

EPILOGUE DU CALCUL VECTORIEL?

Dr. Romuald CARPENTIER - CNRS

27 septembre 2023

Thème : Impact de l'évolution des architectures



Institut du
Développement et des
Ressources en
Informatique
Scientifique

1993 - 2023 : DÉJÀ 30 ANS !!!...



Basé en région parisienne,

le centre national de calcul du **CNRS** naissait

son nom : **IDRIS**

A son bord, assez souvent du vectoriel :



- **1993 : CRAY C94-C98**
2.8Gflops
- **1998 : FUJITSU VPP300**
2.2Gflops
- **2006 : NEC SX5/SX8**
304 Gflops/1.3Tflops

Mais pas que : Jean Zay (GPU & CPU)

Intel Cascade Lake - 40 cœurs - 2.5Ghz.



— **2022 : NEC SX-Aurora**
2.9Tflops - TSUBASA 20B



Potentiel : TSUBASA 30B (*X2*) ?

NEC monopole ! ³

3. RISC-V : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X23000225?via=ihub>.

IL Y A 30 ans : La technologie vectorielle

VECTEUR(LVECT) \neq SCALAIRE

LVECT = 256 éléments (DP)

\Rightarrow Facteur multiplicatif de performance!

Prérequis :

- données contiguës en mémoire (prétraitement),
- sans récurrence ($A(i)=A(i+1)+A(i-1)$),
- sans débranchement intempestif (IF, CALL, IO,...)
- usage intensif des unités vectorielles (boucles internes)

Client : Météorologie, ...

IL Y A 30 ans : ARIANE 5 espérait déjà s'arracher du sol.

1996 - 2023 ¹

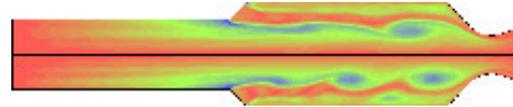


Instabilités tourbillonnaires dans les propulseurs à poudre
Résonance - Poussée...

1. Prix Spécial Léon Gaumont- 3ème Festival du film de chercheur - mars 98 - Nancy.

IL Y A 30 ans : Le calcul était...**déterministe**(EDP...)

2700Hz



3600Hz ?

A 7s/it (IBM RISC6000) \simeq 3 mois!

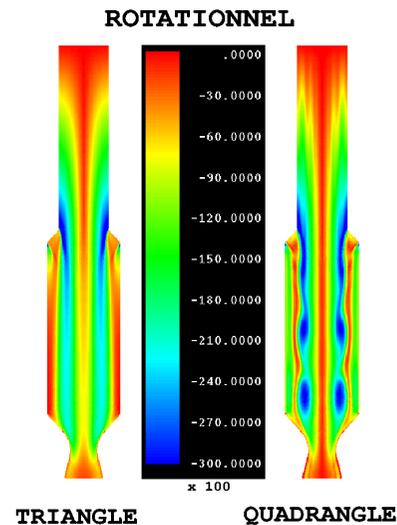
Comment pouvons nous être aussi éloquent ?

- \Rightarrow Analyses des erreurs ²
- \Rightarrow Schéma haute précision paramétré : $\beta, \gamma \in]0, 1]$
- 0(3) : dispersion en $3\beta - 1$, 0(4) : dissipation en $\beta\gamma$
- \Rightarrow Usage de la double précision !!!

NATIF EN VECTORIEL

Depuis 30 ans : pérennités des sauvegardes...

- Duplication serveur, cloud (table inodes),
- Support magnétique, connectivité désuète, lecteurs introuvables,
- Manuscrit endommagé...



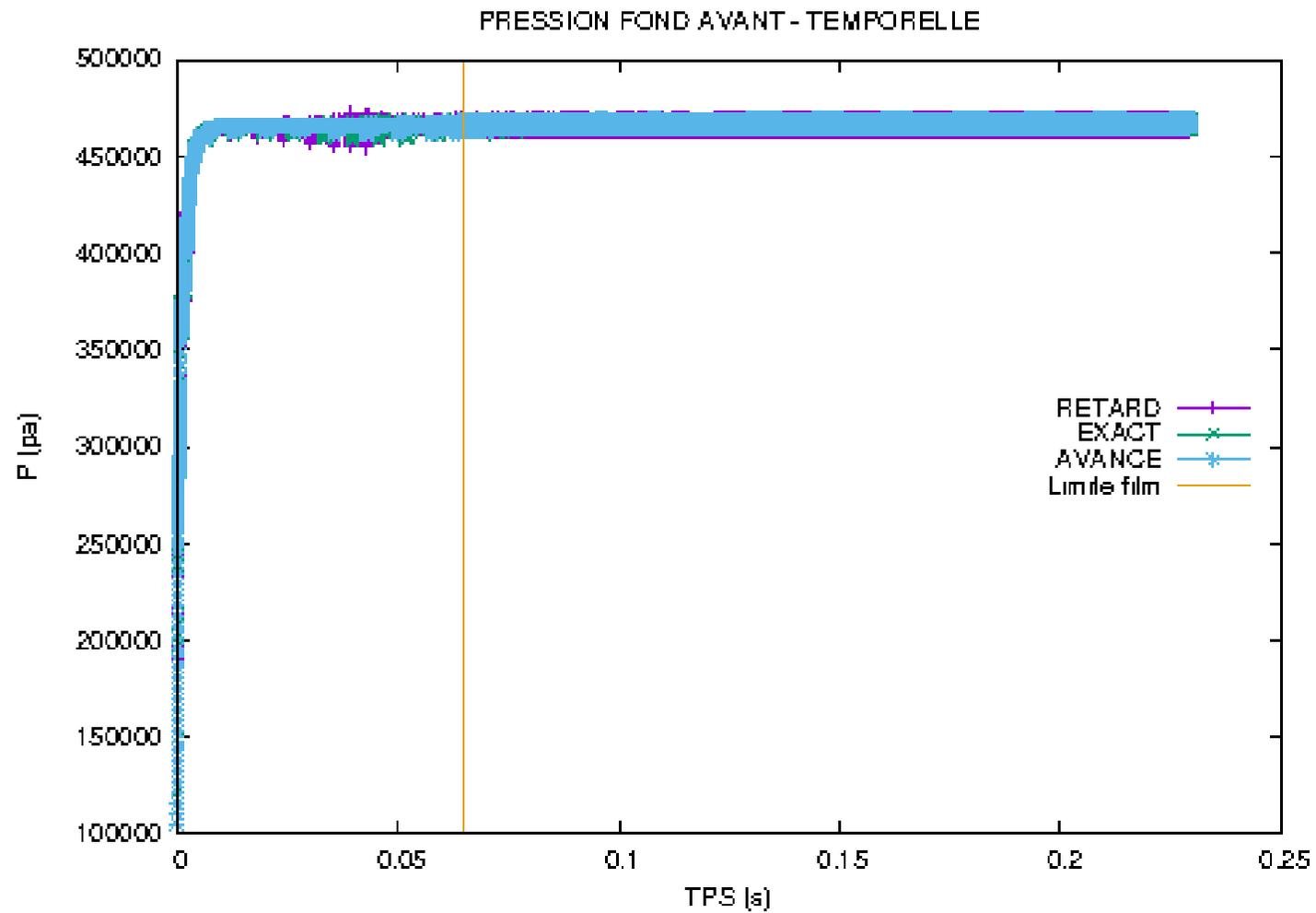
Qu importe, les résultats doivent survivre!
Y compris sur solution à la base laminaire

Comment ?

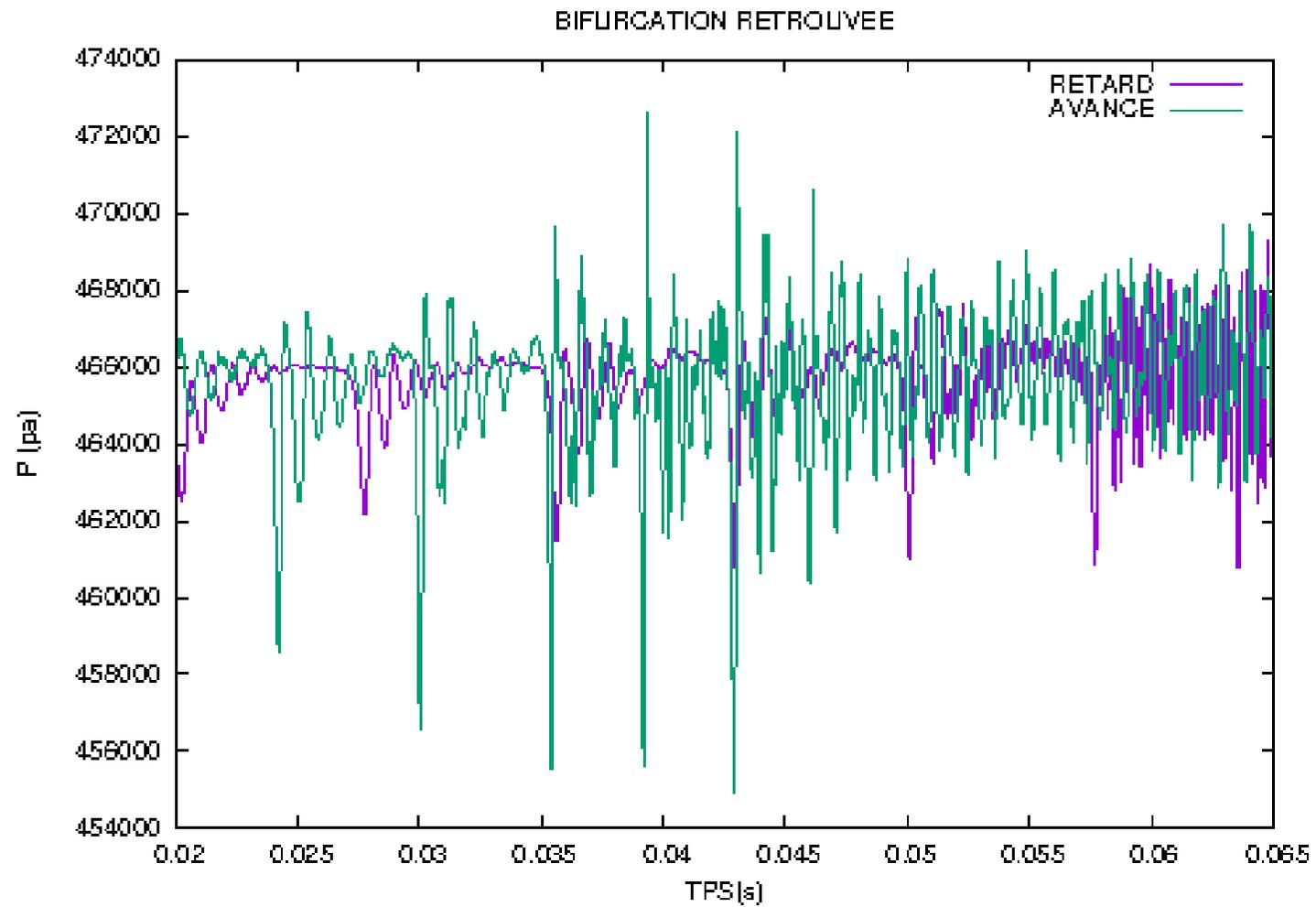
EN JOUANT SUR LA VISCOSITE ARTIFICIELLE!!!

Grâce au $\beta\gamma$ schéma (Roe, MUSCL, RK4)

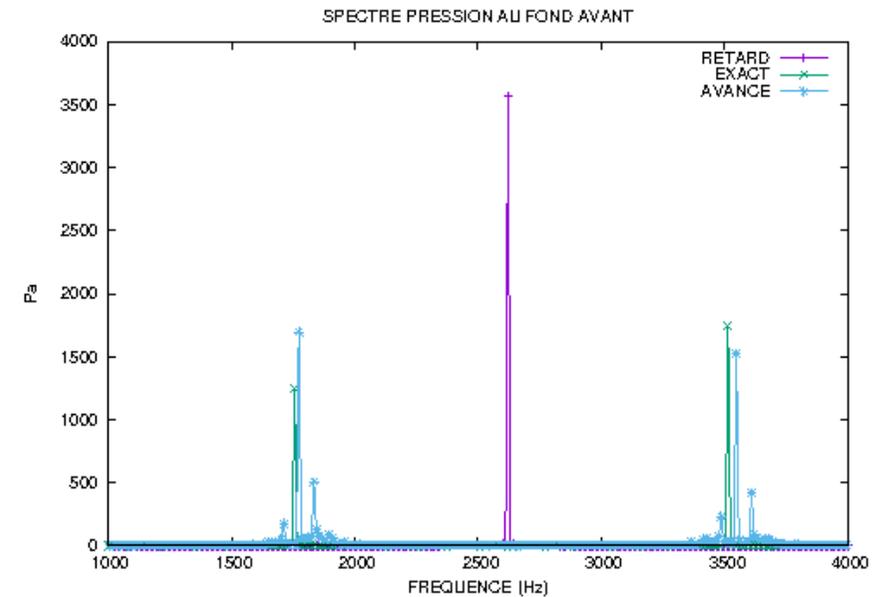
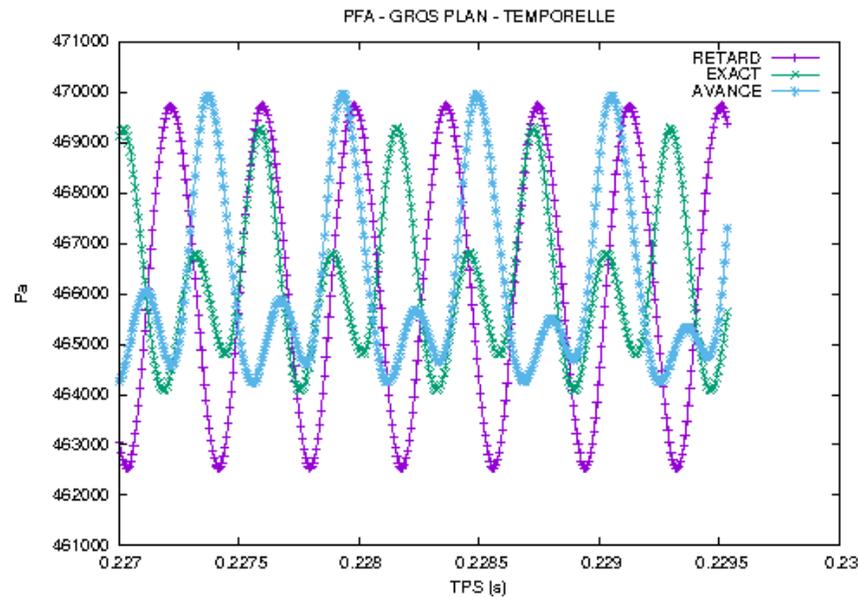
FAIBLE DISSIPATION : $\beta\gamma = \frac{1}{100}$			
β	γ	<i>Dispersion</i>	<i>EFFET</i>
$\frac{1}{6}$	$\frac{6}{100}$	$-\frac{1}{2}$	<i>RETARD</i>
$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{100}$	$\simeq 0$	<i>EXACT</i>
$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{100}$	$+\frac{1}{2}$	<i>AVANCE</i>



0.065s simulation filmée
3,5 Millions itérations plus loin, stabilisation !



Résultats retrouvés en triangle!

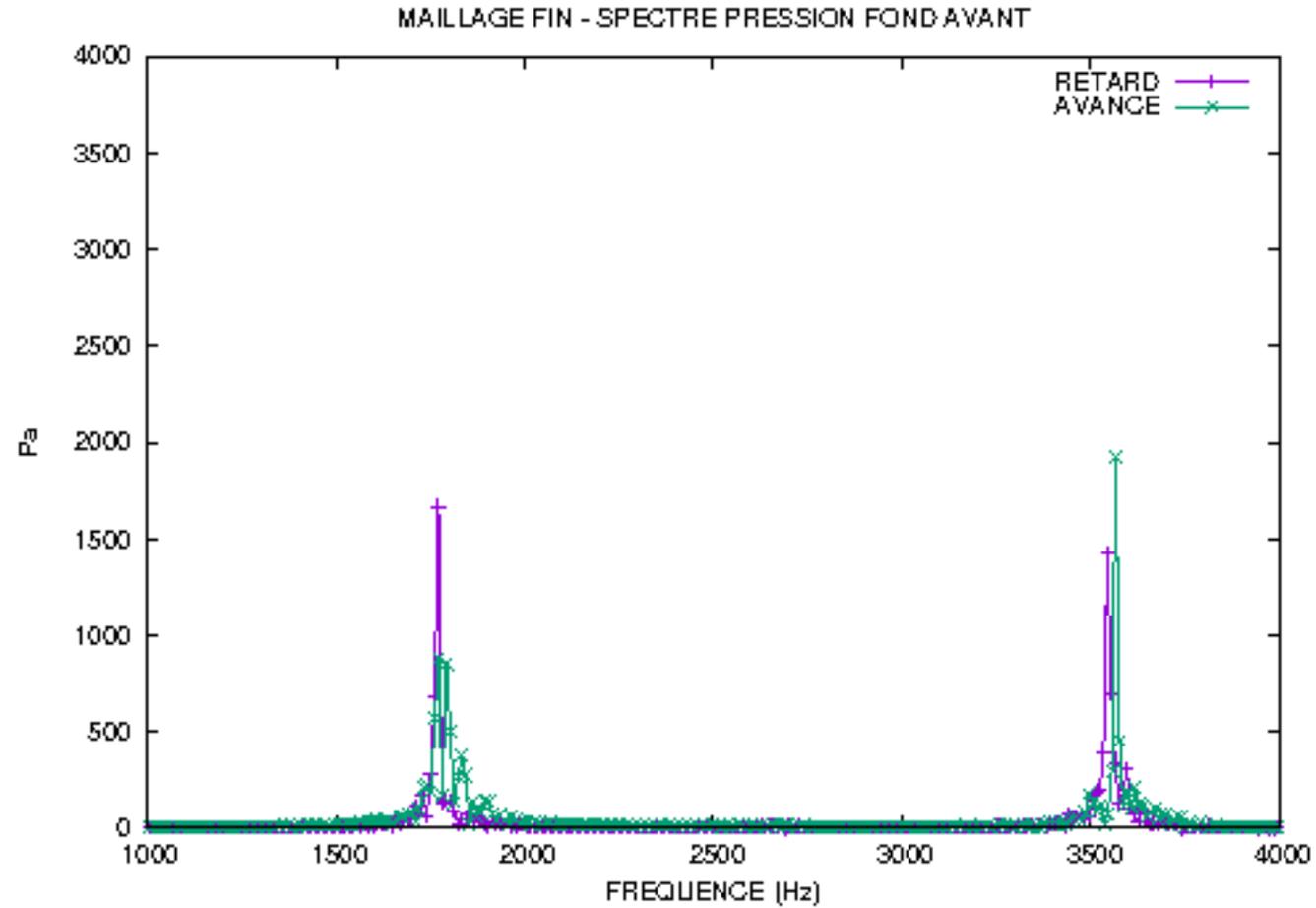


Boreale (1VE, 42. Gflops, vect : 245) : 17min

Jean Zay (1 cœur/40) : 158 min

Jean Zay (**OpenMP - 4 Cœurs**) : 81min

Maillage Fin : 19522 points



La fréquence de 2700 Hz disparaît !

A l'heure du zéro carbone &... becquerel ?

JEAN-ZAY (4 Cœurs)	BOREALE (1VE)
MAILLAGE 9858 pts	
81 min	17 min
1.2 MJ	0.3 MJ
MAILLAGE 19522 pts	
148 min	33 min
2.2 MJ	0.5 MJ

← X 4 ←

Mesure issue de l'option : "ConsumedEnergy" de SLURM

En 2024 :

ARIANE 6 → 4 boosters

Bons



vols !

En 30 ans : Que dit la loi de Moore ?

*2 par 18 mois ? $30 * 12 = 20 * 18$

$$\Rightarrow 2^{20} = 1024^2$$

\simeq **1 million** de fois plus rapide...

Passez moi le boulier :

$$3 \text{ mois} = 3 * 30 * 24 * 60 \simeq 130\,000 \text{ min}$$

\Rightarrow calcul théorique en 8s (0.13min).

Oups : 17min (1020s) en séquentiel.

Idéalement avec **128** procs (OpenMP, MPI)...

\Rightarrow Multiplication des puces (Core, Acc.), densification des noeuds

IL Y A 30 ans : PREMIERS PAS " MPI " ...

CAS TEST "DYJEAT" DE L'ONERA

Code disphasique 3D avec interface liquide-gaz, VF, NS, Incompr.

Auteur : Jean Luc ESTIVALEZES

<i>JEAN – ZAY (2nds)</i>		<i>BOREALE (8VE)</i>	
MPI 64			
GR : 256x256x256 - PR : 4x4x4			
95s		21s	
90kJ		7kJ	
GR : 512x512x512 - PR : 4x4x4			
2023s		222s	
2040kJ		63kJ	

GR : 1024x1024x1024 PR : 32x32x32, surface Boréale trop petite...

AUJOURD'HUI DE CES TESTS

- Victoire indéniable de Boreale :
SEQUENTIEL, PARALLELE, ENERGIE
- Mais un peu trop facile :
optimisation, calibrage, petit maillage, petite surface, CPU exclusif!

EPILOGUE ?

”Je ne peux, scientifiquement parlant, être celui qui jettera la dernière pierre sur le calcul vectoriel”

- ⇒ Accélérateurs : autre philosophie ...
- ⇒ ... portabilité pas toujours évidente ...

IL Y A 30 ans : La dualité CPU / GPU n'existait pas...



JEAN ZAY : à la convergence HPC & IA

”Même si les technologies évoluent, la reproductibilité doit persister !”

Pour moi, c’est fait et encore merci au CRIANN

La lubie, le Graal de l’**Exaflops**? En attendant tjrs plus haut...

⇒ ... choix d’un monde lancé sur un mur énergétique ...

NB : Orap51 : 51e Forum Orap - Vers l’exascale et au-delà : architectures et technologies 17-17 oct. 2023 Paris (France)

MERCI DE VOTRE ACCUEIL