PERF014 – Contact entre deux plaques en parallèle

Résumé :

L'objectif de ce cas-test est de mesurer les performances parallèles d'un calcul avec un grand nombre de degrés de liberté de contact. Il est constitué de deux plaques entrant en contact avec une fondation rigide.

Ce cas test est décliné en 3 modélisations quasi-identiques. Les différences sont liées à la finesse des maillages utilisés ainsi qu'au nombre de processeurs :

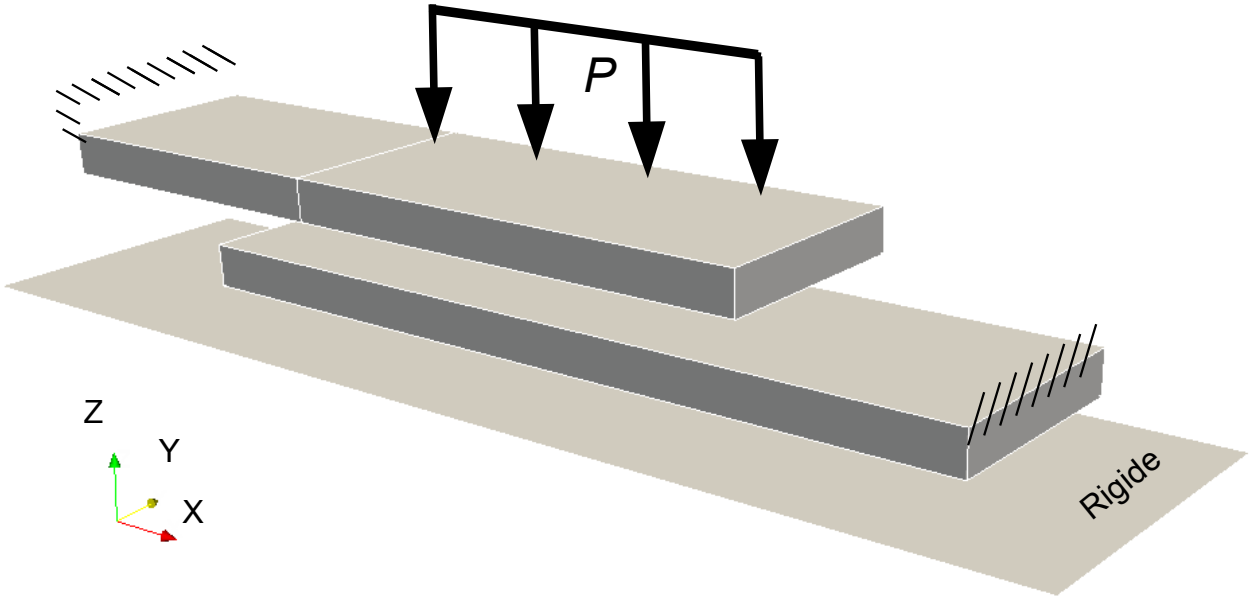
1) Modélisation A : 8900 éléments sur 1 processeur,
2) Modélisation B : 40000 éléments sur 4 processeurs,
3) Modélisation C : 63000 éléments sur 8 processeurs.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La géométrie du problème de contact est la suivante :



1.2 Propriétés du matériau

- $E = 2{,}1 \times 10^5 \text{ MPa}$
- $\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

Faces latérales : $DX = DY = DZ = 0.$

Fondation : $DX = DY = DZ = 0.$

Pression imposée sur la face supérieure :

$$P = 100 \text{ MPa}$$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Les résultats de référence sont de type non-régression.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Résultante des efforts suivant DZ à l'encastrement.

Déplacement maximum sur la zone d'application de l'effort de pression.

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution de non-régression.

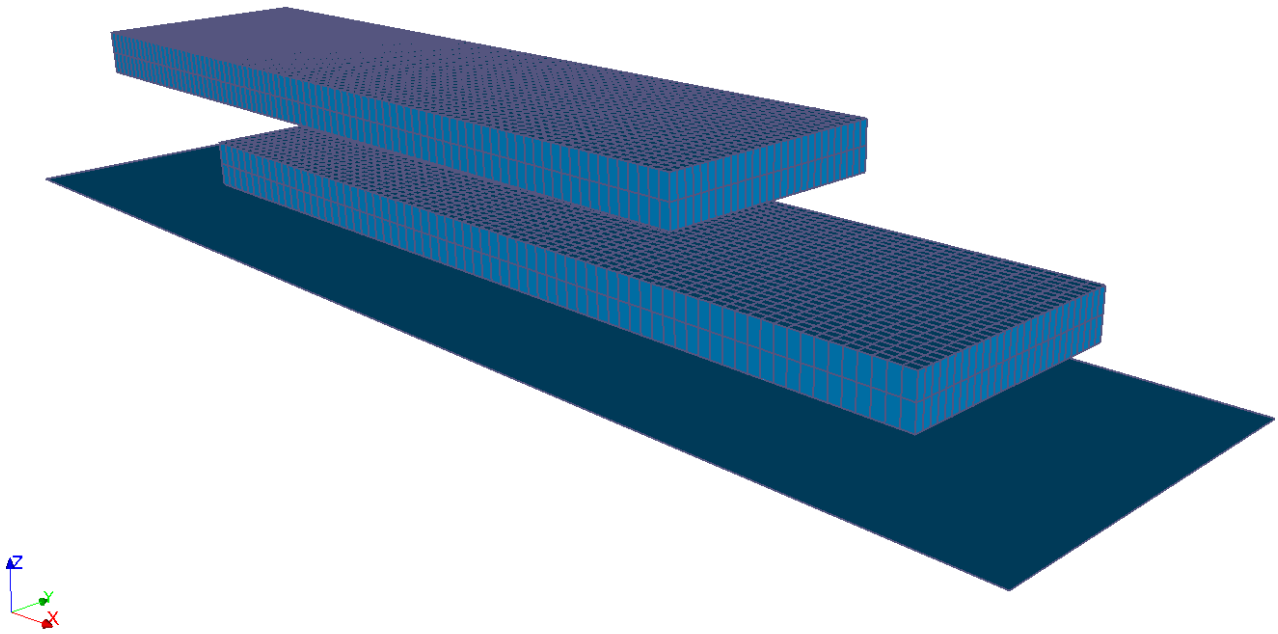
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D, la formulation du contact est CONTINUE (sans frottement). Le solveur non-linéaire est NEWTON_KRYLOV associé au solveur linéaire itératif PETSC.

3.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds 14 011
Nombre de mailles 19 665 Soit :

SEG2	940
QUAD4	9 821
HEXA8	8 904

3.3 Grandeurs testées et résultats

Non-régression.

3.4 Environnement d'exécution

Nombre de processeurs : 1

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre de degrés de liberté	Temps exécution (STAT_NON_LINE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Aster4	11.3.4	512	620	46 325	85.59	3.23	88.82	88.95

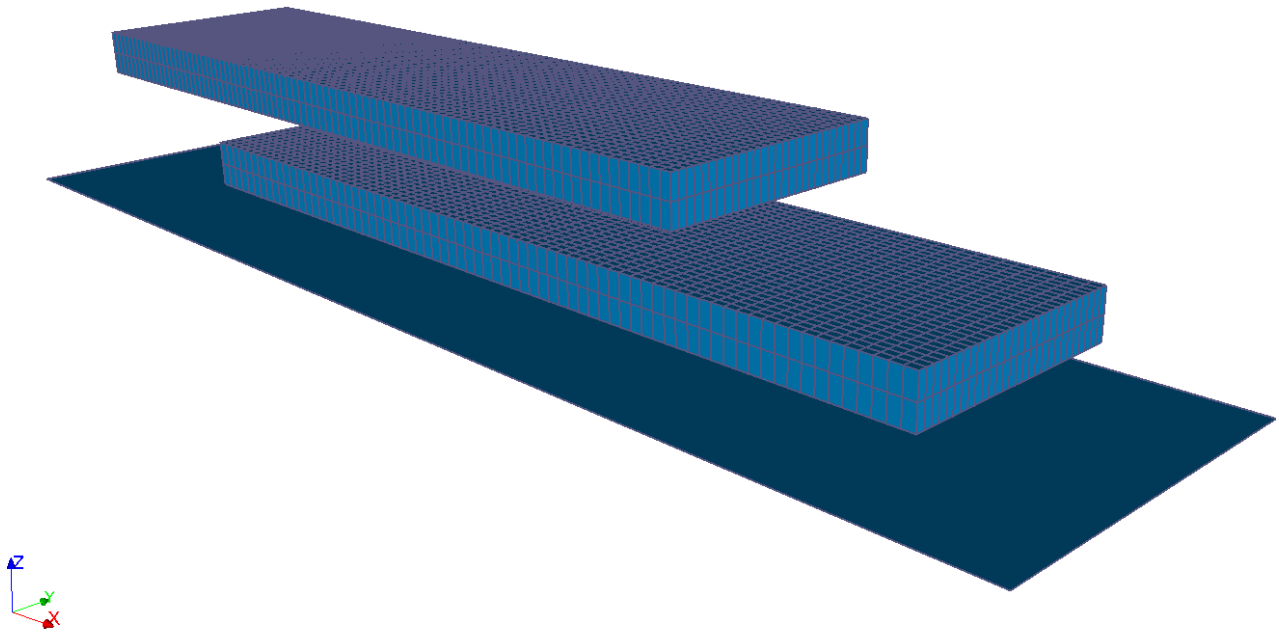
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D, la formulation du contact est CONTINUE (sans frottement). Le solveur non-linéaire est NEWTON_KRYLOV associé au solveur linéaire itératif PETSC.

4.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds 61 510
Nombre de mailles 84 225 Soit :

SEG2	2 124
QUAD4	42 101
HEXA8	40 000

4.3 Grandeurs testées et résultats

Non-régression.

4.4 Environnement d'exécution

Nombre de processeurs : 4

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre DDL	Temps exécution (STAT_NON_LINE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Aster4	11.3.4	2048	1320	205 032	338.34	15.76	354.10	379.00

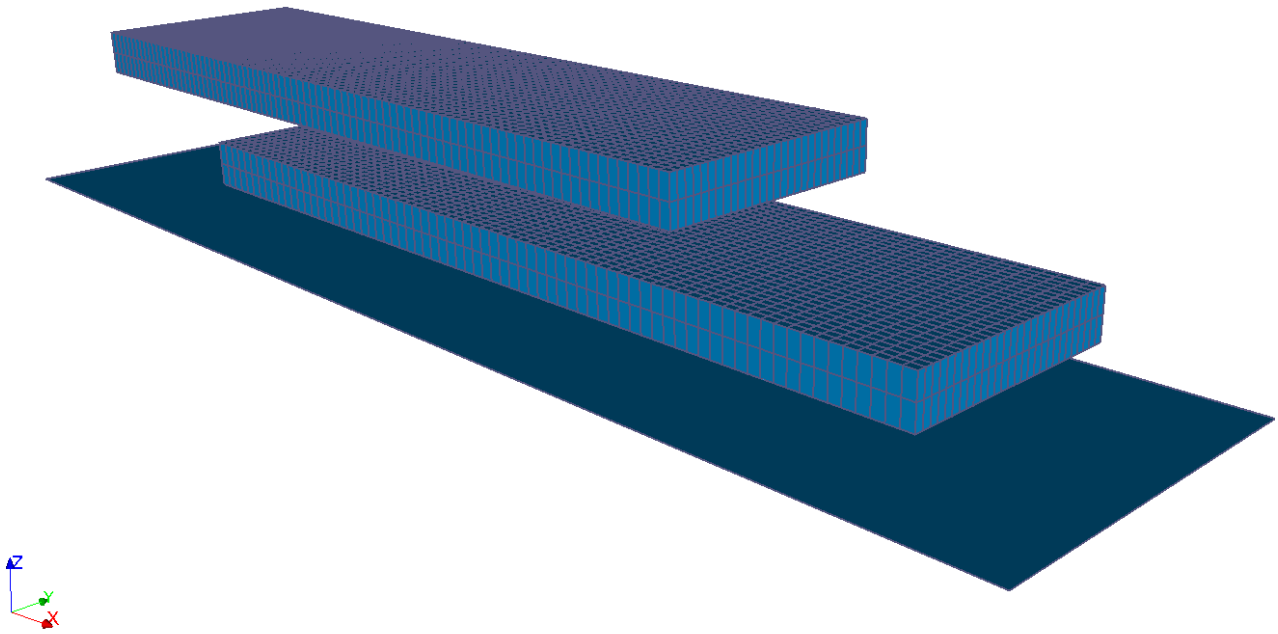
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D, la formulation du contact est CONTINUE (sans frottement). Le solveur non-linéaire est NEWTON_KRYLOV associé au solveur linéaire itératif PETSC.

5.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds 96 388
Nombre de mailles 131 285 Soit :

SEG2	2 654
QUAD4	65 631
HEXA8	63 000

5.3 Grandeurs testées et résultats

Non-régression.

5.4 Environnement d'exécution

Nombre de processeurs : 8

Machine	Version	Mémoire (Mo)		Nombre de degrés de liberté	Temps exécution (STAT_NON_LINE) (sec)			
		Allouée	Utilisée		USER	SYSTEM	USER +SYS	ELAPSED
Aster4	11.3.4	4096	1714	321 292	489.01	21.09	510.10	551.75

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Synthèse des résultats

Ce test de performances met en œuvre un calcul de contact dont le nombre de nœuds de contact potentiels est environ 10 % du nombre de degrés de liberté total. Cela représente une part importante par rapport à ce que l'on rencontre habituellement dans les études en mécanique des structures.
On montre à travers les 3 modélisations l'intérêt du calcul parallèle pour ce type de problème. Le parallélisme est rendu possible pour deux raisons :

- d'une part grâce à l'approche élémentaire de la formulation `CONTINUE` et la distribution des calculs résultants,
- d'autre part grâce au solveur non-linéaire `NEWTON_KRYLOV` couplé à un solveur itératif parallèle robuste.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)