



# Code MARTHE : Performances des solveurs pour les calculs hydrodynamiques

Note technique

NT EAU 2004/18  
juin 2004

Dominique THIÉRY

# Synthèse

Dans le code de calcul MARTHE il est possible de choisir parmi 3 solveurs utilisant la méthode des gradients conjugués pour réaliser les calculs hydrodynamiques de charges hydrauliques. Cette note présente une comparaison des performances de ces différents solveurs sur un certain nombre de cas pratiques variés.

## 1 Introduction

Trois solveurs par gradients conjugués sont disponibles dans le code MARTHE pour réaliser les calculs hydrodynamiques :

- Le solveur par la méthode Cholesky incomplète
- Le solveur par la méthode Eisenstat
- Le solveur par la méthode ORTHOMIN (adapté aux matrices non symétriques)

Parmi ces solveurs, le solveur Eisenstat permet une résolution compacte en traitant dans le solveur uniquement les mailles actives (en déstructurant les matrices). Actuellement cette résolution compacte a été introduite uniquement dans le solveur Eisenstat et elle est opérationnelle pour les écoulements monophasiques, en Zone saturée (ZS) ou en Zone Non Saturée (ZNS) y compris avec des rivières, pour toutes les géométries, 3D , multicouche, gigognes

## 2 Condition des tests réalisés

Les calculs ont été réalisés sur des maillages de 7000 mailles à 1000 000 de mailles, en régime permanent ou en régime transitoire. Ces calculs ont été réalisés sur la version double précision du code de calcul. Les temps CPU correspondent à un système d'exploitation Windows 2000 avec un processeur de 1.2 GHz et 512 Mo de mémoire vive, excepté pour les gros maillages (223 000 et 1000 000 mailles) qui ont été réalisés sur un processeur de 2.8 GHz. En pratique on ne s'intéresse qu'à la comparaison de temps d'exécution d'un solveur à l'autre et non pas à la valeur absolue de ce temps d'exécution (temps CPU). Dans tous les cas le système était monoprocesseur. Pour permettre une comparaison objective, on s'est efforcé d'obtenir avec chaque solveur un taux de convergence comparable.

## 3 Performances obtenues

Pour chaque cas on indique le gain par rapport au solveur de référence (méthode Cholesky incomplète).

- Nappe Val de Loire : sur 10 pas de calcul, avec rivières. 25000 mailles dont 5900 actives

	Solveur Cholesky	Solveur Eisenstat	<b>Eisenstat + Compact</b>	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	317	164	92.5	<b>71 %</b>
dont CPU Solveur	247	96	30	<b>88 %</b>
CPU Routing	26	21	22	

- Nappe de la Somme : 10 pas de calcul, avec rivières. 60000 mailles dont 29000 actives

	Solveur Cholesky	Solveur Eisenstat	<b>Eisenstat + Compact</b>	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	381	250	205	<b>44 %</b>
dont CPU Solveur	237	96	57	<b>76 %</b>
dont CPU Routing	2	2.2	2	

- Modèle couplé Saône 6205 pas de calculs (à forte composante hydrologique)

	Solveur Cholesky	Solveur Eisenstat	<b>Eisenstat + Compact</b>	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	402	472	310	<b>23 %</b>
dont CPU Solveur	123	137	12	<b>90 %</b>
dont CPU Routing	277	285	275	

- Nappe des 3 Fontaines hydrodynamique 3D en Zone Non Saturée : 36 pas de calcul. 13800 mailles dont 4300 actives

	Solveur Cholesky	Solveur Eisenstat	<b>Eisenstat + Compact</b>	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	1910	1617	1129	<b>41 %</b>
dont CPU Solveur	1001	715	262	<b>74 %</b>

- Nappe de Zwischenscholle (Allemagne) du projet PEGASE. 3D en Zone Non Saturée : 120 pas de calcul. 6660 mailles toutes actives. Dans cet exemple il n'était pas nécessaire d'utiliser le schéma compact puisque toutes les mailles sont actives.

	Solveur Cholesky	<b>Solveur Eisenstat</b>	Eisenstat + Compact	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	344	245	-	<b>29 %</b>
dont CPU Solveur	142	30	-	<b>79 %</b>

- Nappe d'Alsace Zone 4, tri-couche avec réseau hydrographique : Régime permanent. 20856 mailles dont 10678 actives.

	Solveur Cholesky	Solveur Eisenstat	<b>Eisenstat + Compact</b>	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	24.7	17.4	13.6	<b>45 %</b>
dont CPU Solveur	15.7	7.4	3.9	<b>75 %</b>

- Exemple monocouche permanent avec 223 000 mailles (Rocky\_Huge) en régime permanent. Toutes les mailles sont actives.

	<b>Solveur Cholesky</b>	Solveur Eisenstat	Orthomin	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	14.5	26	35	<b>Perte</b>
dont CPU Solveur	13.8	25	34	<b>Perte</b>

Pour cet exemple c'est la méthode Cholesky qui est la plus performante.

- Exemple monocouche permanent avec 571 200 mailles (Rocky\_Huge\_2) en régime permanent. Toutes les mailles sont actives.

	<b>Solveur Cholesky</b>	Solveur Eisenstat	Orthomin	<b>Gain CPU</b>
CPU Charges (secondes)	42.8	106	156	<b>Perte</b>
dont CPU Solveur	40.9	104	154	<b>Perte</b>

Pour cet exemple la méthode Cholesky est 2.5 fois plus rapide.

- Exemple multicouche permanent 4 couches de 250 000 mailles soit au total 1000 000 de mailles (Huge\_3D) en régime permanent. Toutes les mailles sont actives.

	Solveur Cholesky	<b>Solveur Eisenstat</b>	<b>Gain CPU</b>	Orthomin
CPU Charges (secondes)	178	147	<b>19 %</b>	322
dont CPU Solveur	174	143	<b>18 %</b>	317

## 4 Conclusions

Dans ces exemples, quelque soit le solveur utilisé, les résultats étaient quasi-identiques. Les exemples traités ont montré que :

- Le solveur Eisenstat est nettement plus rapide que le solveur Cholesky (choisi par défaut par MARTHE). Les gains de temps CPU sont généralement d'environ 20% à 50%
- La résolution « compacte » du solveur Eisenstat permet un gain supplémentaire qui peut parfois diviser en plus le CPU par un autre facteur 2
- Il convient cependant de remarques que dans des exemples difficiles (très contrastés par exemple ou bien avec un très grand nombre de mailles), le solveur Eisenstat peut ne pas converger. Le solveur Cholesky est le plus souvent le plus robuste, c'est à dire qu'en cas de difficultés, c'est généralement lui qui convergera le mieux même s'il est plus lent.
- Le solveur ORTHOMIN, conçu pour les matrices non symétriques, ne présente pas d'intérêt pour les calculs de charges classiques dont les matrices sont symétriques.

Ces exemples ont montré également qu'il était possible de gérer facilement des maillages de 250 000 à 1000 000 mailles avec un ordinateur PC de bureau classique.