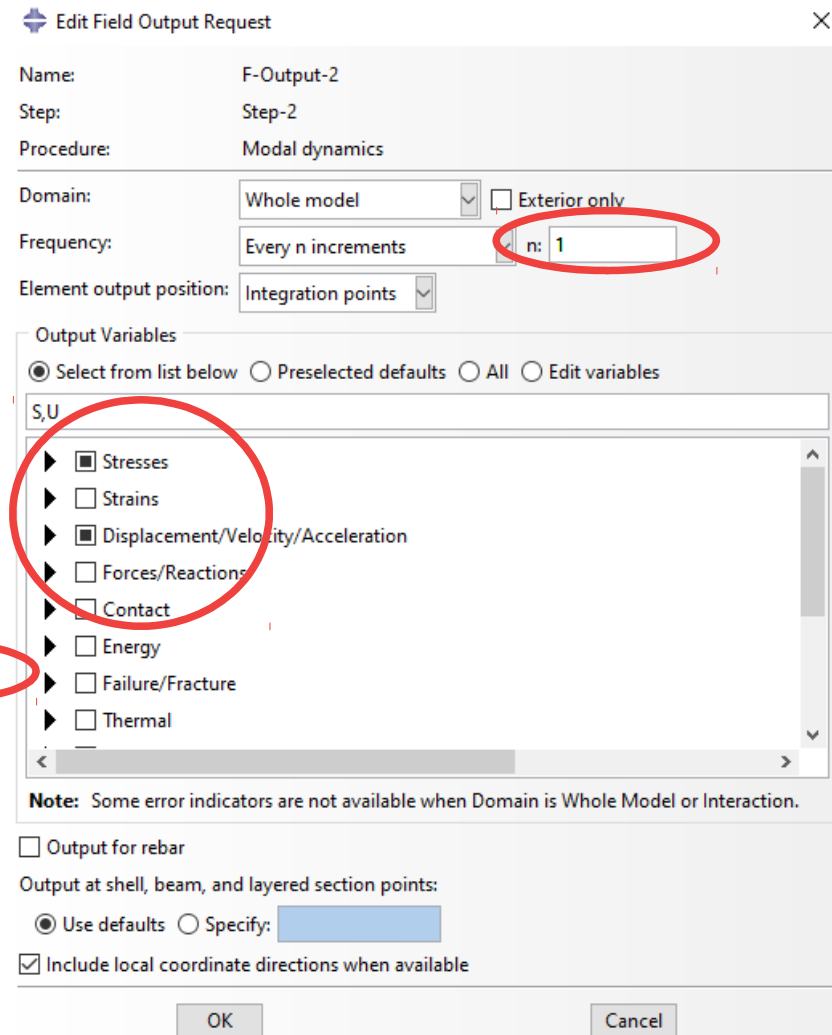
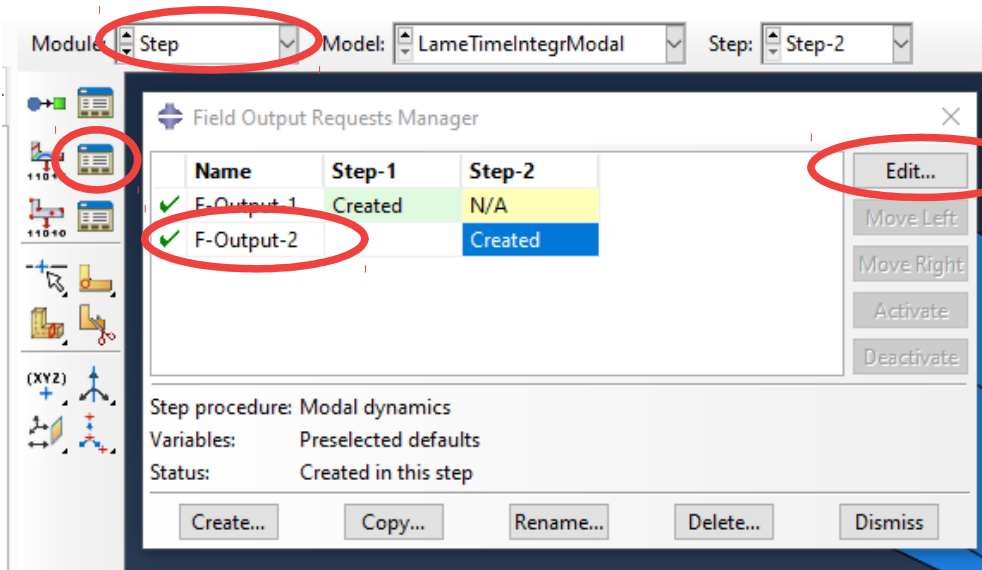
- Il faut donc :  
1/ spécifier le nombre de modes à conserver

2/ enlever les éventuels modes de solide rigide



# Réglage des paramètres

- Il faut absolument choisir les champs à calculer
- Pour avoir de jol visualisation, il peut être nécessaire de stocker tous les pas de calcul.
- Attention au coût de stockage mémoire !



# Création du choc

- Création d'un choc de 10N pendant 0.1ms

The image shows a sequence of dialog boxes in ANSYS software for creating a shock load. Red circles and arrows highlight key steps and values.

**Create Load Dialog:** Name: Load-1, Step: Step-2, Procedure: Modal dynamics, Category: Mechanical, Types for Selected Step: Concentrated force. The 'Continue...' button is circled in red.

**Edit Load Dialog:** Name: Load-1, Type: Concentrated force, Step: Step-2 (Modal dynamics), Region: Set-12, CSYS: (Global), Distribution: Uniform, CF1: 0, CF2: -10, CF3: 0, Amplitude: Shock. The values -10 and Shock are circled in red.

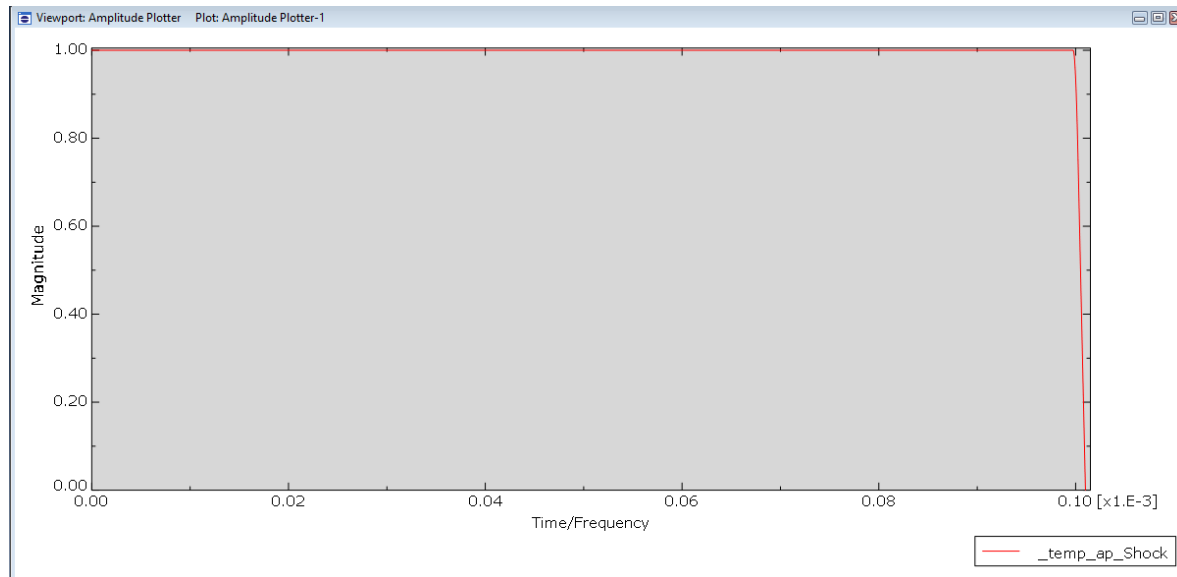
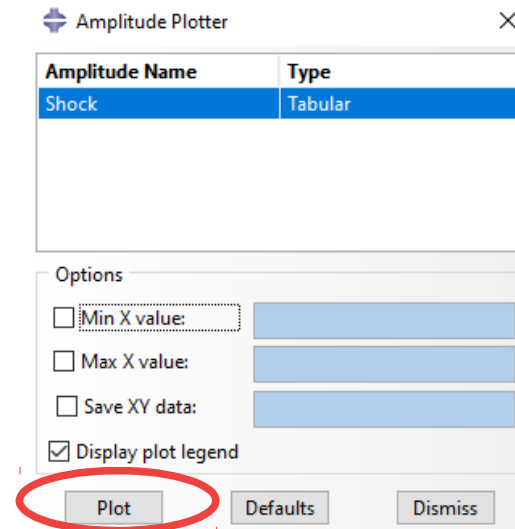
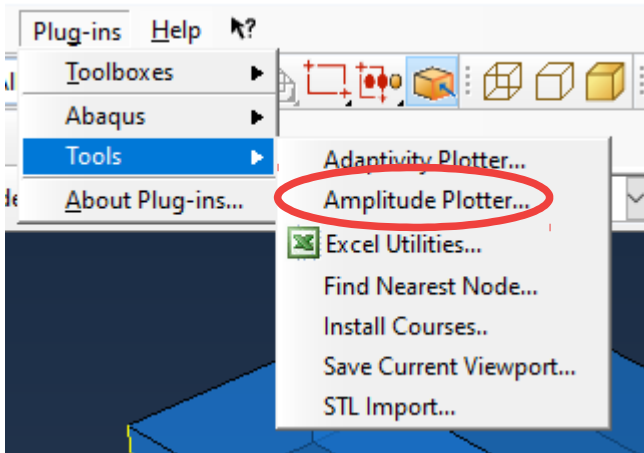
**Create Amplitude Dialog:** Name: Shock, Type: Tabular. The 'Continue...' button is circled in red.

**Edit Amplitude Dialog:** Name: Shock, Type: Tabular, Time span: Step time, Smoothing: Use solver default. The 'Specify' option is selected. The Amplitude Data table is circled in red.

	Time/Frequency	Amplitude
1	0	1
2	0.0001	1
3	0.000101	0

# Visualisation du profil de force

- Création d'un choc de 1N pendant 1ms



# Création et lancement du calcul

- Création et lancement du calcul (submit)
- Visualisation de l'avancement du calcul avec « monitor ». C'est moins long qu'une analyse dynamique par intégration directe car c'est le nombre de modes qui compte !!!! On peut se permettre d'avoir un maillage raffiné sans pour autant augmenter beaucoup le temps de calcul de la « Step-2 » (cela joue sur le stockage des données et sur le calcul des modes (« Step-1 »)).

The screenshot shows the Abaqus Job Manager and Ti\_modal Monitor windows. The Job Manager window displays a list of jobs with the following data:

Name	Model	Type	Status
AM-Lame	Lame	Full Analysis	Completed
AM-LameBendingOnly	LameBendingOnly	Full Analysis	Completed
TI	LameTimeIntegrDirect	Full Analysis	Completed
Ti_modal	LameTimeIntegrModal	Full Analysis	Completed

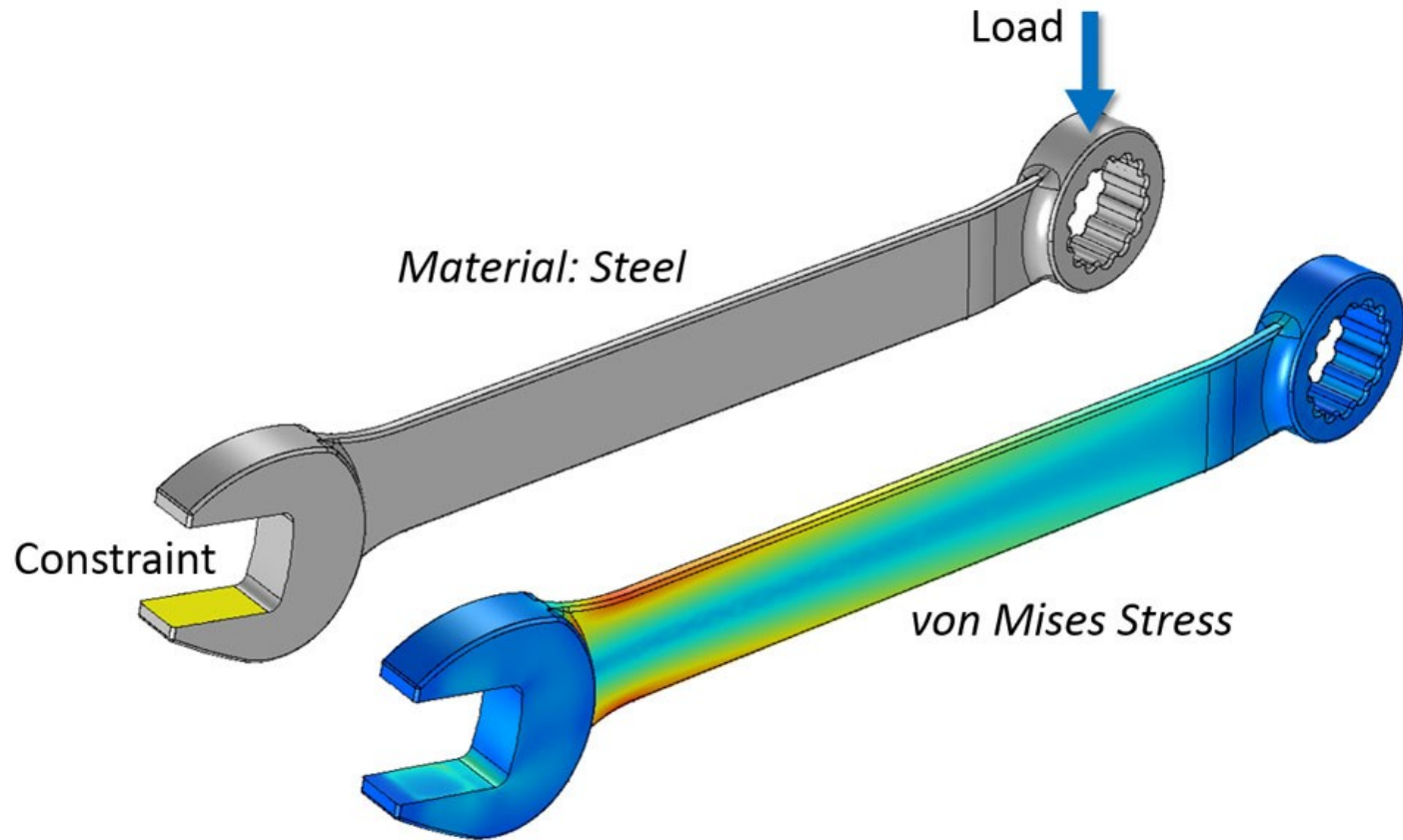
The Ti\_modal Monitor window shows the following data:

Step	Increment	Att	Severe Discon Iter	Equil Iter	Total Iter	Total Time/Freq	Step Time/LPF	Time/LPI Inc
1	2	747	1	0	0	0	0.01494	2e-05
1	3	748	1	0	0	0	0.01496	2e-05
1	4	749	1	0	0	0	0.01498	2e-05
2	1	750	1	0	0	0	0.015	2e-05

The Ti\_modal Monitor window also shows the following text:

Completed: Abaqus/Standard  
Completed: Wed Mar 22 02:10:22 2023

# Visualisation des résultats



# Visualisation des résultats

Job Manager

Name	Model	Type	Status
AM-Lame	Lame	Full Analysis	Completed
AM-LameBendingOnly	LameBendingOnly	Full Analysis	Completed
TI	LameTimeIntegrDirect	Full Analysis	Completed
<b>TI_modal</b>	LameTimeIntegrModal	Full Analysis	Running

Write Input  
Data Check  
Submit  
Continue  
**Monitor...**  
Results  
Kill

Create... Edit... Copy... Rename... Delete... Dismiss

Model Results

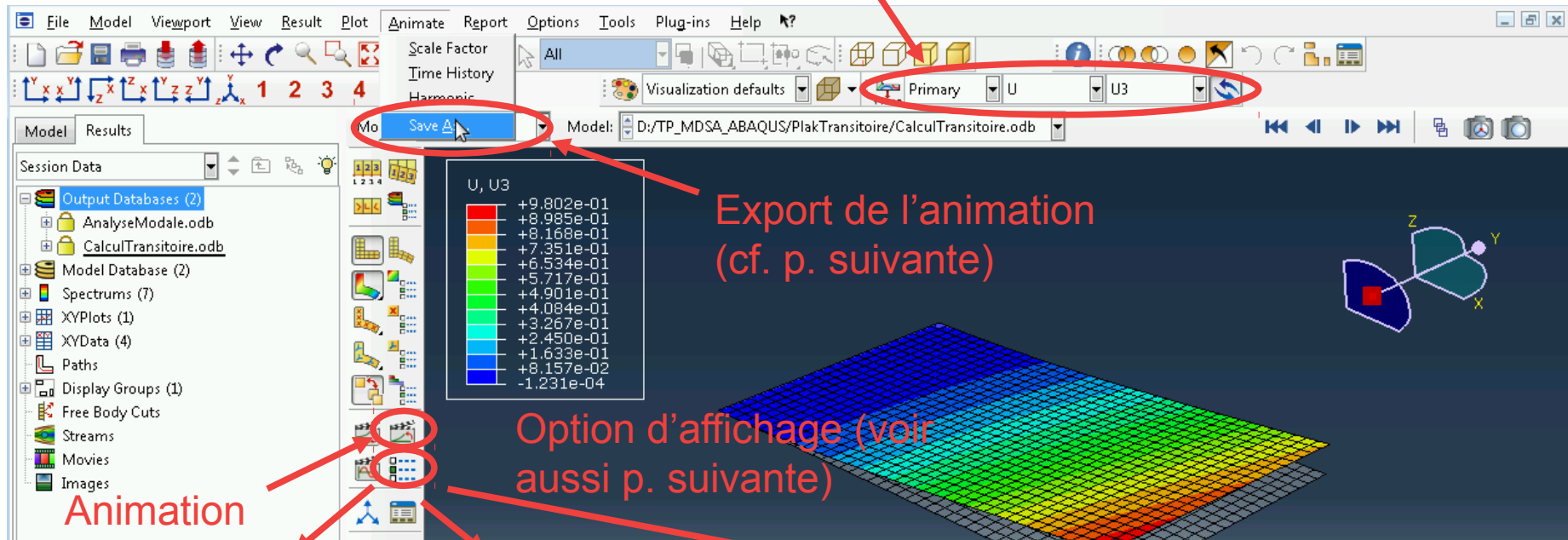
Session Data

- Output Databases (3)
  - AM-Lame.odb
  - TI.odb
  - TI\_modal.odb**
- Model Database (3)
- Spectrums (7)
- XYPlots
- XYData
- Paths
- Display Groups (1)
- Free Body Cuts
- Streams
- Movies
- Images

Module: [dropdown]

# Animation de la déformée

Visualisation du déplacement en niveau de couleur

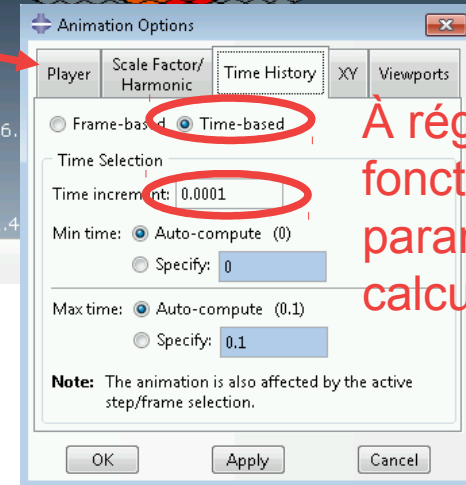
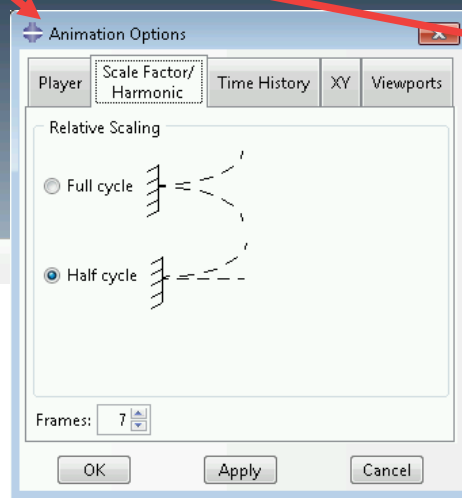
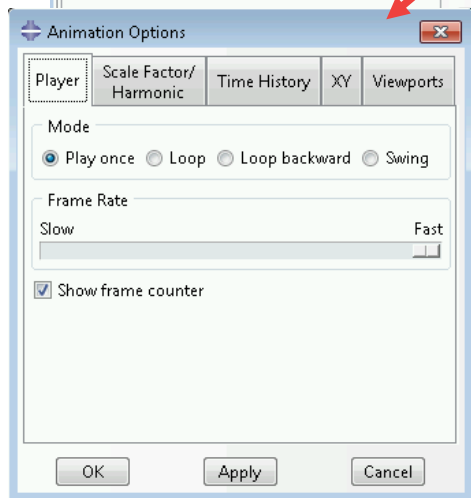


Export de l'animation  
(cf. p. suivante)

Option d'affichage (voir  
aussi p. suivante)

Animation

À régler en  
fonction des  
paramètres du  
calcul (step)





# Export de l'animation

The image shows the Abaqus software interface with several dialog boxes and annotations. The main window displays a 3D plot of a stress field (U, U3) on a rectangular domain, with a color scale ranging from -1.231e-04 to +9.802e-01. The plot is annotated with '2. export de l'animation'.

Annotations and steps:

- 1. lancer l'animation**: A red arrow points to the 'Animate' menu and the 'Save Image Animation' button in the toolbar.
- 2. export de l'animation**: A red arrow points to the 'Save Image Animation' dialog box.

Dialog boxes and settings:

- Common Plot Options**:
  - Render Style:  Wireframe,  Hidden,  Filled,  Shaded
  - Deformation Scale Factor:  Auto-compute (1),  Uniform,  Nonuniform
  - Value: 100
- Contour Plot Options**:
  - Min/Max:  Auto-compute (0),  Show location
  - Specify: 0
  - Auto-Computed Limits:  Recompute limits for each frame
- Save Image Animation**:
  - File name: [empty]
  - Format: AVI
  - Capture: All Viewports
  - Frame Rate (frames/sec): Rate: 24
- AVI Options**:
  - Image Size (pixels):  Use size on screen (1507 x 738)
  - Width: 1507, Height: 738
  - Compression:  Microsoft Vidéo 1
  - Quality: 75

# Création de données « XY »

**Create XY Data**

Source

- ODB history output
- ODB field output
- Thickness
- Free body
- Operate on XY data
- ASCII file
- Keyboard
- Path

Continue... Cancel

**XY Data from ODB Field Output**

Steps/Frames

Note: XY Data will be extracted from the active steps/frames

Variables Elements/Nodes

Output Variables

Position: Unique Nodal

Click checkboxes or edit the identifiers shown next to Edit below.

- U: Spatial displacement
  - Magnitude
  - U1
  - U2
  - U3
- OR: Rotational displacement
- V: Spatial velocity
  - Magnitude
  - V1
  - V2
  - V3
- VR: Rotational velocity

Edit: U,U3,V,V3

Section point:  All  Select Settings...

Save Plot Dismiss

**XY Data from ODB Field Output**

Steps/Frames

Note: XY Data will be extracted from the active steps/frames

Variables Elements/Nodes

Selection

Method:  1 Nodes selected

Node labels:  1 Nodes selected

Node sets

Internal sets

Highlight items in viewport

Save Plot Dismiss

Sélection de plusieurs champs

Sélection de plusieurs noeuds

# Tracé de l'évolution temporelle

- Répéter les opérations précédentes pour créer autant de courbes que souhaité, si besoin.

Export pour tracé Excel

The screenshot displays the Abaqus/CAE interface. The main window shows a time-series plot with two y-axes: Velocity (left, ranging from -0.20 to 0.20) and Displacement (right, ranging from 0.00 to 1.00). The x-axis is Time, ranging from 0.00 to 0.10. Three data series are plotted: a red line for U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 493, a blue line for U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 2809, and a purple line for V:V3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 493. A red circle highlights the 'Report' menu, with an arrow pointing to the 'Field Output...' option. Another red circle highlights the 'XYData (3)' folder in the left-hand 'Session Data' tree, with an arrow pointing to the three data series listed. A 'Report XY Data' dialog box is open on the right, showing the 'Setup' tab with options for file name, output format, and data selection. A legend at the bottom right identifies the three data series.

Tracé et stockage des courbes

—	U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 493
—	U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 2809
—	V:V3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 493

# Opérations mathématiques sur les données

**Create XY Data**

Source

- ODB history output
- ODB field output
- Thickness
- Free body
- Operate on XY data
- ASCII file
- Keyboard
- Path

**Operate on XY Data**

Enter an expression by typing and selecting XY Data and Operators below.  
Example: maxEnvelope( "XYData-2", "XYData-4" ) \* 2.5 + "XYData-5"

"U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 944" - "U:U3 PI: PLAKENCASTREE-1 N: 988"

**XY Data**

Name filter:

Name	Description
U:U3 PI: PLAKENC.	From Field Data: U:U3 at part instance PLAKENCASTREE
U:U3 PI: PLAKENC.	From Field Data: U:U3 at part instance PLAKENCASTREE

**Operators**

- A - XYData, float, or integer
- X - XYData
- I - integer
- F - float

0  
+  
-  
\*  
/  
1/A  
abs(A)  
acos(A)  
append((X,X,...))  
asin(A)  
atan(A)  
avg((A,A,...))  
butterworthfilter(X,F)

**Save XY Data As**

Name: DiffU

Note: The created XY Data object is saved only for the current Abaqus session.

**Operate on XY Data** (Bottom Buttons)

- Create XY Data...
- Save As...
- Plot Expression
- Clear Expression
- Cancel

**Annotations:**

- Écriture de l'opération mathématique
- Sélection des courbes sauvées précédemment
- Sauvegarde comme une nouvelle courbe
- Opérations mathématiques

# Opérations mathématiques sur les données

