

Simulations régionales avec le modèle *Roms-Agrif* à l'IRD

Parallélisation MPI , Stockage

Gildas Cambon (LPO)
Patrick Marchesiello (IRD)

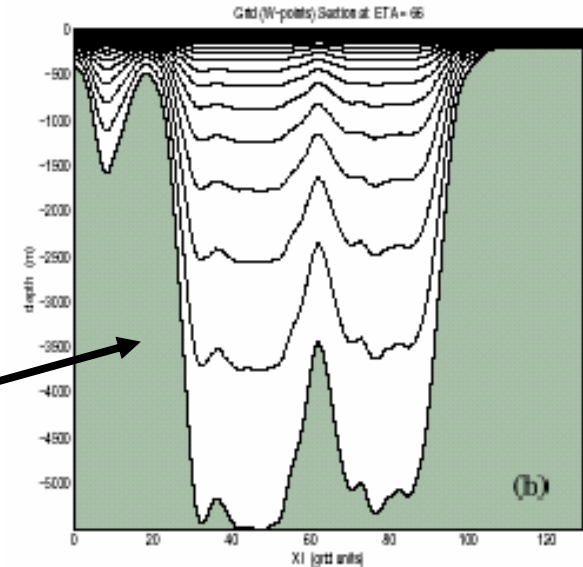
Ifremer, le 14 Février 2006

Le modèle ROMS-AGRIF (Regional Ocean Modeling System)

Le modèle Roms-AGRIF est le fruit d'une collaboration entre l'IRD, l'Inria, UCLA (University of Los Angeles) et Rutgers University.

Les principales caractéristiques de ROMS sont:

- Modèle hydrostatique aux équations primitives
- Coordonnées verticales de type sigma généralisées
- Coordonnées horizontales curvilignes
- Schémas numériques d'ordre élevés avec une faible dispersion numérique
- Domaines emboîtés (AGRIF)
- Conditions de frontières ouvertes
- Partitionnement du calcul en sous-domaine
- Optimisation pour le calcul vectoriel
- Parallélisation OMP et MPI



Roms-Agrif

Aujourd'hui à l'IRD Brest, plusieurs projets de modélisation régionales sont menés.

On peut notamment citer des études concernant:

- Upwelling marocain (*Patrick Marchesiello*)
- Upwelling sénégalais (*Bamol Sow, Philippe Estrade*)
- Upwelling Sud Africain (*Pierrick Penven*)
- Golfe de Guinée (*Fredéric Marin, Gabriela Athié*)
- Front de marée en mer d'Iroise (*Gildas Cambon, LPO*)

Ces projets demandent en terme de modélisation:

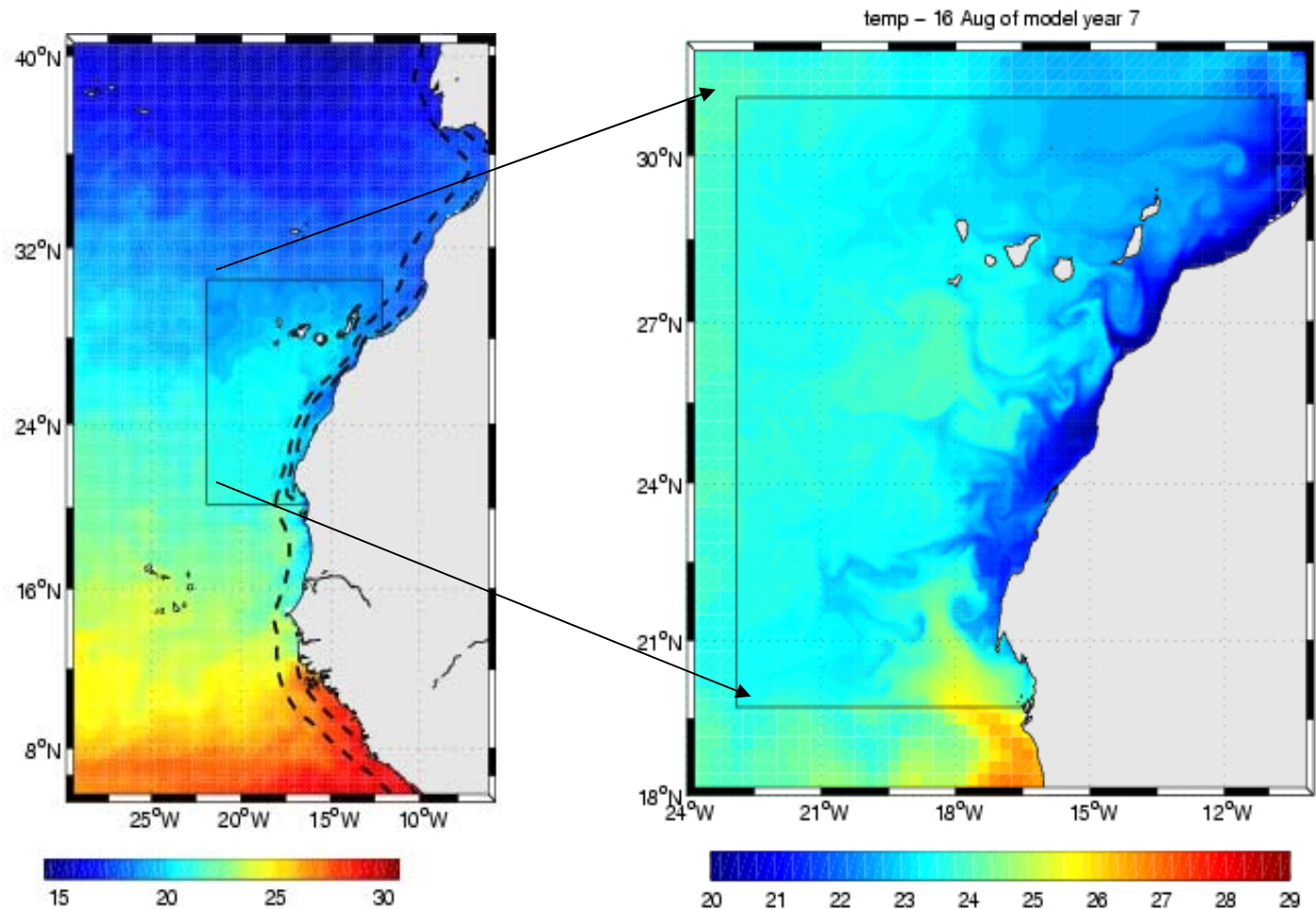
- une résolution spatio-temporelle élevée
- des durées de calculs importantes
- des espaces de stockage importants

Exemple de projet utilisant Roms sur Nymphaea

Système des Canaries: Patrick Marchesiello

- Simulations interannuelles 2000-2004 de la zone Maroc-Canaries dans le cadre de l'étude de l'upwelling marocain
- Etude de la méso-échelle et comparaison avec les autres systèmes d'upwelling

Grille:
242*252*32 points
dt=720s
dx= 5 km



Exemple de projet utilisant Roms sur Nymphaea

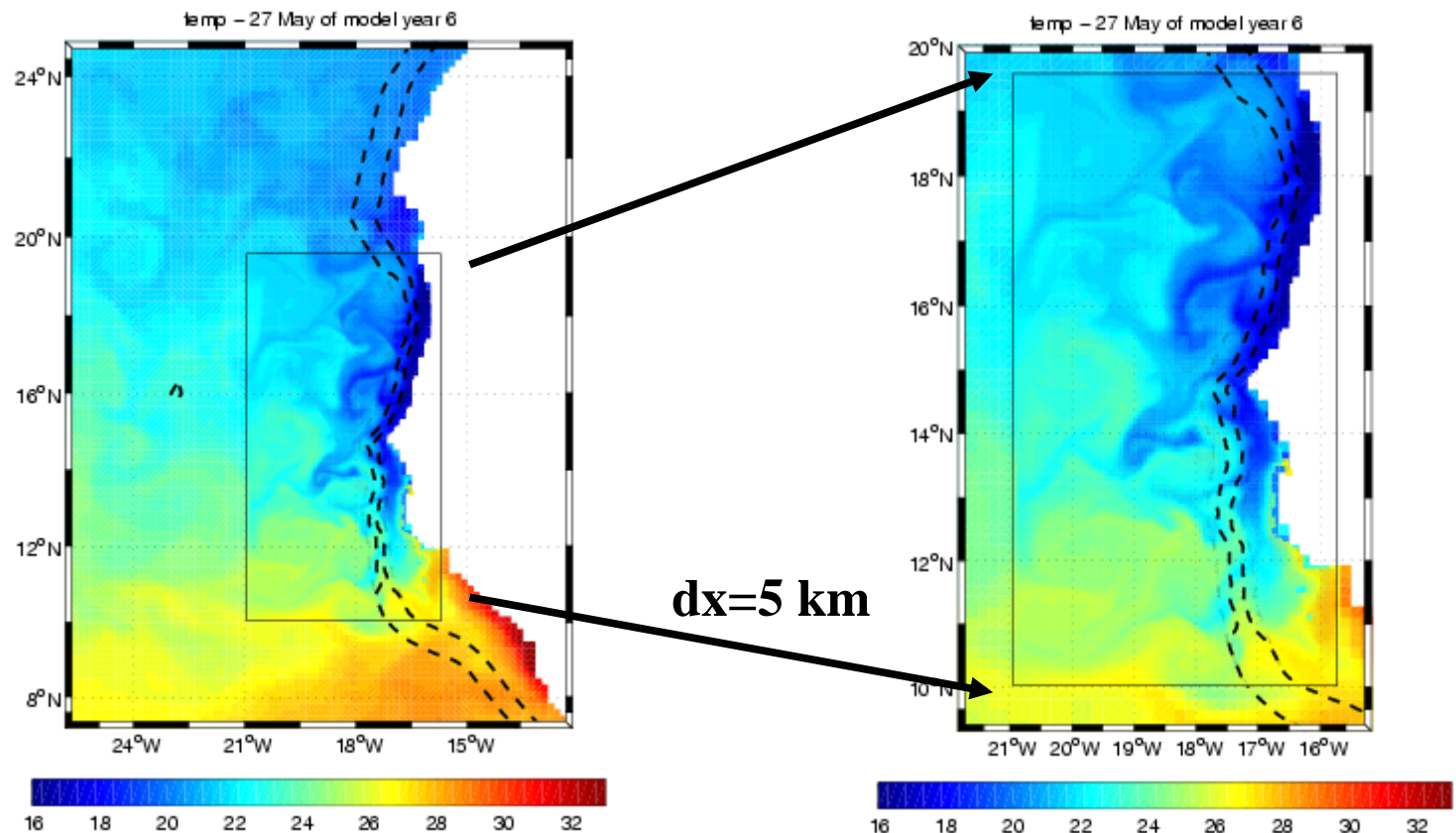
Upwelling Sénégalais: Bamol Sow

- Simulations interannuelles 2000-2004 de la zone Sénégal-Mauritanie dans le cadre de l'étude de l'upwelling marocain
- Impact des petites échelles de vents près de la côte.

Grille:
dx=15 km
85*115*30 points
dt=720s

zoom=5 km

dx=15 km



Exemples de projets utilisant Roms sur Nymphaea

Mer d'Iroise : Gildas Cambon

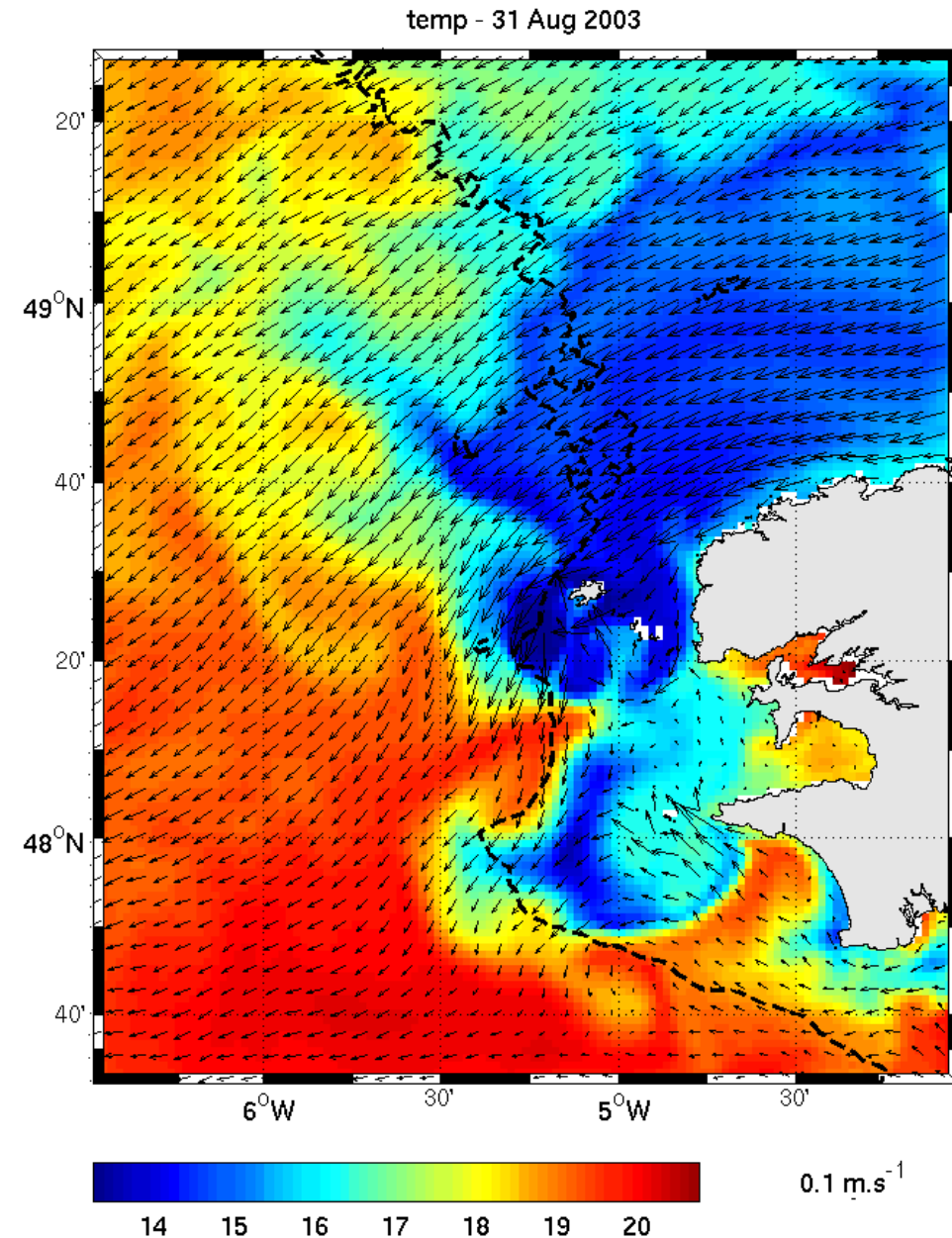
- Simulation haute résolution de la mer d'Iroise (faibles profondeurs) en période estivale.
- Couplage physique-biologie pour quantifier les échanges à travers le front d'Ouessant.

Grille:

118*140*30 points

dt=120 s

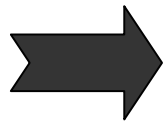
dx=1.5 km



Parallélisation MPI

Année 2005:

- Prolongation de l'effort de développement sur le code pour parallélisation MPI (mémoire distribuée) **efficace**.
- Compatibilité des bibliothèques AGRIF d'emboîtement de modèle avec MPI



Simulations sur 16 processeurs en MPI sur Nymphéa

Parallélisation MPI

Problématique

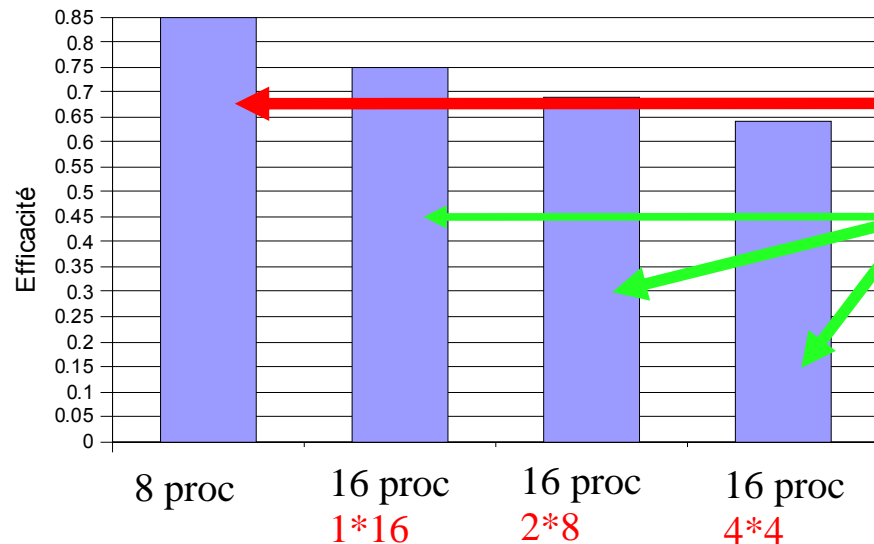
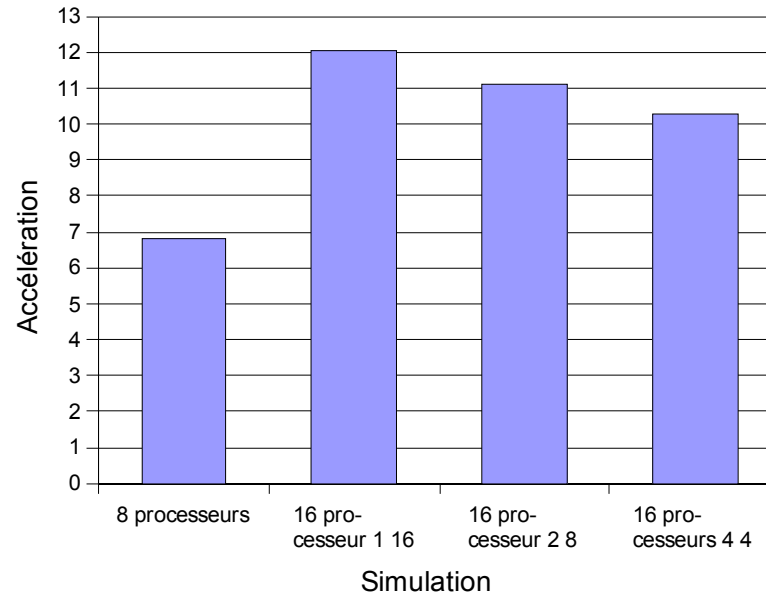
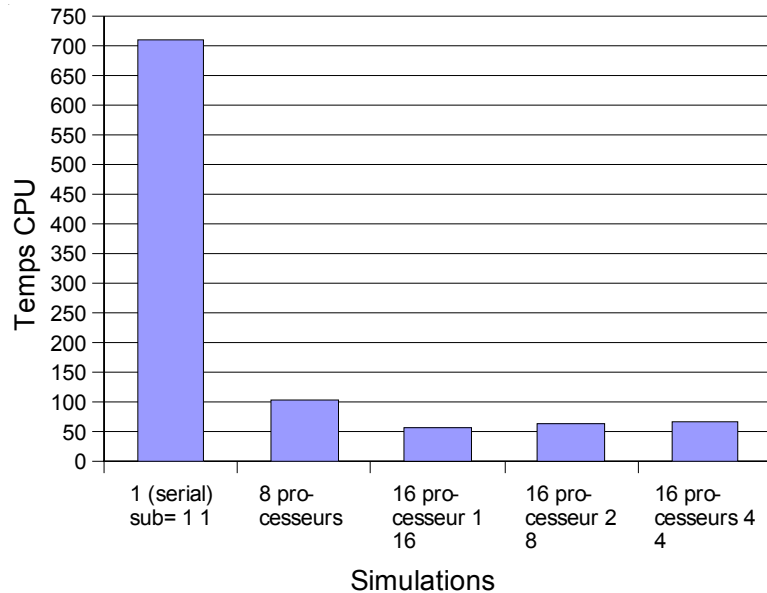
pour de bonnes performances en MPI, plusieurs points critiques:

- Les temps de communications entre processeurs ne doivent pas être prépondérant par rapport au temps de calcul.
 - nombre de points “périmètre” \ll nombre de points « volume »
 - communications rapides (hardware)
- Les entrées/sorties sont un point délicat (impose des barrières)
- Le partitionnement des sous-domaines associés aux processeurs doit être optimisé.(mémoire cache et vectorisation/pipelining)

Quelques tests de performances

Configuration test:

384*384*30 points, domaine « carré »



Pour cette configuration:

Meilleure efficacité avec 8 processeurs.

Importance de l'agencement des sous - domaines pour l'efficacité (ex. 16proc)

Performances MPI:

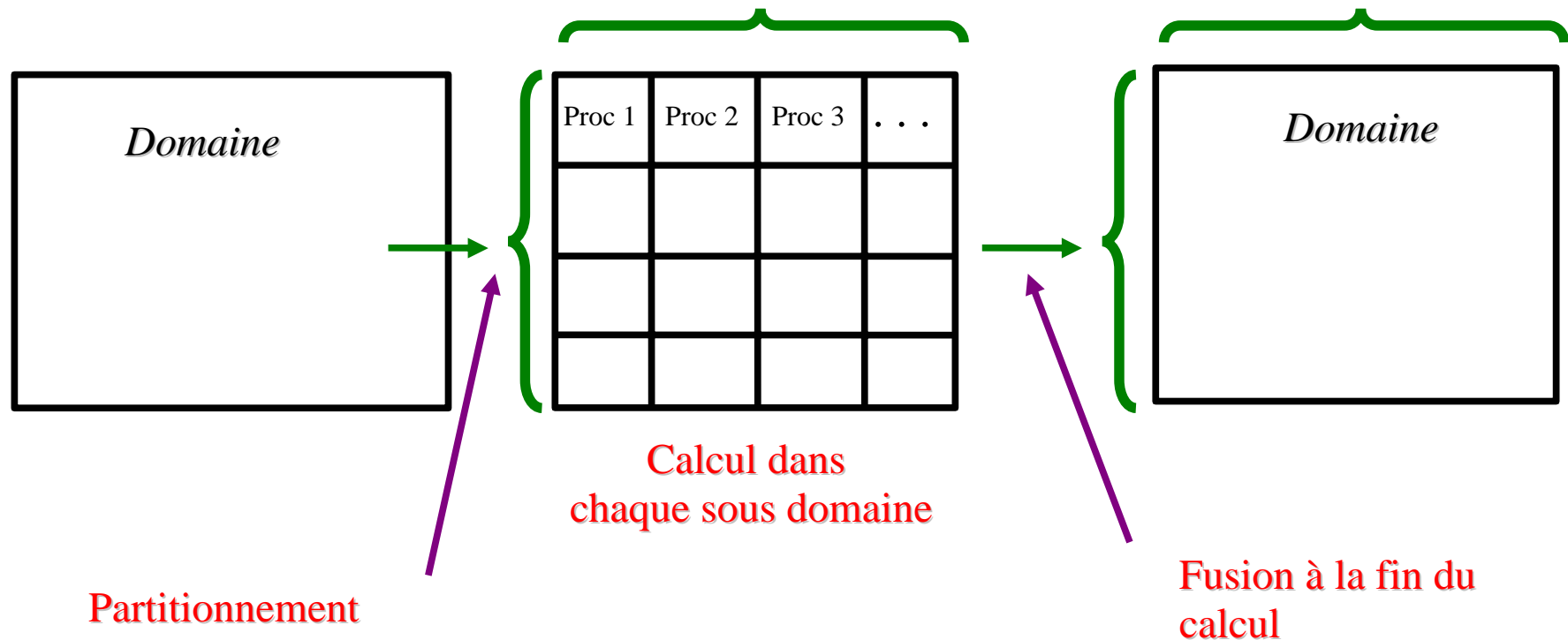
Découpage des fichiers d'entrée-sortie

Attente des processeurs pour la lecture et l'écriture de fichiers.

➔ La fréquence des entrées – sorties est un point sensible pour les performances en MPI

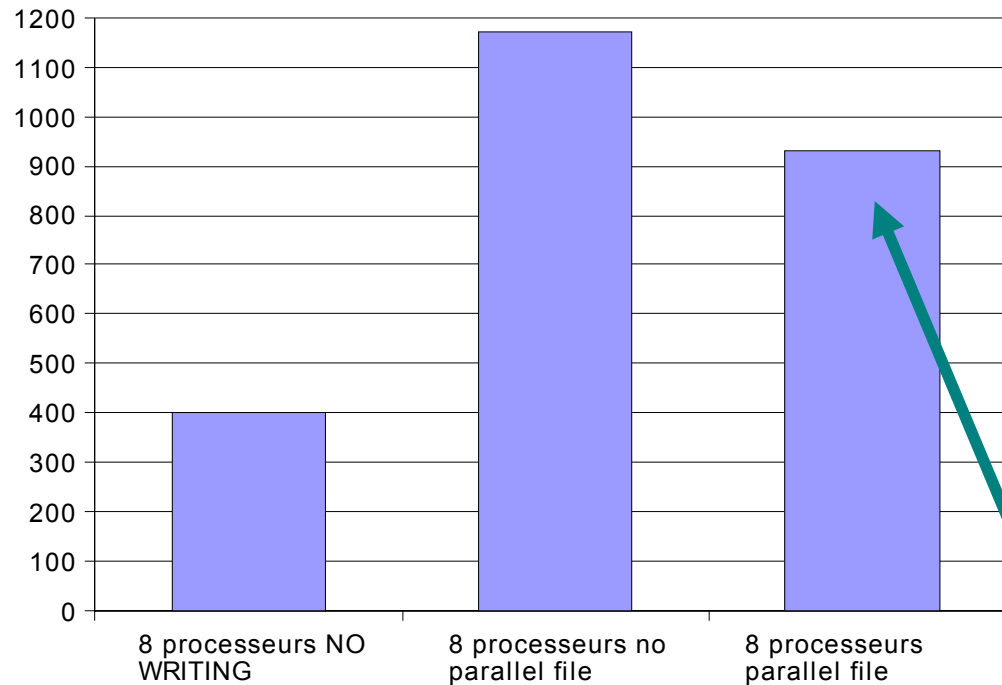
Solution

➔ Partitionnement des fichiers d'entrée-sorties en plusieurs fichiers associés chacun à 1 processeur => les processeurs ne s'attendent plus les uns les autres pendant durant le run



Performance MPI

Découpage des fichiers d'entrée-sortie



Pas Ecriture

Ecriture
pas de
partitionnement

Ecriture
partitionnement des
fichiers

- 200 pas de temps
- 20 sorties
- Clé PARALLEL_FILE dans Roms-AGRIF
- Une part importante du CPU est dédiée à la création des fichiers avec PARALLEL_FILE
- Gain du à l'absence de barrière

Gain de 20 % pour ce test court

Pour des simulations de longues durée, le gain augmente, on peut arriver à des gains de ~100 % (F. Vandermeirsch)

Stockage & Transfert

Pour de longues simulations avec des résolutions élevées:

- Importance d'avoir des capacité de stockage suffisantes.
- Importance des connexions haut débit avec la machine de calcul Nymphaea.

Aujourd'hui à l'IRD, robot de stockage 1 To **LISANOR** avec sauvegarde et connexion haut débit avec Nymphaea.



Grande souplesse d'utilisation

Conclusions

- Aujourd'hui, nous disposons de très bonnes conditions de travail sur le site Ifremer avec le calculateur Nymphéa.
- De plus en plus, les utilisateurs de Roms-AGRIF vont mettre en place des simulations réalistes haute résolution en utilisant **de nombreux processeurs et le raffinement de maillage.**
- Bonnes performances des calculs parallèles **MPI** avec ROMS sur Nymphéa toutefois il faut être **conscient des paramètres critiques pour ces performances.**
- A l'avenir, probablement nécessité d'augmenter les capacités de calculs de Nymphéa en augmentant le nombre de noeuds.