

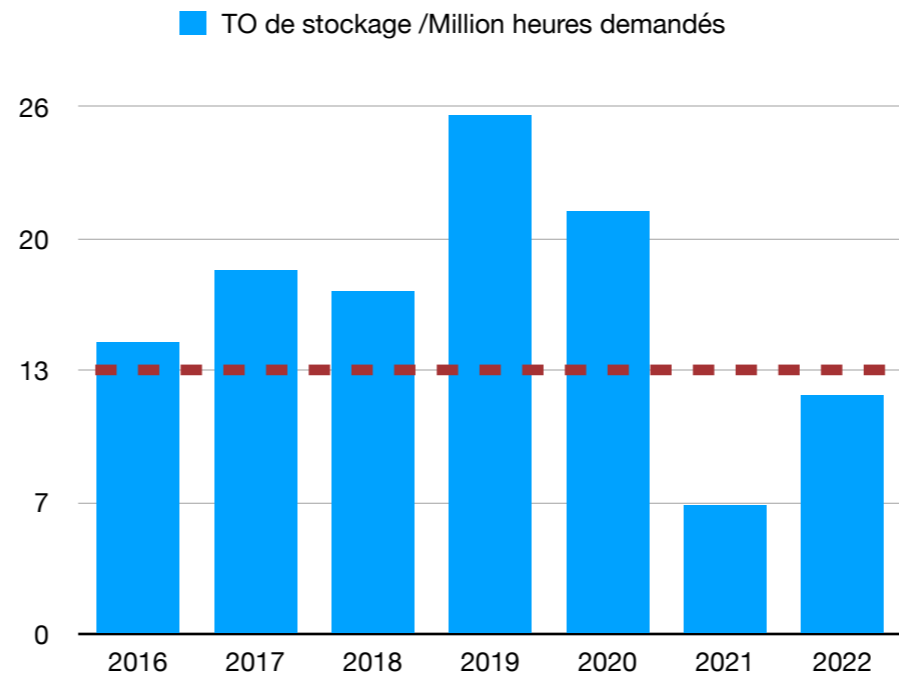
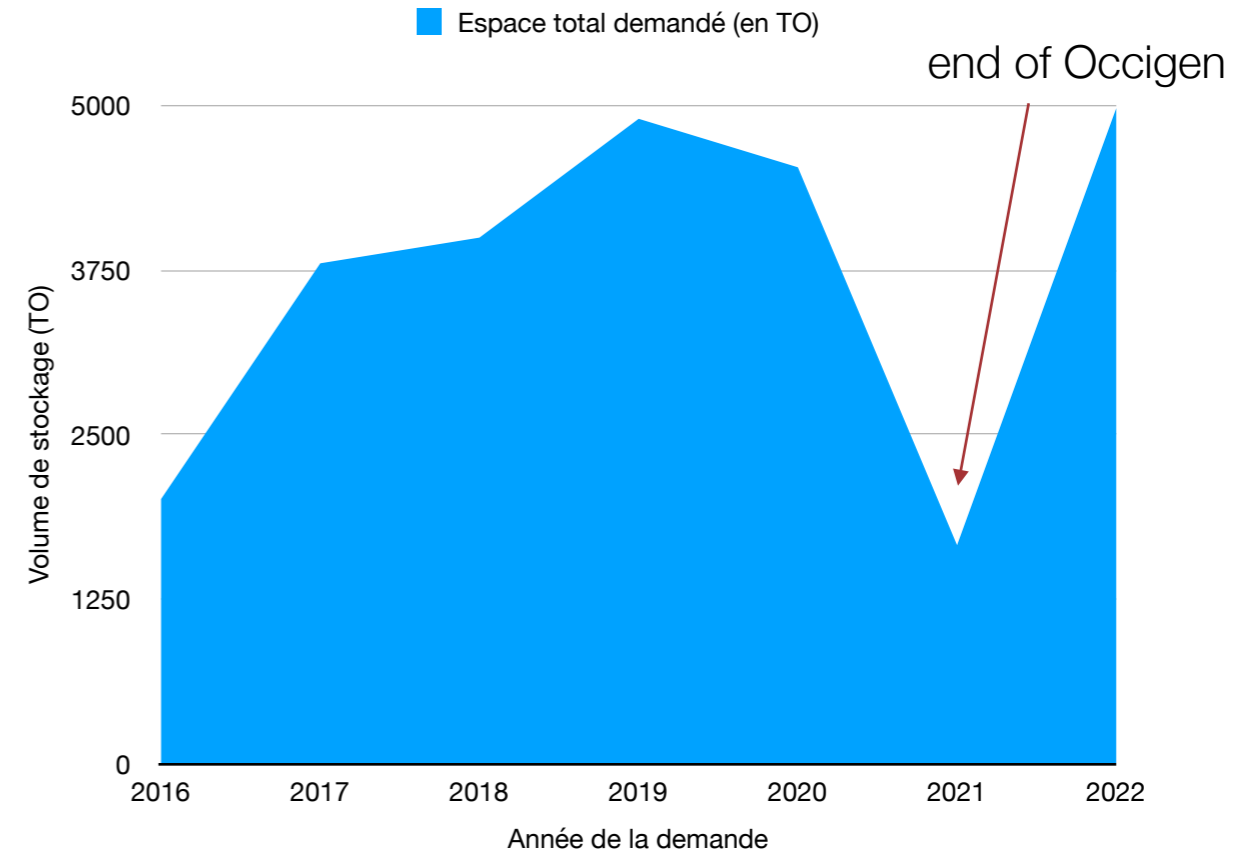
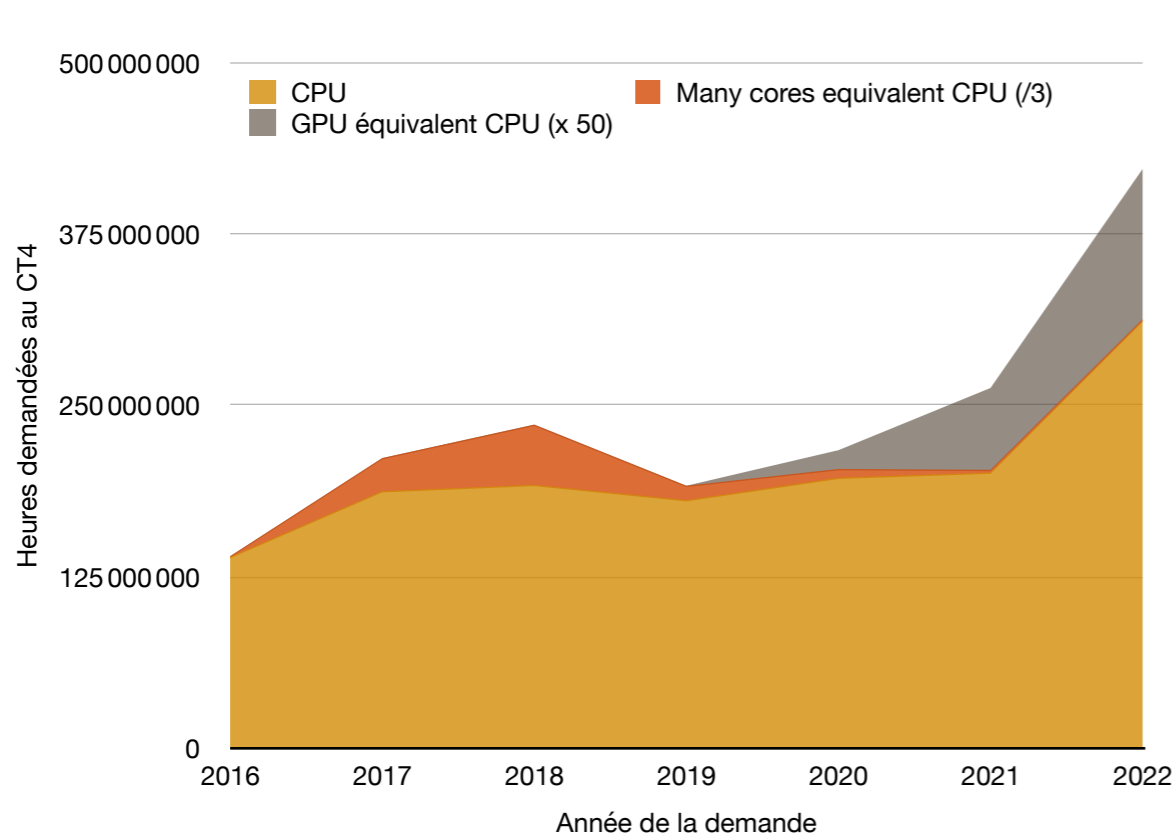
# Développement de codes exascale

---

Une opportunité pour de meilleurs pratiques?

Geoffroy Lesur  
IPAG, Grenoble

# Evolution des demandes AA à GENCI



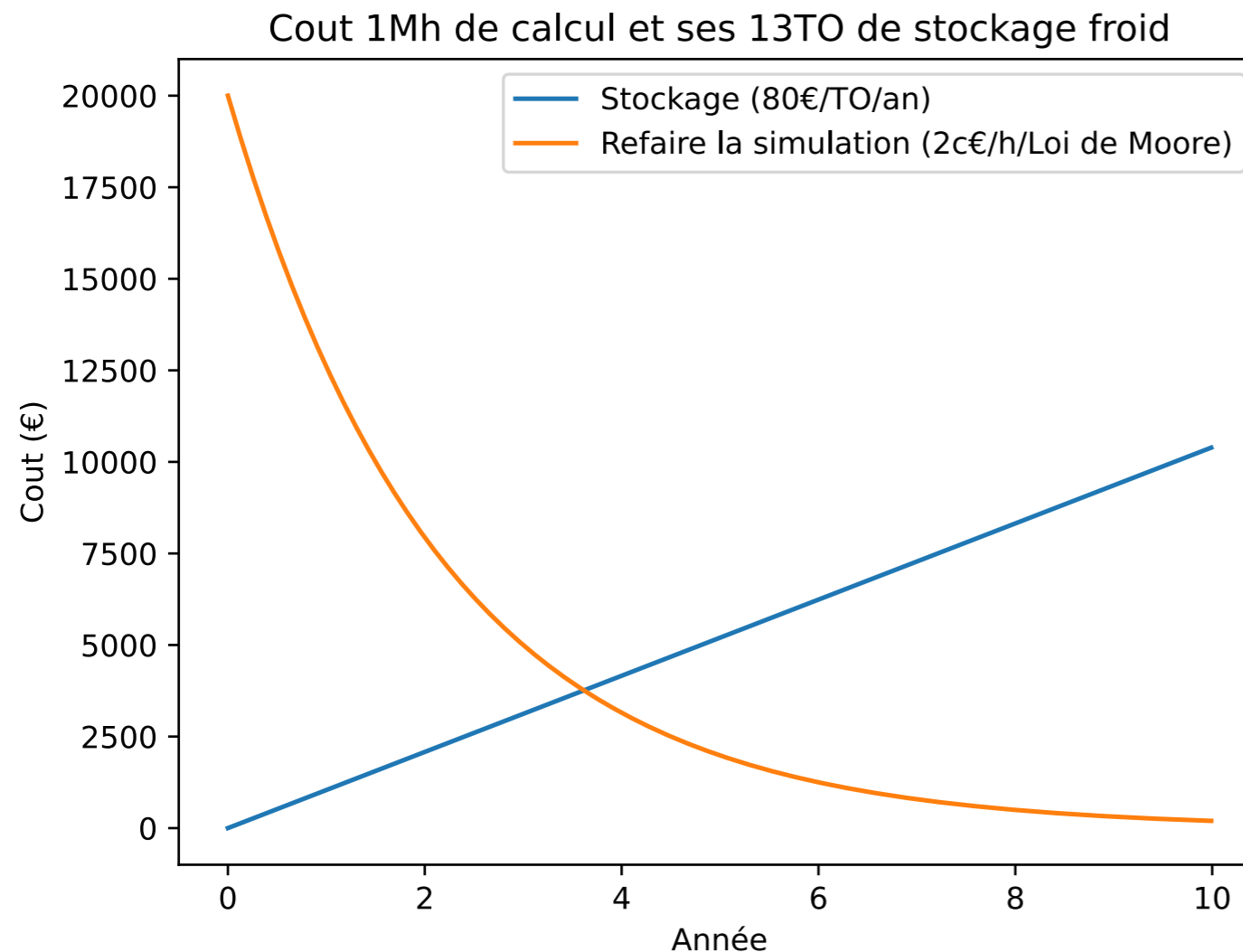
En moyenne 13TO de stockage par Mh sont demandés

# Stocker ou refaire?

## Cout économique

### Hypothèses

- Le cout d'une heure de calcul est de 0,02€
- Le cout d'un TO de stockage « froid » est de 80€/an (cout consolidé UGA pour 5ans)
- Les moyens de calcul suivent la loi de Moore (i.e. le même calcul prendra 2 fois moins de temps dans 18 mois)



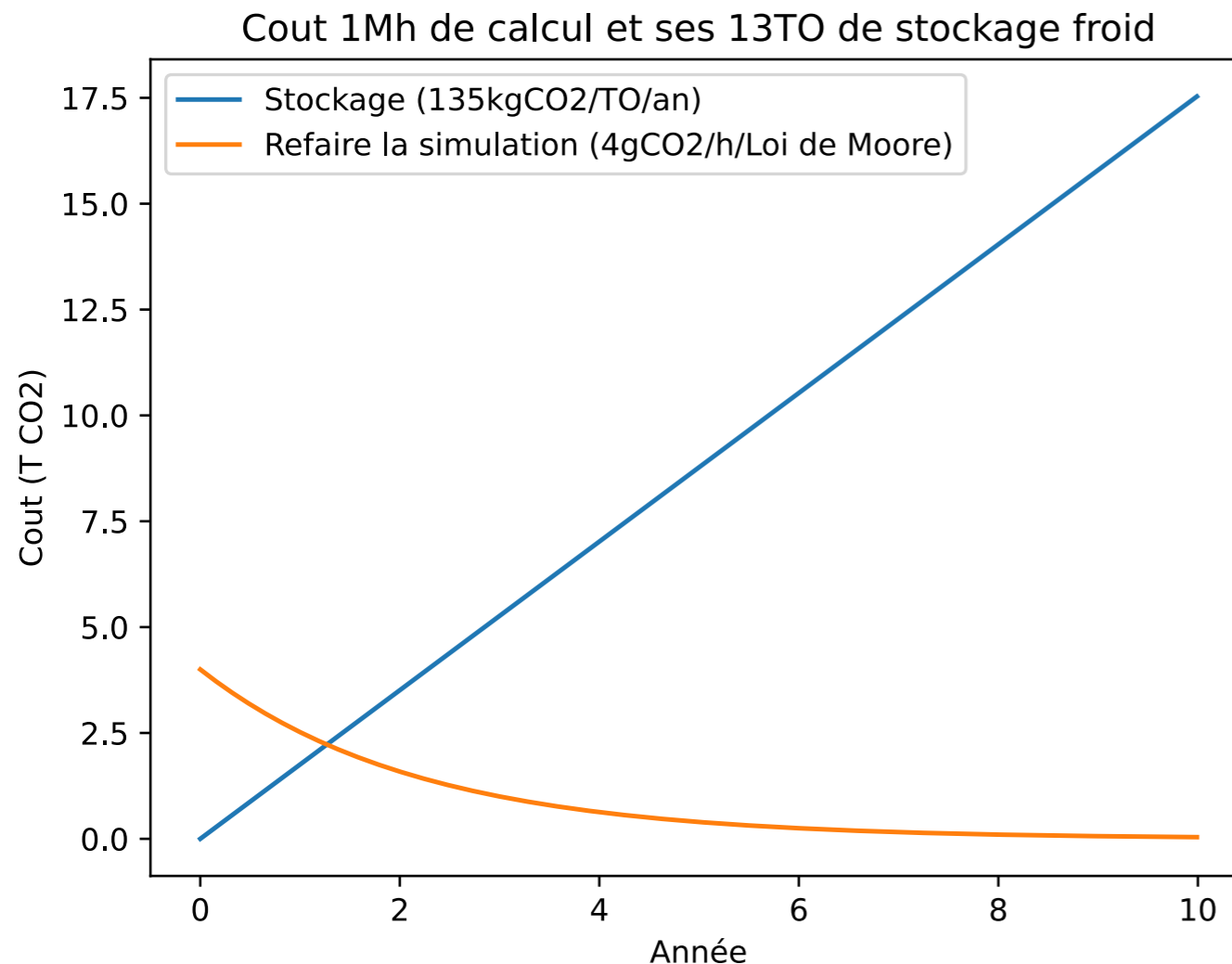
Au bout de 5 ans, il est **deux fois moins cher** en termes économique de refaire tourner une simulation que de continuer à stocker toutes les données

# Stocker ou refaire?

## Cout environnemental

### Hypothèses

- Le cout d'une heure de calcul est de 4gCO<sub>2</sub>/h (cf présentation H. Méheut)
- Le cout d'un TO de stockage « froid » est de 135kgCO<sub>2</sub>/TO/an (cf présentation H. Méheut)
- Les moyens de calcul suivent la loi de Moore (i.e. le même calcul prendra 2 fois moins de temps dans 18 mois)



Au bout de 2,5 ans, il est **deux fois moins cher** en termes d'impact environnemental de refaire tourner une simulation que de continuer à stocker toutes les données

Diffusion de données pérennes à moindre cout (économique  
et environnemental)



reproductibilité des simulations

# Reproductibilité?

Our experiments were conducted using the 2D hydrodynamic grid code Fargo 2D (Masset 2000). This code solves Eqs. (4)

The two codes that we use to perform the 3D MHD simulations presented in this paper are NIRVANA (Ziegler & Yorke 1997) and RAMSES (Teyssier 2002; Fromang et al. 2006).

including ambipolar diffusion and dust. For that, we used a customised version of the PLUTO code, based on PLUTO v4.3.

We used the ASH code (Clune et al. 1999; Brun et al. 2004) to solve the 3D hydrodynamic equations in the anelastic approxi-

bras et al. (2021) used the FARGO3D code (Benítez-Llambay & Masset 2016) in 2D, here we have used the code Dusty FARGO-ADSG. It is an extended version of the 2D grid-based code FARGO-ADSG (Masset 2000; Baruteau & Masset 2008).

Eqs. (1)–(3) using the code PLUTO, a finite-volume, shock-capturing scheme (Mignone et al. 2007). I used a spherical

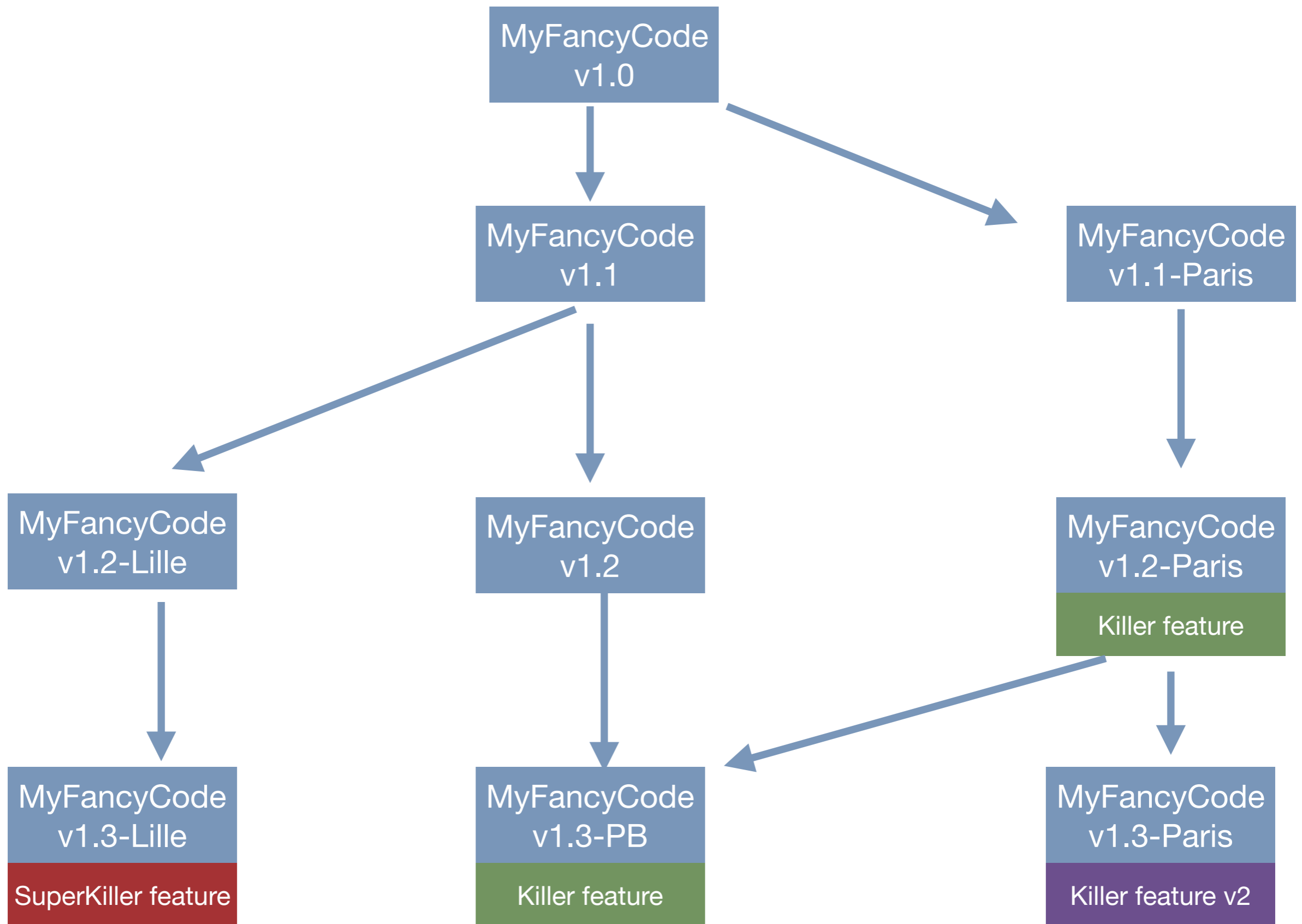
cloud cores, we used the adaptive mesh refinement (AMR) code RAMSES (Teyssier 2002; Fromang et al. 2006) with its non-ideal

The numerical simulations presented here use the versatile advection code (VAC) developed by Tóth (1996). In the version we use the code solves the 3D hydrodynamics equations for an

Lille

Bordeaux

Paris



« We use MyFancyCode to... »

« We use MyFancyCode to... »

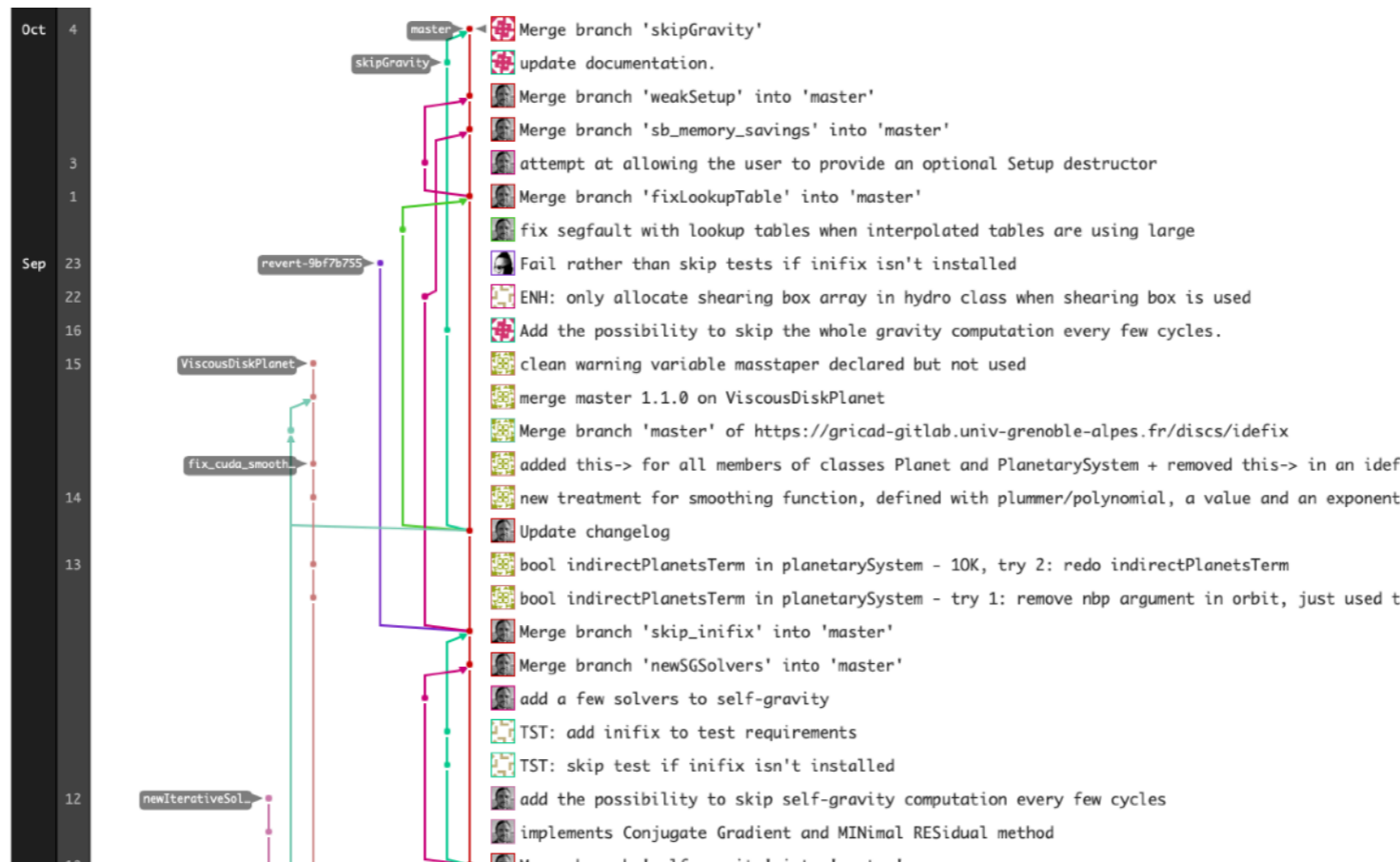
« We use MyFancyCode to... »

La reproductibilité requiert de « bonnes pratiques »



# Règle n°1: Suivi de version

- Utiliser systématiquement un système de suivi de version (git, svn, cvs...)
  - Identification de qui a modifié quoi et pourquoi
  - Permet d'avoir un identifiant unique (« sha ») à chaque modification
  - Possibilité de revenir en arrière pour identifier quand un bug (« feature ») a été introduit (et par qui...)



# Règle n°2: Tag des fichiers de sortie

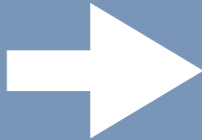
---

















- Chaque fichier de sortie doit pouvoir être associé à un numéro de version du code
- Fichier readme associé, ou directement intégré dans le fichier de sortie

```
Apple > ~/t/idefix/Mar/systemebinaire > new-cooling *4 !2 ?15 head -n 10 data.0000.vtk
# vtk DataFile Version 2.0
Idefix v1.1.0-11-g4273d48 VTK Data
BINARY
DATASET STRUCTURED_GRID
FIELD FieldData 3
GEOMETRY 1 1 int
```

# Règle n°3: Tester encore et toujours

- Le développement de certains modules peut avoir des effets de bord sur d'autres modules
- Souvent détecté tardivement
- Mène à des branches qui divergent (« tu peux me passer ta version de X parce que dans ma version y'a Y qui marche pas » ?)

 Utilisation systématique de tests de non régression/unitaires *automatisés* (approche « CI/CD »)

Status	Pipeline	Triggerer	Stages
 passed 🕒 01:12:38 🕒 9 hours ago	Merge branch 'skipGravity' #111519 🧑 master → 40f22cce 🚫 Scheduled latest		 
 passed 🕒 02:26:40 🕒 11 hours ago	Merge branch 'skipGravity' #111515 🧑 master → 40f22cce 🚫 Scheduled latest		 
 passed 🕒 01:14:15 🕒 1 day ago	Merge branch 'skipGravity' #111487 🧑 master → 40f22cce 🚫 latest		 
 passed 🕒 01:24:54 🕒 1 day ago	BLD: suppress excessive filtering of kokkos source in ... #111440 🧑 261 → d59c7f54 🚫 latest merge request		 

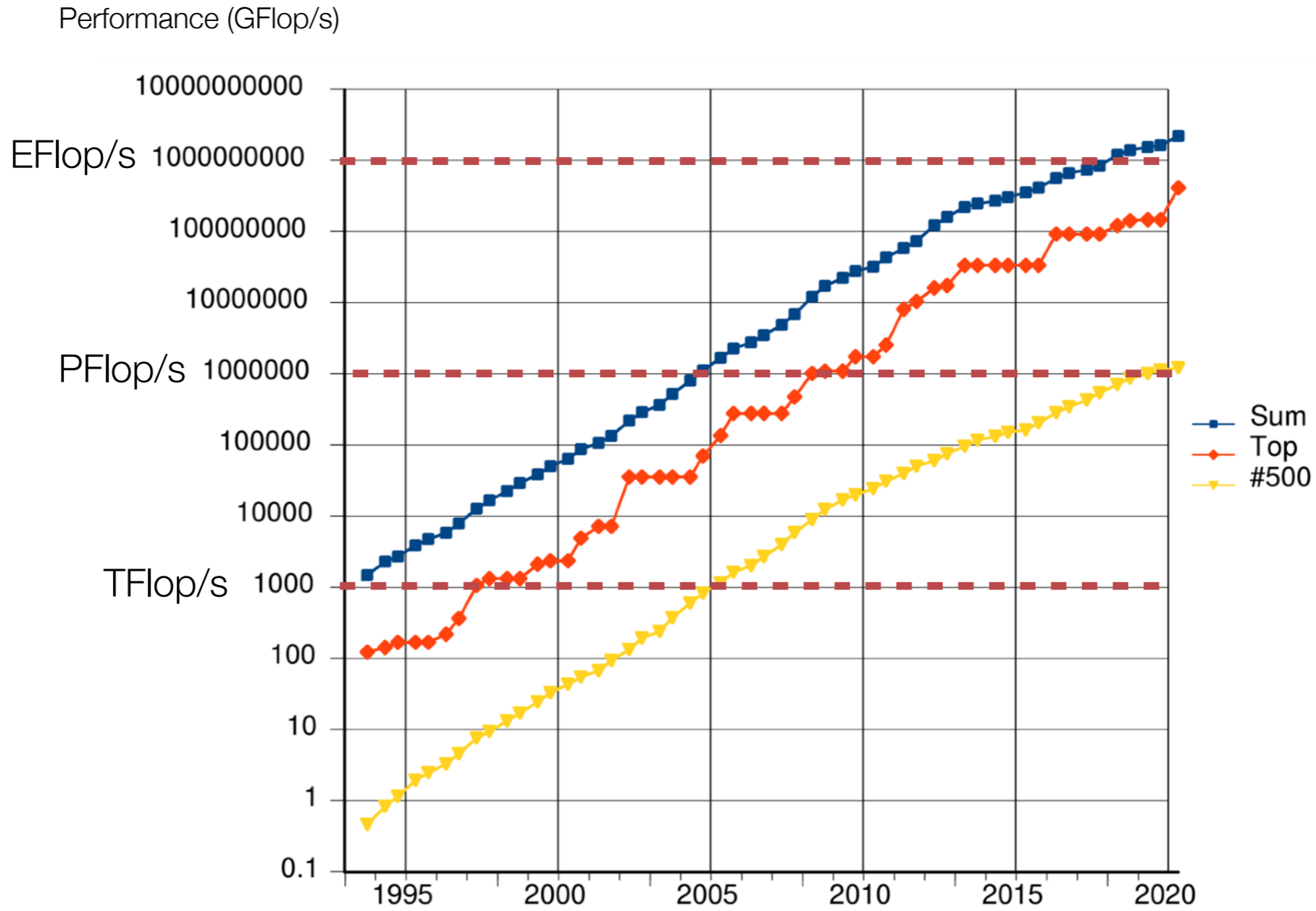
# Le passage à l'Exascale

une opportunité?

# Vers l'Exascale

Une tendance mais aussi un objectif

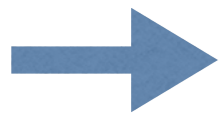
1Flop/s=1 opération en virgule flottante par seconde (cerveau humain=0.5-1)



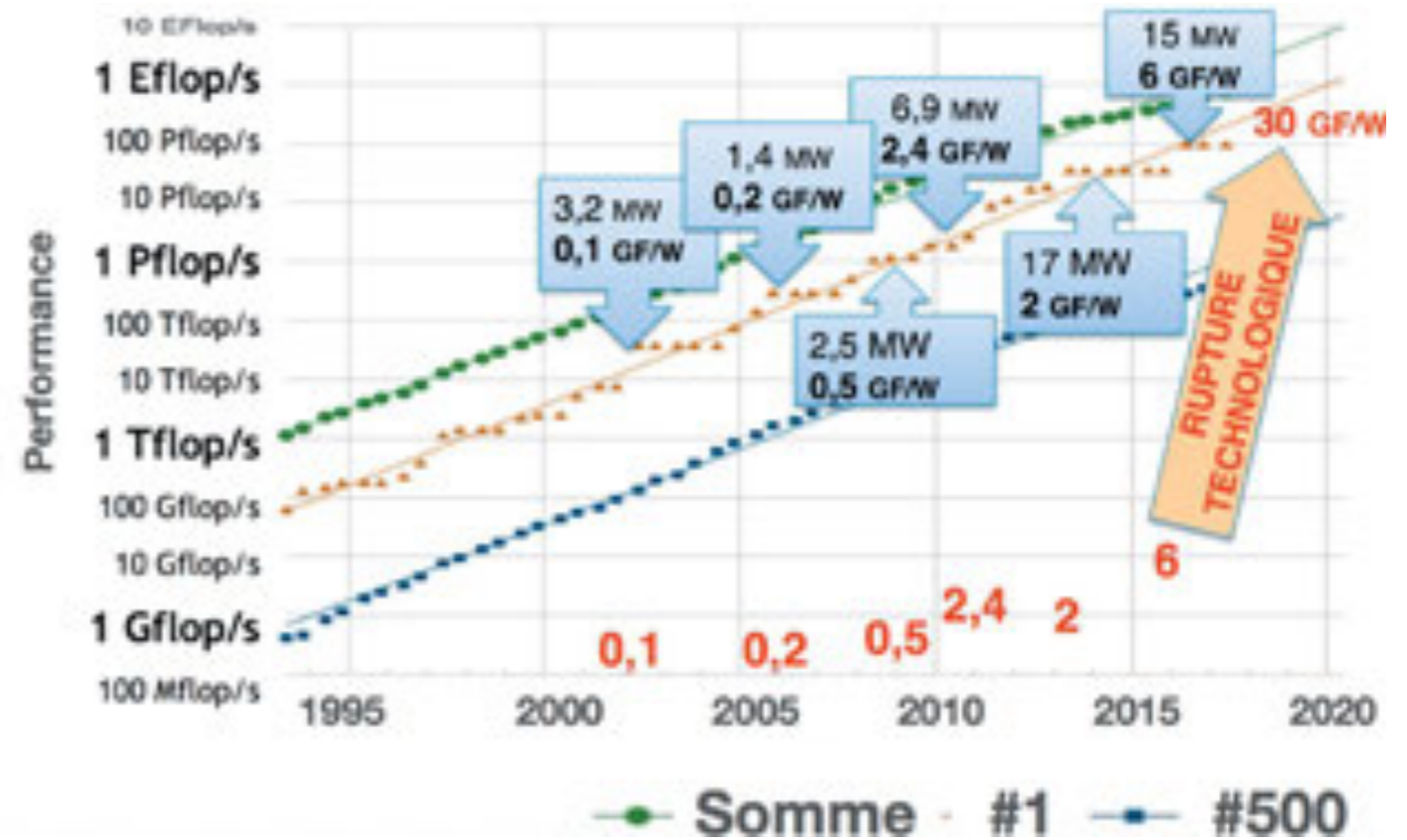
# Vers l'exascale

## Un problème de puissance électrique

- La consommation typique d'un processeur intel x86 est  $\sim 2\text{W/Gflop/s}$
- Une machine exaflopique nécessiterait 500 MW de puissance = 1 réacteur nucléaire
- La puissance électrique « socialement acceptable » est de 30 MW



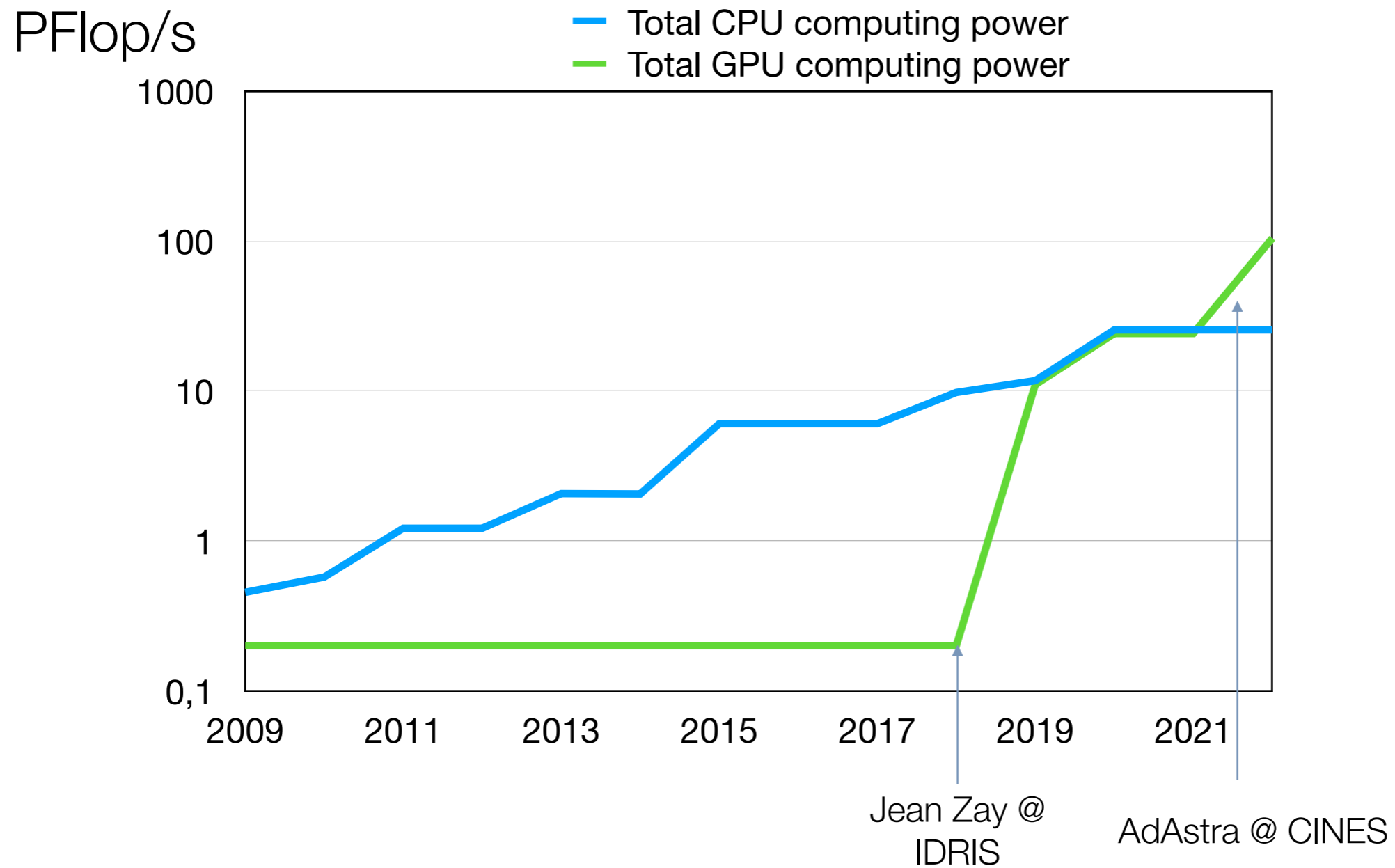
Il faut des architectures beaucoup plus efficaces



== ?



# Capacité de calcul installée en France (GENCI)



# Nous avons besoin de codes qui peuvent exploiter ces nouvelles architectures

Ce n'est pas « une mode »

Ce n'est pas « que pour les grosses simulations »

C'est une *nécessité* pour contenir l'enveloppe énergétique du calcul scientifique



# Plusieurs projets de codes multi-architectures

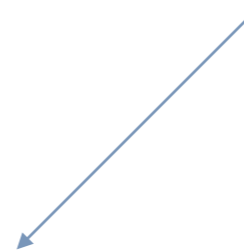
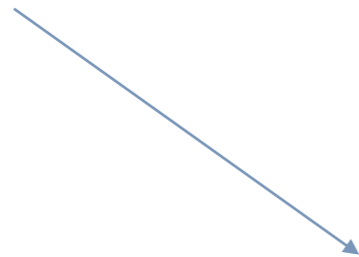
---

Des nouveaux codes:

- Dyablo (AMR finite-volume code using Kokkos)
- Idefix (multi-geometry finite-volume code using Kokkos)
- ...

Des portages d'ancien codes:

- Ramses-GPU
- Fargo-GPU
- Smilei-GPU
- ...



Autant d'opportunités pour appliquer des méthodes de développement permettant de garantir la reproductibilité

*Pourquoi pas vous?*

