

## PERF009 – Calcul élastique de la pompe RIS

---

### Résumé :

L'objectif de ce cas-test est de mesurer les performances d'un calcul élastique d'une pompe RIS soumise à une pression intérieure constante.

Ce cas test est décliné en 7 modélisations qui sont identiques. Les différences sont liées au changement de solveur et au nombre de processeurs,

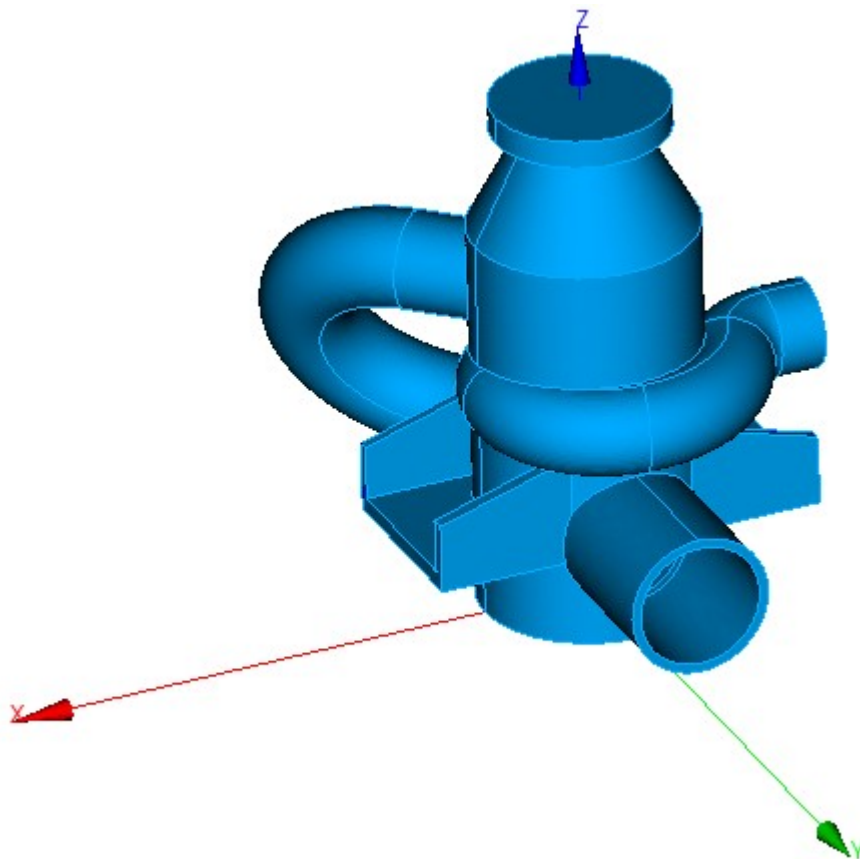
- 1) Modélisation A : solveur MULT\_FRONT sur 1 processeur,
- 2) Modélisation B : solveur MULT\_FRONT sur 2 processeurs,
- 3) Modélisation C : solveur MULT\_FRONT sur 4 processeurs,
- 4) Modélisation D : solveur MUMPS sur 2 processeurs,
- 5) Modélisation E : solveur MUMPS sur 4 processeurs,
- 6) Modélisation F : solveur MUMPS sur 8 processeurs,
- 7) Modélisation G : solveur MUMPS sur 16 processeurs,

## 1 Problème de référence

---

### 1.1 Géométrie

La géométrie de la pompe est la suivante :



### 1.2 Propriétés du matériau

- $E = 2.10^5$  MPa
- $\nu = 0.3$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

$$\text{Face inférieure} : DX = DY = DZ = 0.$$

Pression intérieure imposée :

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

---

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

Le résultat de référence a été obtenu en calculant la moyenne des déplacements dans toutes les directions sur la face supérieure de la pompe avec le solveur 'MUMPS'.

### 2.2 Incertitudes

Solution numérique (non-régression).

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Nombre de processeur : 1

Modélisation 3D :

|                   |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |         |
|                   |         | SEG3    | 3 600   |
|                   |         | TRIA6   | 77 544  |
|                   |         | TETRA10 | 137 688 |

### 3.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MULT_FRONT      |

### 3.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 3.4 Environnement d'exécution

| Machine                        | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre<br>DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |              |             |
|--------------------------------|---------|--------------|----------|---------------|------------------------------------------|--------|--------------|-------------|
|                                |         | Allouée      | Utilisée |               | USER                                     | SYSTEM | USER<br>+SYS | ELAPSE<br>D |
| Linux 64 bits<br>(ia64) "Bull" | 10.1.12 | 4 000        | 3 975    | 803 352       | 278.72                                   | 17.79  | 296.51       | 297.15      |

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation B

Nombre de processeur : 2

Modélisation 3D :

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |
|                   | SEG3    | 3 600   |
|                   | TRIA6   | 77 544  |
|                   | TETRA10 | 137 688 |

### 4.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MULT_FRONT      |

### 4.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 4.4 Environnement d'exécution

| Machine                     | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |           |          |
|-----------------------------|---------|--------------|----------|------------|------------------------------------------|--------|-----------|----------|
|                             |         | Allouée      | Utilisée |            | USER                                     | SYSTEM | USER +SYS | ELAPSE D |
| Linux 64 bits (ia64) "Bull" | 10.1.12 | 4 000        | 3 975    | 803 352    | 300.73                                   | 16.79  | 317.52    | 232.68   |

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation C

Nombre de processeur : 3

Modélisation 3D :

|                   |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |         |
|                   |         | SEG3    | 3 600   |
|                   |         | TRIA6   | 77 544  |
|                   |         | TETRA10 | 137 688 |

### 5.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MULT_FRONT      |

### 5.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 5.4 Environnement d'exécution

| Machine                        | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre<br>DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |              |             |
|--------------------------------|---------|--------------|----------|---------------|------------------------------------------|--------|--------------|-------------|
|                                |         | Allouée      | Utilisée |               | USER                                     | SYSTEM | USER<br>+SYS | ELAPSE<br>D |
| Linux 64 bits<br>(ia64) "Bull" | 10.1.12 | 4 000        | 3 975    | 803 352       | 388.16                                   | 17.25  | 405.41       | 212.47      |

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation D

Nombre de processeur : 2

Modélisation 3D :

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |
|                   | SEG3    | 3 600   |
|                   | TRIA6   | 77 544  |
|                   | TETRA10 | 137 688 |

### 6.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MUMPS           |

### 6.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 6.4 Environnement d'exécution

| Machine                     | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |           |          |
|-----------------------------|---------|--------------|----------|------------|------------------------------------------|--------|-----------|----------|
|                             |         | Allouée      | Utilisée |            | USER                                     | SYSTEM | USER +SYS | ELAPSE D |
| Linux 64 bits (ia64) "Bull" | 10.1.15 | 2 200        | 888      | 803 352    | 149.31                                   | 7.11   | 156.42    | 166.46   |

## 7 Modélisation E

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation E

Nombre de processeur : 4

Modélisation 3D :

|                   |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |         |
|                   |         | SEG3    | 3 600   |
|                   |         | TRIA6   | 77 544  |
|                   |         | TETRA10 | 137 688 |

### 7.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MUMPS           |

### 7.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 7.4 Environnement d'exécution

| Machine                        | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre<br>DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |              |             |
|--------------------------------|---------|--------------|----------|---------------|------------------------------------------|--------|--------------|-------------|
|                                |         | Allouée      | Utilisée |               | USER                                     | SYSTEM | USER<br>+SYS | ELAPSE<br>D |
| Linux 64 bits<br>(ia64) "Bull" | 10.1.15 | 2 200        | 790      | 803 352       | 120.69                                   | 6.32   | 127.01       | 129.11      |

## 8 Modélisation F

### 8.1 Caractéristiques de la modélisation F

Nombre de processeur : 8

Modélisation 3D :

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |
|                   | SEG3    | 3 600   |
|                   | TRIA6   | 77 544  |
|                   | TETRA10 | 137 688 |

### 8.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MUMPS           |

### 8.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 8.4 Environnement d'exécution

| Machine                     | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |           |          |
|-----------------------------|---------|--------------|----------|------------|------------------------------------------|--------|-----------|----------|
|                             |         | Allouée      | Utilisée |            | USER                                     | SYSTEM | USER +SYS | ELAPSE D |
| Linux 64 bits (ia64) "Bull" | 10.1.15 | 2 200        | 717      | 803 352    | 83.21                                    | 1.88   | 85.09     | 85.15    |

## 9 Modélisation G

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation G

Nombre de processeur : 16

Modélisation 3D :

|                   |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|
| Nombre de nœuds   | 261 520 |         |         |
| Nombre de mailles | 218 832 | Soit :  |         |
|                   |         | SEG3    | 3 600   |
|                   |         | TRIA6   | 77 544  |
|                   |         | TETRA10 | 137 688 |

### 9.2 Fonctionnalités testées

| Commande       | Option          |
|----------------|-----------------|
| AFFE_MODELE    | MODELISATION 3D |
| AFFE_CHAR_MECA | FACE_IMPO       |
|                | PRES_REP        |
| MECA_STATIQUE  |                 |
| SOLVEUR        | MUMPS           |

### 9.3 Résultats

| Grandeur    | Référence | Code_Aster | Erreur relative (%) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|
| DEPL MOY DX | 3.83679   | 3.83679086 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DY | -7.41447  | -7.4144716 | 2.2E-05             |
| DEPL MOY DZ | 2.87533   | 2.8753262  | 1.3E-04             |

### 9.4 Environnement d'exécution

| Machine                        | Version | Mémoire (Mo) |          | Nombre<br>DDL | Temps exécution (MECA_STATIQUE)<br>(sec) |        |              |             |
|--------------------------------|---------|--------------|----------|---------------|------------------------------------------|--------|--------------|-------------|
|                                |         | Allouée      | Utilisée |               | USER                                     | SYSTEM | USER<br>+SYS | ELAPSE<br>D |
| Linux 64 bits<br>(ia64) "Bull" | 10.1.15 | 2 200        | 684      | 803 352       | 67.41                                    | 1.69   | 69.10        | 70.33       |

## 10 Synthèse des résultats

| Machine                           | Aster   | Mod<br>. | Nb DDL  | Mémoire (Mo) |                 | Temps exécution ( MECA_STATIQUE )<br>(sec) |        |              |         |
|-----------------------------------|---------|----------|---------|--------------|-----------------|--------------------------------------------|--------|--------------|---------|
|                                   |         |          |         | Allouée      | Utilisée<br>(*) | USER                                       | SYSTEM | USER<br>+SYS | ELAPSED |
| Linux 64<br>bits (ia64)<br>"Bull" | 10.1.12 | A        | 803 352 | 4000         | 3 975           | 278.72                                     | 17.79  | 296.51       | 297.15  |
|                                   |         | B        | 803 352 | 4000         | 3 975           | 300.73                                     | 16.79  | 317.52       | 232.68  |
|                                   |         | C        | 803 352 | 4000         | 3 975           | 388.16                                     | 17.25  | 405.41       | 212.47  |
|                                   | 10.1.15 | D        | 803 352 | 2200         | 888             | 149.31                                     | 7.11   | 156.42       | 166.46  |
|                                   |         | E        | 803 352 | 2200         | 790             | 120.69                                     | 6.32   | 127.01       | 129.11  |
|                                   |         | F        | 803 352 | 2200         | 717             | 83.21                                      | 1.88   | 85.09        | 85.15   |
|                                   |         | G        | 803 352 | 2200         | 684             | 67.41                                      | 1.69   | 69.10        | 70.33   |

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

On constate que l'on atteint une efficacité parallèle de 35% sur 4 processeurs avec un parallélisme OpenMP. Ce chiffre est à comparer à celui obtenu sur le cas-test PERF010 (60% d'efficacité sur 4 processeurs). Ceci montre que ce type de parallélisme apporte des performances qui sont dépendantes du problème étudié (géométrie, blocages, etc ...).

Le même constat peut être fait sur le parallélisme MPI avec des performances parallèles correctes mais en retrait par rapport au cas-test PERF010.