

## PERF010 – Calcul élastique d'un diabololo plein en parallèle

---

### Résumé :

L'objectif de ce cas-test est de mesurer les performances parallèles d'un calcul élastique d'une structure 3D massive soumise à un chargement thermique sinusoïdal.

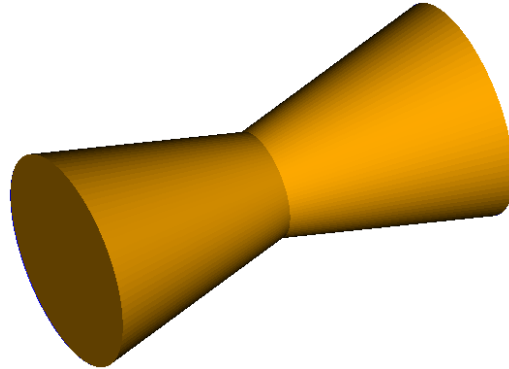
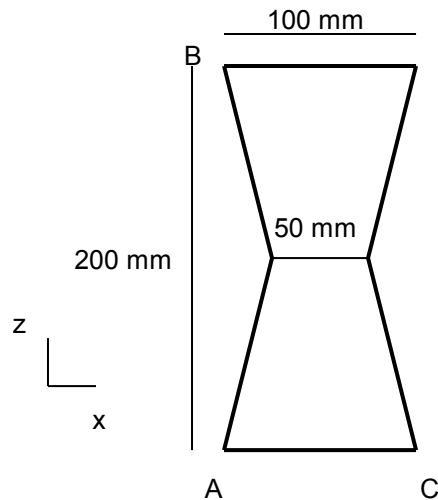
Ce cas-test est directement inspiré de PERF008, modélisation A. Le maillage est composé de mailles `HEXA8`, il comporte  $4.9 \cdot 10^5$  dds.

Les huit modélisations diffèrent par les options de calcul parallèle :

- 1) Modélisation A : séquentiel, solveur `MULT_FRONT`
- 2) Modélisation B : parallèle (OpenMP), 2 processeurs, solveur `MULT_FRONT`
- 3) Modélisation C : parallèle (OpenMP), 4 processeurs, solveur `MULT_FRONT`
- 4) Modélisation D : séquentiel, solveur `MUMPS`
- 5) Modélisation E : parallèle (MPI), 2 processeurs, solveur `MUMPS`
- 6) Modélisation F : parallèle (MPI), 4 processeurs, solveur `MUMPS`
- 7) Modélisation G : parallèle (MPI), 8 processeurs, solveur `MUMPS`
- 8) Modélisation H : parallèle (MPI), 16 processeurs, solveur `MUMPS`

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



### 1.2 Propriétés du matériau

- $E = 5.10^{11} Pa$
- $\nu = 0.3$
- $\rho = 9800. kg/m^3$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacements imposés :

<i>A</i>	:	$DX = DY = DZ = 0.$
<i>B</i>	:	$DX = DY = 0.$
<i>C</i>	:	$DY = 0.$

Champ thermique imposé :

$$T = \cos(z/\pi)$$

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

Le résultat de référence (déplacement maximum suivant l'axe  $X$  et  $Y$ ) a été obtenu en faisant la moyenne des déplacements calculés lors de plusieurs calculs.

### 2.2 Incertitudes

Solution numérique,

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Nombre de processeurs : 1

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397			
Nombre de mailles	187 680	Soit :		
			SEG2	1 376
			QUAD4	25 792
			HEXA8	160 512

### 3.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option
AFFE MODELE	MODELISATION 3D
AFFE CHAR MECA	DDL IMPO
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC NOM_VARC
MECA STATIQUE	
SOLVEUR	METHODE MULT_FRONT

### 3.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 3.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Alloué e	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	6188.15	499 203	1525.92	56.25	1582.17	1592.04

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation B

Nombre de processeurs : 2 (OpenMP)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 4.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFFE MODELE	MODELISATION	3D
AFFE CHAR MECA	DDL	IMPO
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MULT_FRONT

### 4.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 4.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	6188.15	499 203	1557.33	46.64	1603.97	934.42

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation C

Nombre de processeurs : 4 (OpenMP)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397			
Nombre de mailles	187 680	Soit :		
			SEG2	1 376
			QUAD4	25 792
			HEXA8	160 512

### 5.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option
AFFE MODELE	MODELISATION 3D
AFFE CHAR MECA	DDL IMPO
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC NOM_VARC
MECA STATIQUE	
SOLVEUR	METHODE MULT_FRONT

### 5.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 5.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	6188.15	499203	1734.61	47.92	1782.53	651.26

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation D

Nombre de processeurs : 1

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 6.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFFE MODELE	MODELISATION	3D
AFFE CHAR MECA	DDL	IMPO
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MUMPS
	OUT_OF_CORE	'OUI'

### 6.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 6.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	1362.46 (A) 2619 (M)	499 203	1471.8 2	30.79	1502. 61	1523.18

(A) : mémoire utilisée au plus par JEVEUX (gestionnaire mémoire de Code\_Aster)

(M) : mémoire utilisée au plus par MUMPS

## 7 Modélisation E

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation E

Nombre de processeurs : 2 (MPI)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 7.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFFE MODELE	MODELISATION	3D
AFFE CHAR MECA	DDL_IMPO	
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MUMPS
	OUT_OF_CORE	'OUI'
	MATR_DISTRIBUTUEE	'OUI'

### 7.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 7.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER+SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	1207.86 (A)	499 203	821.07	18.71	839.78	847.34

(A) : mémoire utilisée au plus par JEVEUX (gestionnaire mémoire de Code\_Aster)



## 8 Modélisation F

### 8.1 Caractéristiques de la modélisation F

Nombre de processeurs : 4 (MPI)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 8.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFFE MODELE	MODELISATION	3D
AFFE CHAR MECA	DDL IMPO	
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MUMPS
	OUT_OF_CORE	'OUI'
	MATR_DISTRIBUEE	'OUI'

### 8.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 8.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	1140.78 (A)	499 203	430.72	11.05	441.77	442.03

(A) : mémoire utilisée au plus par JEVEUX (gestionnaire mémoire de Code\_Aster )

## 9 Modélisation G

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation G

Nombre de processeurs : 8 (MPI)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 9.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFFE MODELE	MODELISATION	3D
AFFE CHAR MECA	DDL_IMPO	
AFFE MATERIAU	AFFE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MUMPS
	MATR_DISTRIBUTUEE	'OUI'

### 9.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 9.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER+SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	1090.81 (A)	499 203	404.68	9.54	414.22	415.84

(A) : mémoire utilisée au plus par JEVEUX (gestionnaire mémoire de Code\_Aster)

## 10 Modélisation H

### 10.1 Caractéristiques de la modélisation H

Nombre de processeurs : 16 (MPI)

Modélisation 3D :

Nombre de nœuds	166 397		
Nombre de mailles	187 680	Soit :	
		SEG2	1 376
		QUAD4	25 792
		HEXA8	160 512

### 10.2 Fonctionnalités testées

Commande	Option	
AFPE MODELE	MODELISATION	3D
AFPE CHAR MECA	DDL IMPO	
AFPE MATERIAU	AFPE_VARC	NOM_VARC
MECA STATIQUE		
SOLVEUR	METHODE	MUMPS
	MATR_DISTRIBUEE	'OUI'

### 10.3 Résultats

Grandeur	Référence	Code_Aster	Erreur relative (%)
DEPL MAX DX	5.2E-5	5.19E-5	-0.19
DEPL MAX DY	2.6E-5	2.595E-5	-0.19

### 10.4 Environnement d'exécution

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (MECA_STATIQUE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	6500	1067.97 (A)	499 203	223.57	9.03	232.60	238.85

(A) : mémoire utilisée au plus par JEVEUX (gestionnaire mémoire de Code\_Aster )

## 11 Synthèse des résultats

Machine	Aster	Mod.	Nb. DDL	Mémoire (Mo)		Temps exécution ( MECA_STATIQUE ) (sec)			
				Allouée	Utilisée (*)	USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Linux 64 bits (ia64) "Bull"	10.1.15	A	499 203	6500	6188.15	1525.92	56.25	1582.17	1592.04
		B	499 203	6500	6188.15	1557.33	46.64	1603.97	934.42
		C	499 203	6500	6188.15	1734.61	47.92	1782.53	651.26
		D	499 203	6500	1362.46	1471.82	30.79	1502.61	1523.18
		E	499 203	6500	1207.86	821.07	18.71	839.78	847.34
		F	499 203	6500	1140.78	430.72	11.05	441.77	442.03
		G	499 203	6500	1090.81	404.68	9.54	414.22	415.84
		H	499 203	6500	1067.97	223.57	9.03	232.60	238.85

(\*) pour les modélisations avec MUMPS (D,E,F,G,H), la mémoire utilisée indiquée est celle d'Aster, elle n'inclut pas celle nécessaire à MUMPS.

On constate que les performances parallèles OpenMP permettent d'atteindre une efficacité de 60% avec 4 processeurs.

En MPI avec MUMPS, on atteint plus de 80% d'efficacité parallèle avec 4 processeurs, et on se maintient à 40% jusqu'à 16 processeurs. On constate par ailleurs la diminution progressive de la quantité de mémoire requise par processeur grâce à la distribution de la matrice.