



EVOLUTION DE L'ARCHITECTURE DU SYSTÈME D'INFORMATION SCIENTIFIQUE D'EDF R&D

Hugues Prisker

Séminaire Aristote - 5 Février 2015

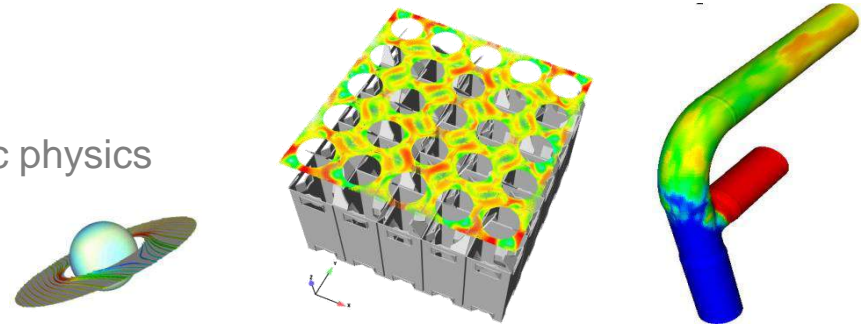
SI SCIENTIFIQUE EDF R&D EN QUELQUES CHIFFRES (2015)

- 1000 utilisateurs
- 150 applications
- 4 super calculateurs
 - Une offre de plus d'un 1 milliard d'heures de calcul par an
- 800 stations de travail Linux
- 1 stockage centralisé et sécurisé des données, accessible de partout (poste scientifique, poste bureautique, clusters)

Code development at EDF R&D (1/2)

■ *Code_Saturne*

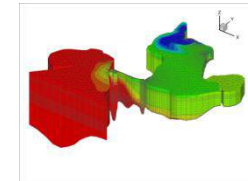
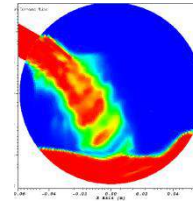
- general usage single phase CFD, plus specific physics
- property of EDF, open source (GPL)
- <http://www.code-saturne.org>



■ NEPTUNE_CFD

- multiphase CFD, esp. water/steam
- property of EDF/CEA/AREVA/IRSN

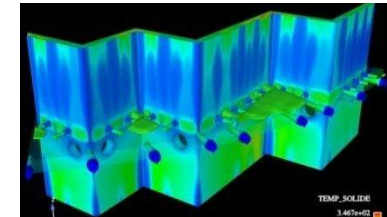
NEPTUNE



■ SYRTHES

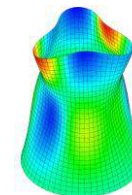
- thermal diffusion in solid and radiative transfer
- property of EDF, open source (GPL)
- <http://rd.edf.com/syrthes>

SYRTHES



■ *Code_Aster*

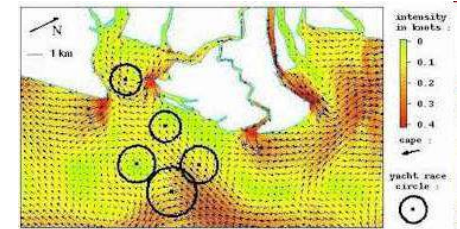
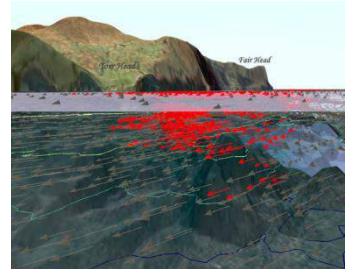
- general usage structure mechanics
- property of EDF, open source (GPL)
- <http://www.code-aster.org>



Code development at EDF R&D (2/2)

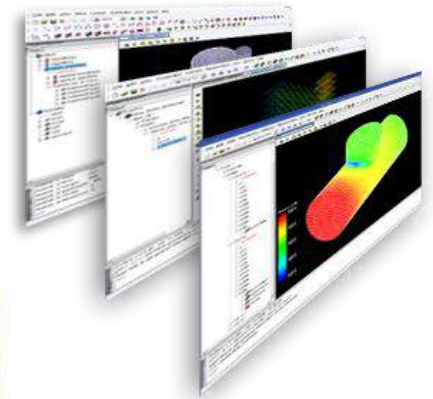
- TELEMAC system

- free surface flows
- Many partners, mostly open source (GPL, LGPL)
- <http://www.opentelemac.org>



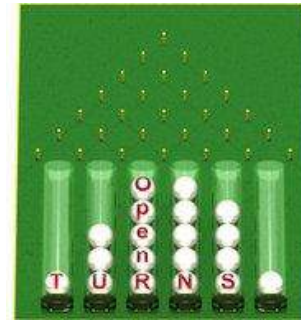
- SALOME platform

- integration platform (CAD, meshing, post-processing, code coupling)
- property of EDF/CEA/OpenCascade, open source (LGPL)
- <http://www.salome-platform.org>



- Open TURNS

- tool for uncertainty treatment and reliability analysis
- property of EDF/CEA/Phimeca, open source (LGPL)
- <http://trac.openturns.org>



- and many others

- Neutronics, electromagnetism
- component codes, system codes
- ...

SCIENTIFIC COMPUTING ARCHITECTURE (2015)

General computers for all scientific communities and for all codes

Massively parallelized codes and "frontier" studies.



IVANOE
200 Tflops, x86
(will be close in jun'15)



ATHOS & ASTER5
400 Tflops, x86



PORTHOS
600Tflops, x86



ZUMBROTA
800 Tflops, Blue Gene Q

High Speed Network, 10 Gb/s



800 Linux WorkStations Calibre



TGVD Mass Storage 1 PBytes

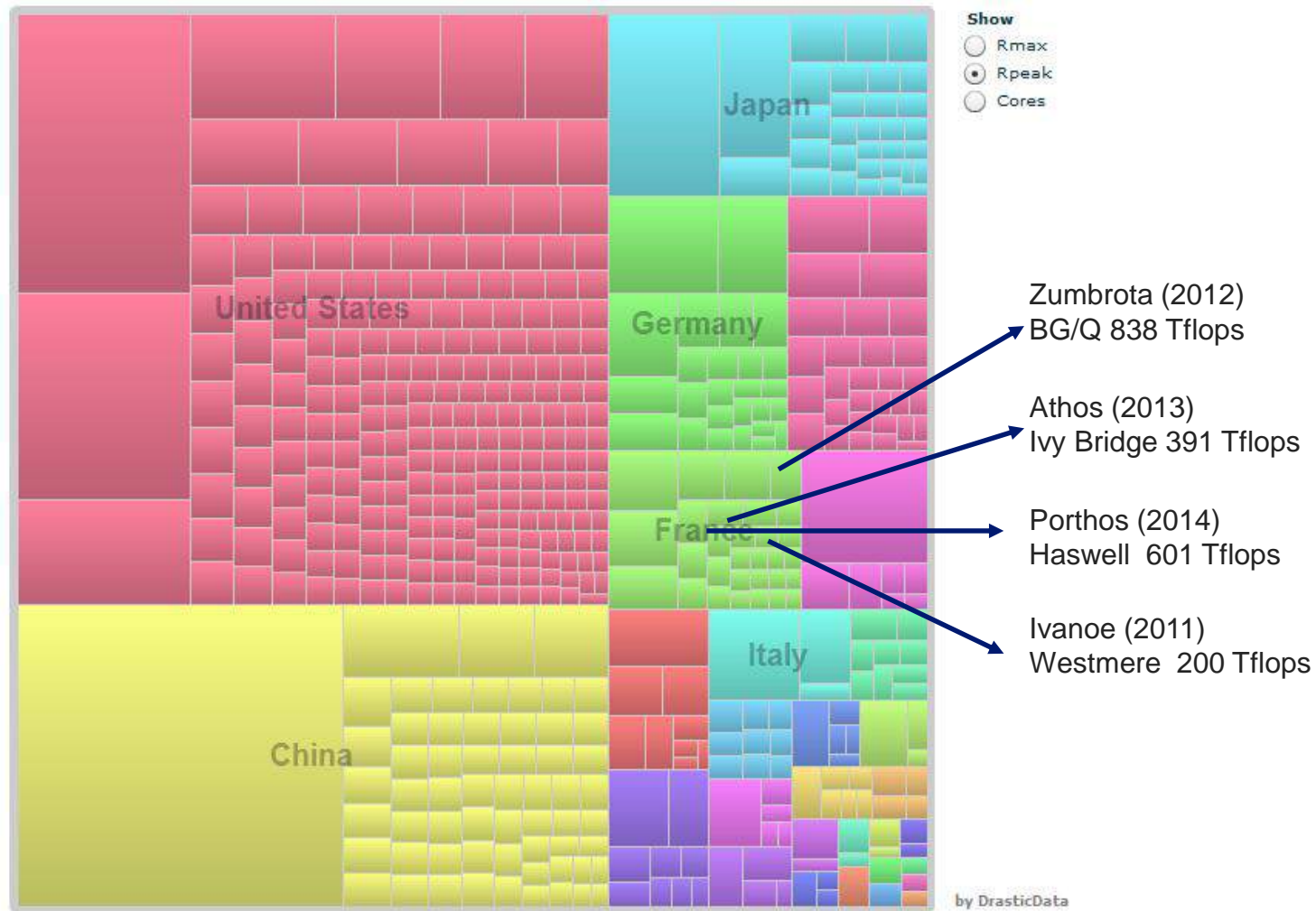


Athos dev cluster 5 Tflops, x86



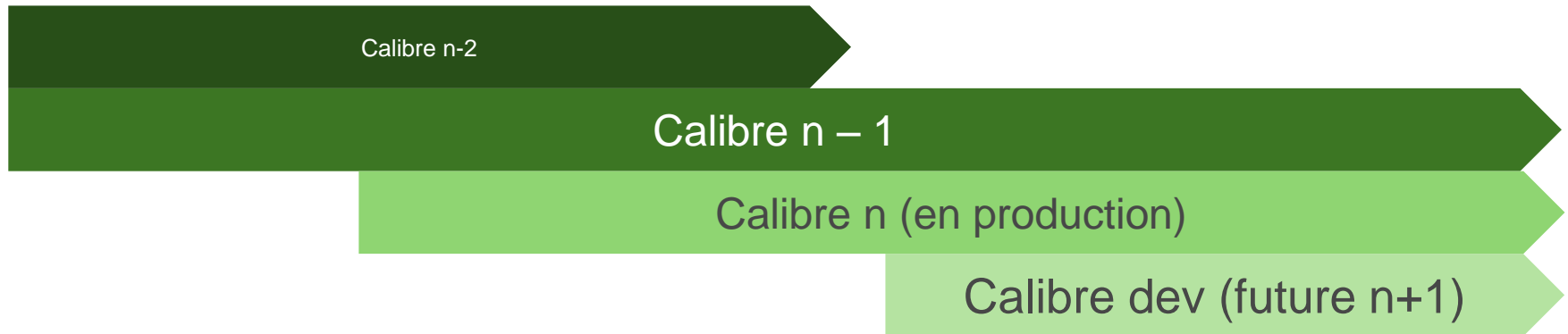
CCRT (part of the power) ~7 Tflops, x86, host at TGCC

CLUSTERS EDF R&D AU TOP 500 (NOV 2014)



SOUCHE SCIENTIFIQUE EDF

- **Souche Calibre (CA**lculateur sous **LI**nux à **B**as en **RE**seau)
 - Souche scientifique Linux de référence pour tout EDF et ses filiales
 - Actuellement, basée sous Debian
- **Approche par palier**



- **Objectif est d'avoir toujours à disposition :**
 - Version en résorption
 - Version en production
 - Version en développement

BESOINS FONCTIONNELS CODES EDF

▪ Propriétés

- Fiable : Propriété essentielle : On doit avoir confiance dans le code
- Robuste : Nos utilisateurs ne sont pas des informaticiens
- Performance :
 - Pour assurer un temps de retour compatible avec le temps de l'utilisateur industriel
 - Pour permettre de passer une échelle dans la taille des modèles de manière à affiner la description de la physique et gagner des marges

▪ Spécificité codes « nucléaires » : Qualification des applications

- Processus long et couteux
 - Qualification de l'architecture, de l'environnement système ...
- Marge d'erreur connue des résultats
- Nécessité d'une reproductibilité des études

▪ En terme d'actions de développement

- Sur du (très) long terme :
 - Exemple Code_Aster : Existe depuis 20 ans

Roadmap Code_Saturne

2003

2006

2007

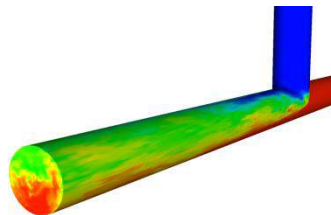
2012

2015

Consecutive to the Civaux thermal fatigue event

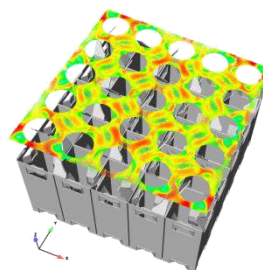
Computations enable to better understand the wall thermal loading in an injection.

Knowing the root causes of the event ⇒ define a new design to avoid this problem.

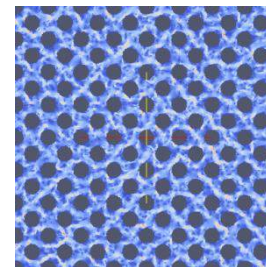


Computation with an L.E.S. approach for turbulent modelling

Refined mesh near the wall.



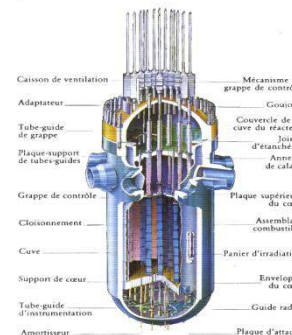
Part of a fuel assembly
5x5 grid experimental mock-up



LES of tube bundle

Complete reactor vessel

CUVE DU RÉACTEUR



**Computations with smaller and smaller scales in larger and larger geometries
⇒ a better understanding of physical phenomena ⇒ a more effective help for decision making**

10^6 cells

10^7 cells

10^8 cells

$3 \cdot 10^9$ cells

$5 \cdot 10^{10}$ cells

Fujitsu VPP 5000

Cluster, IBM Power5

IBM Blue Gene/L

Cray XE6

?

1 of 4 vector processors

400 processors

8 000 processors

4 000 cores

> 60 000 cores

2 month length computation

9 days

1 month

short test (< 1day)

1 month

1 Gb of storage

15 Gb of storage

200 Gb of storage

5 Tb of storage

100 Tb of storage

2 Gb of memory

25 Gb of memory

250 Gb of memory

3 Tb of memory

60 Tb of memory

Power of the computer

Pre-processing not parallelized

Pre-processing not parallelized

Mostly resolved

resolved

Power of the computer

Mesh generation

... *ibid.* ...

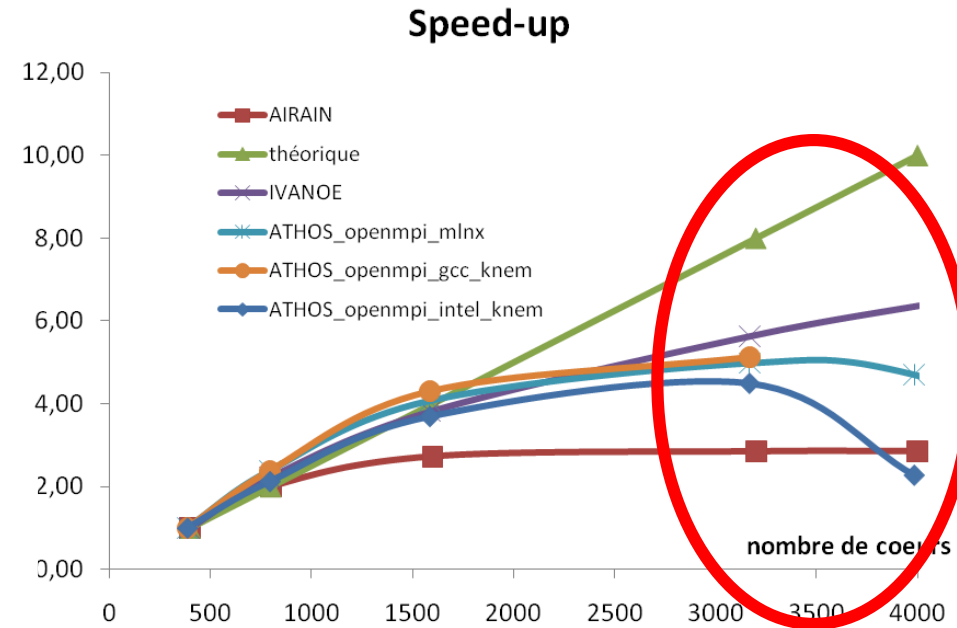
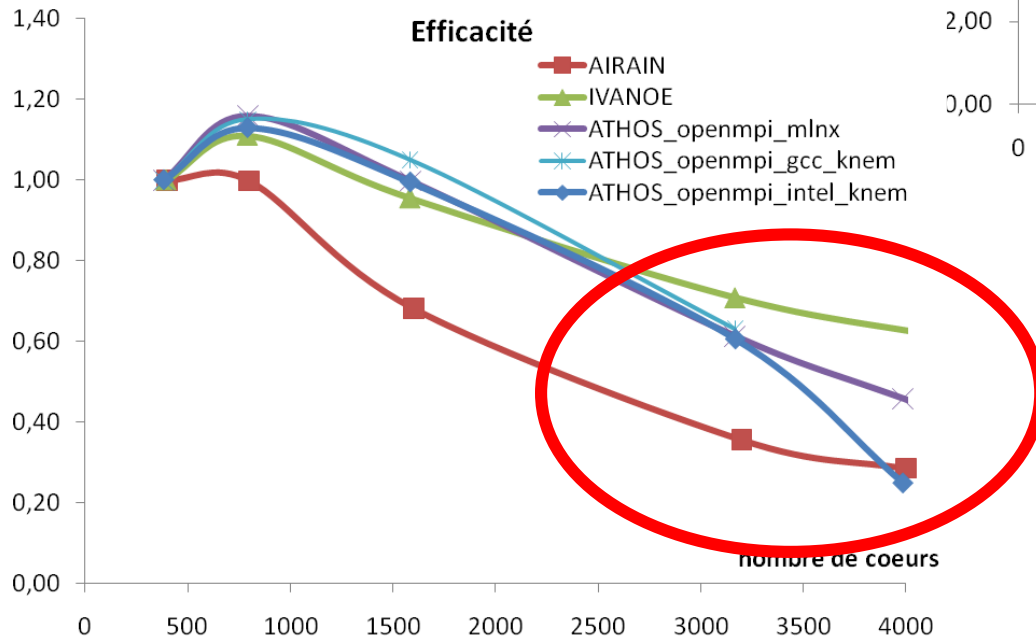
... *ibid.* ...

Scalability / Solver

... *ibid.* ...



NEPTUNE_CFD (GRANDS CHALLENGES)



Effondrement de la performance au dessus d'un nombre de processus MPI

SCALABILTY RESULTS

■ Comparison ATHOS / IVANOE / AIRAIN:

- Mean time per iteration : ATHOS -> AIRAIN -> IVANOE

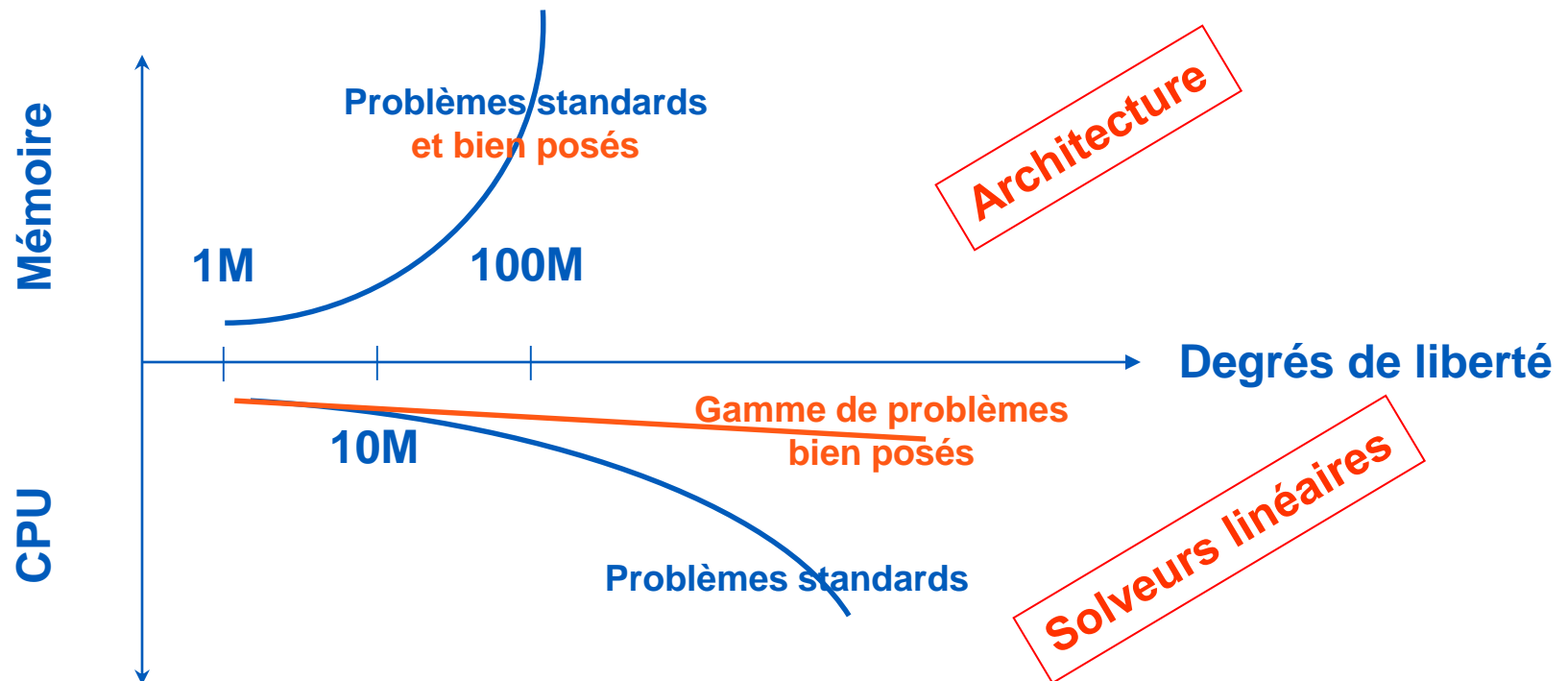
■ On this case :

- On IVANOE : don't use under 80 000 cells per core
- On AIRAIN : don't use under 150 000 cells per core
- On ATHOS : don't use under 150 000 cells per core

- **Be careful : use a lot of cells per core -> 2 or 3 times more cells per core**

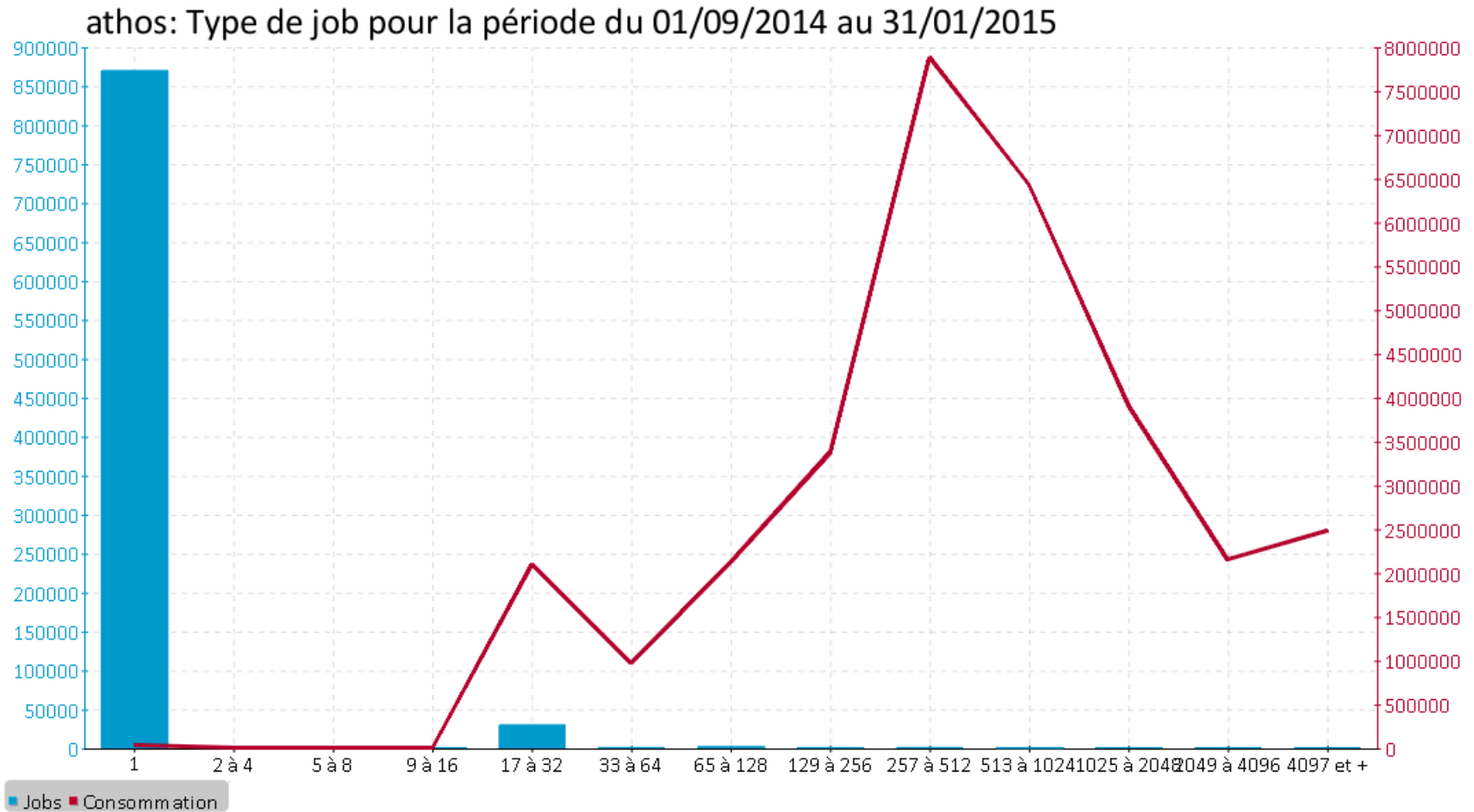
Exemple besoin Code_Aster

- Augmentation degrés de liberté
 - Impact : augmentation Temps de retour important mais moins critique que la consommation mémoire



- Super-calculateurs EDF : de plus en plus de cœurs, de moins en moins de mémoire par cœur : **Risque de non-adéquation du code aux architectures disponibles**

CHARGE MACHINE



CHIFFRES SUR LES CALCULATEURS R&D

	Rendvous	Clamart2	Ivanoe	Athos	Porthos
	Core 2duo	Nehalem	Westmere	Ivybridge	Haswell
date	2007	2009	2011	2013	2015
Crête (tflops)	5,8	25	200	400	600
RAM totale (To)	0,864	2,176	33,168	49,664	37,248
Débit réseau(Gb/s)	1	4	40	56	56
débit IO (Go/s)			48	80	120
Stockage utile(To)	2	100	1600	2200	3400
nœuds	216	272	1382	776	582
cœurs	432	2176	16584	18624	16296
ram/xflops	0,15	0,09	0,17	0,12	0,06
débit-reseau/xflop	0,17	0,16	0,20	0,14	0,09
débit IO / xflop			0,24	0,20	0,20
stockage/xflop	0,34	4,00	8,00	5,50	5,67
coeur/xflop	74,48	87,04	82,92	46,56	27,16

DIAPOSITIVE VOLONTAIREMENT SUPPRIMEE

LE SYSTÈME DE 2021 (SCÉNARIO CONSERVATIF)

	Lancelot
	X86 ?
date	2021
Crête (tflops)	1200
RAM totale (To)	100-150 To
Débit réseau(Gb/s)	180 Gb/s
débit IO (Go/s)	240 Go/s
Stockage utile(To)	7 Po

AUTRE SCENARIO

AUTRE SCENARIO

Calcul classique

AUTRE SCENARIO

Calcul classique

Calcul MPP

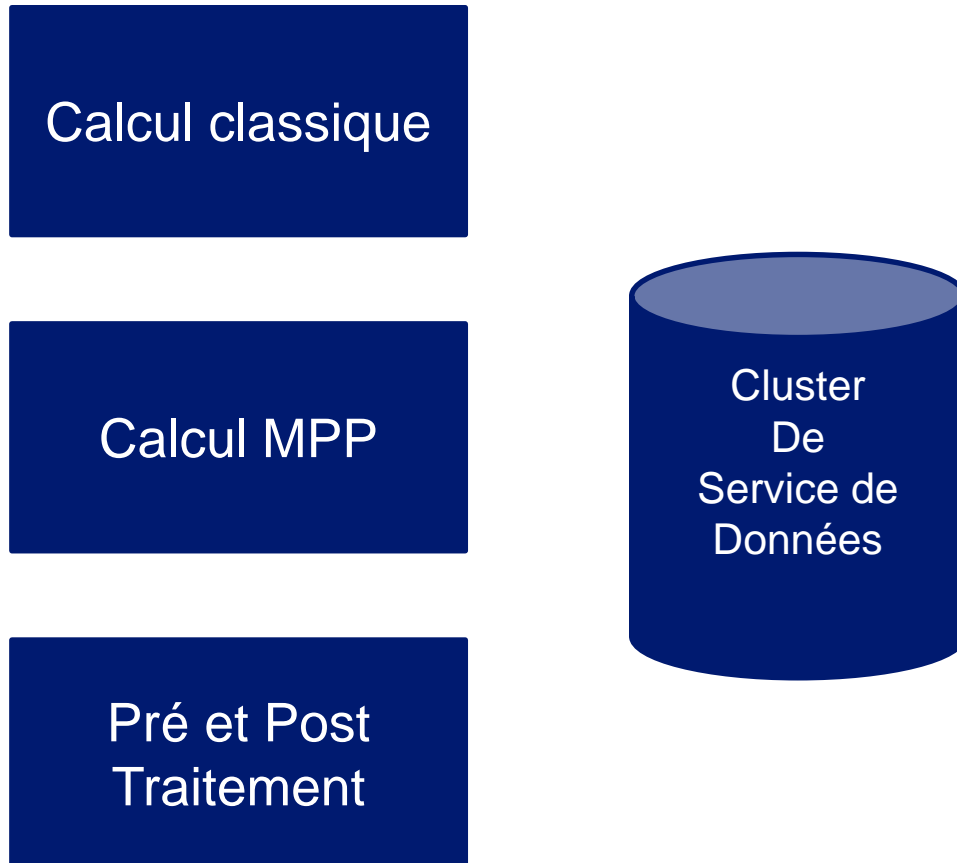
AUTRE SCENARIO

Calcul classique

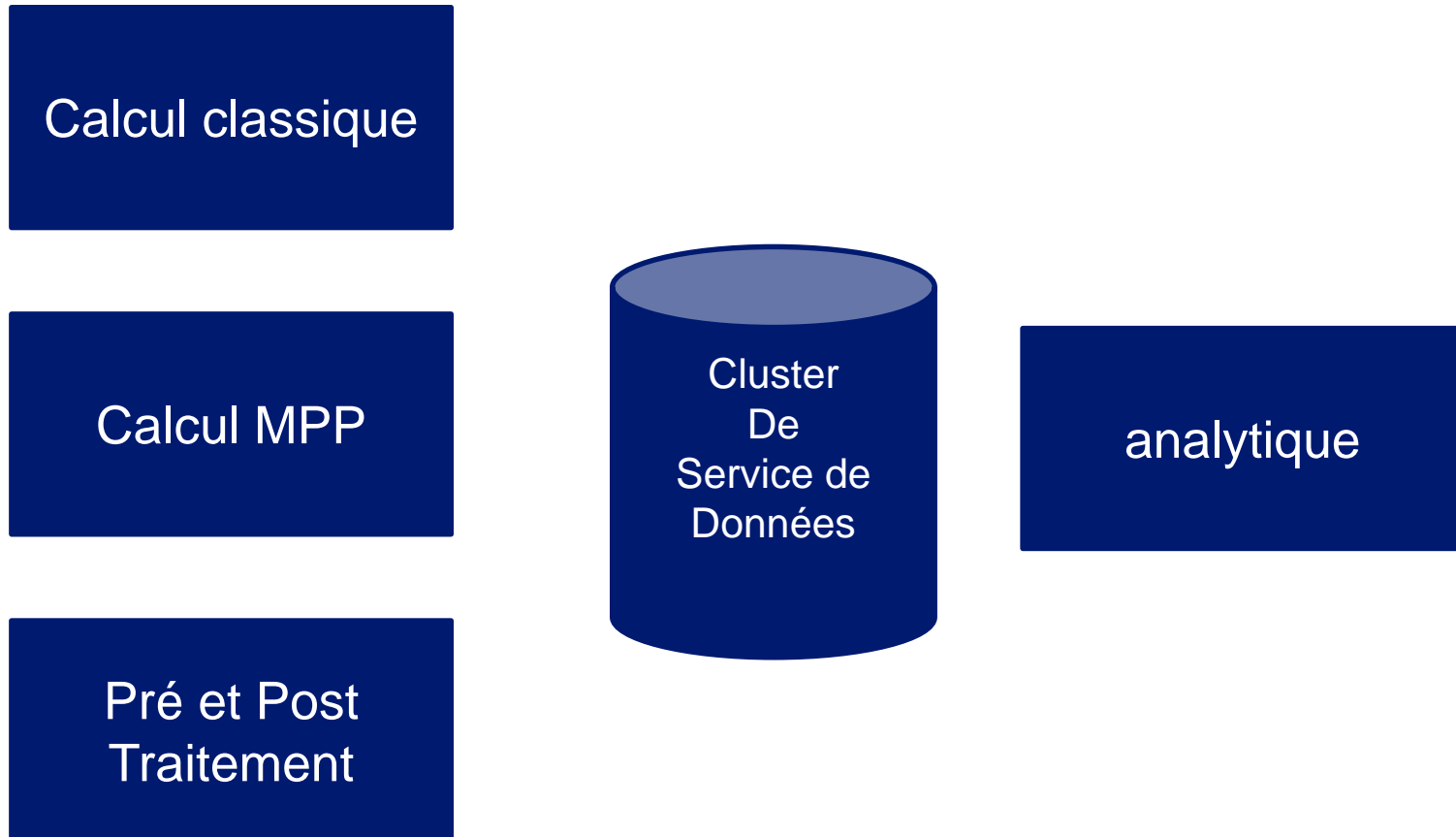
Calcul MPP

Pré et Post
Traitement

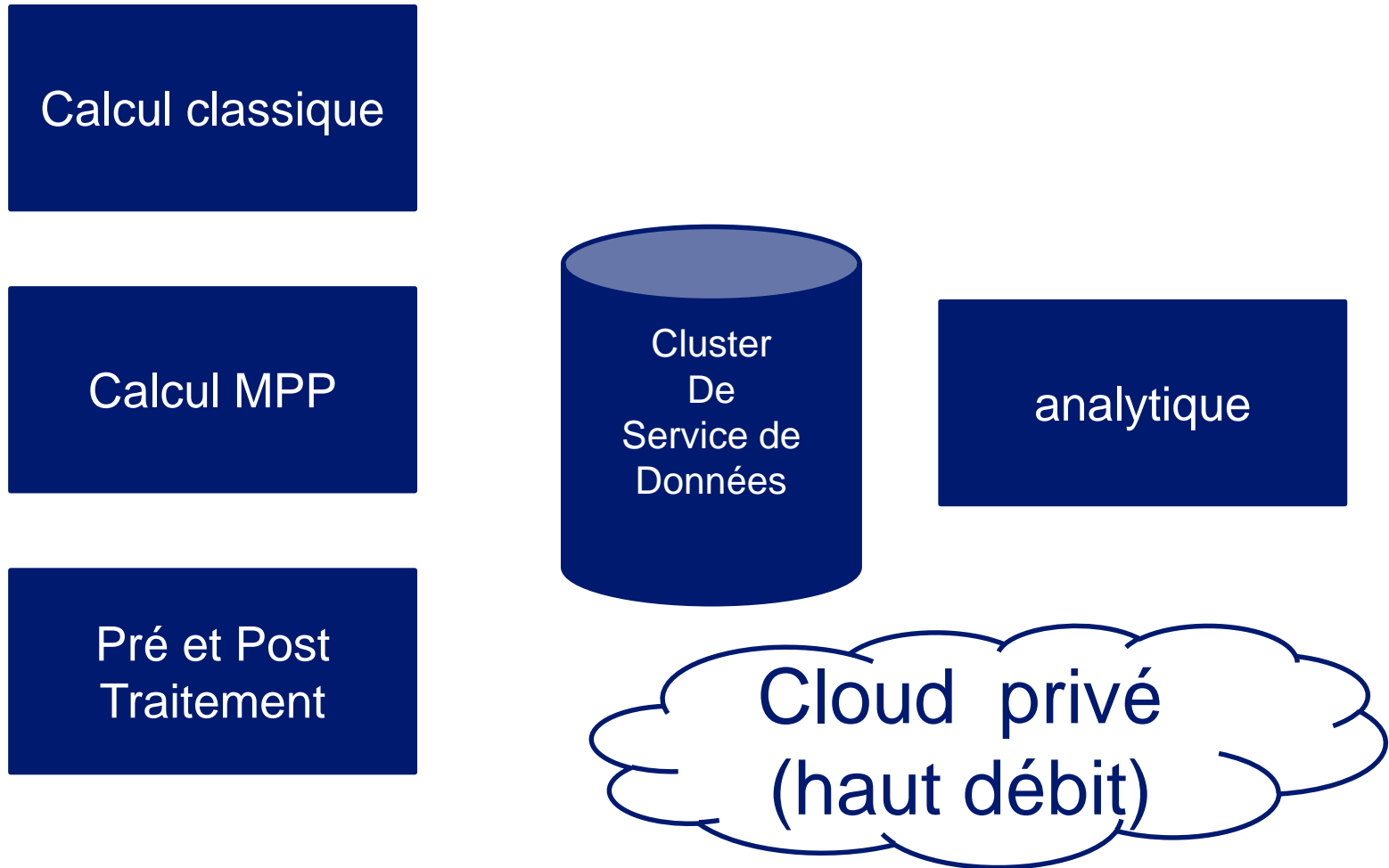
AUTRE SCENARIO



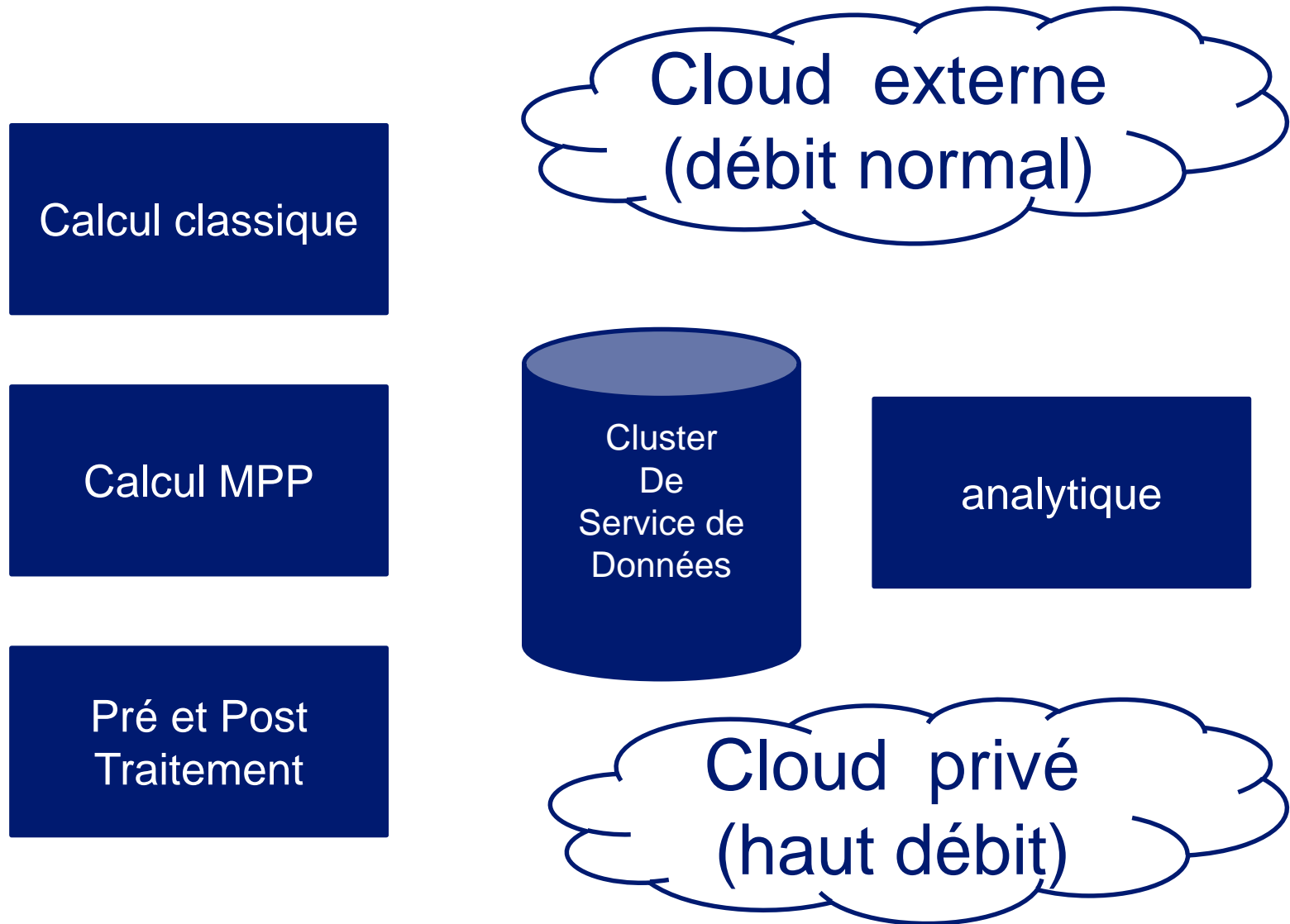
AUTRE SCENARIO



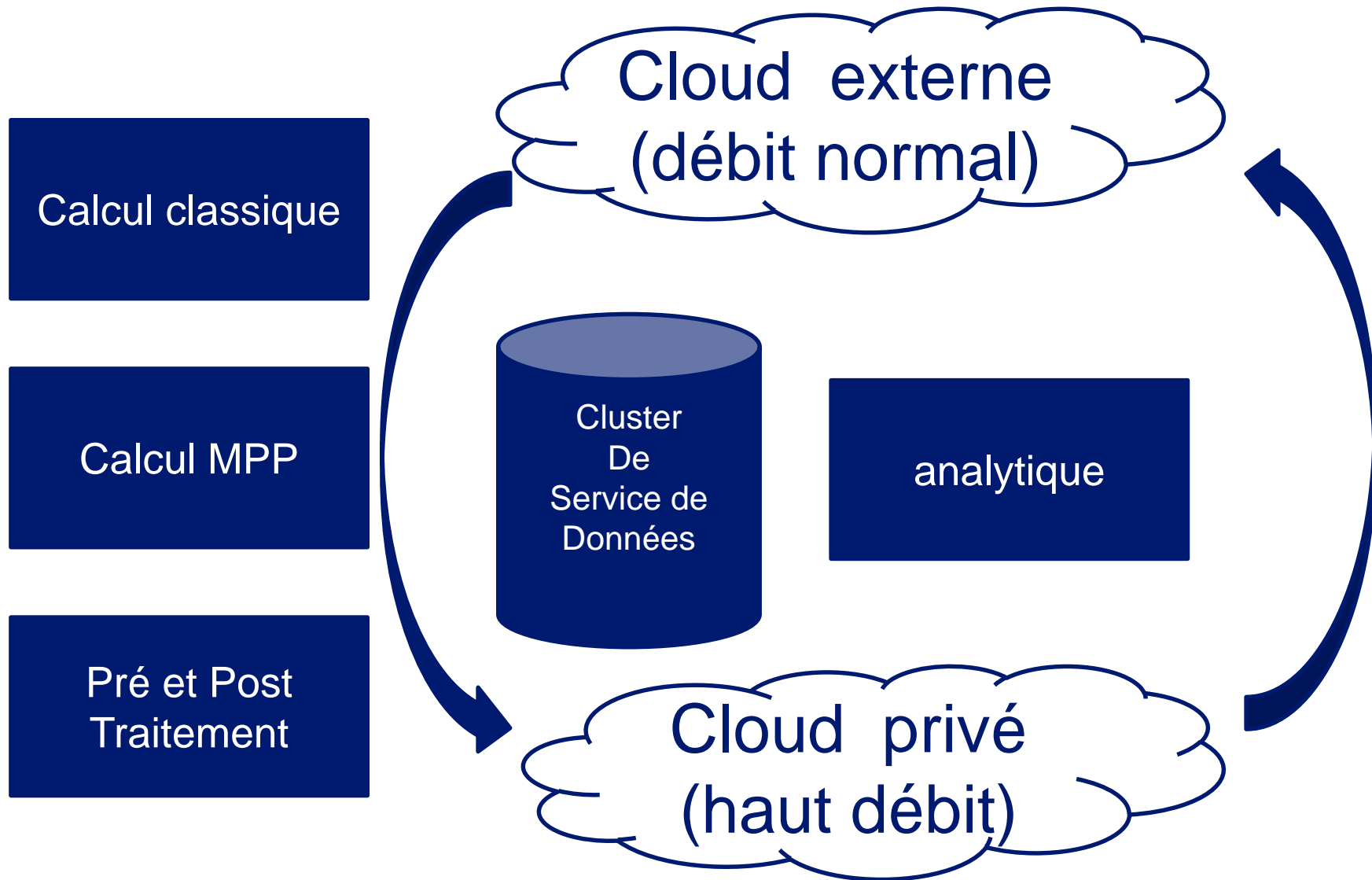
AUTRE SCENARIO



AUTRE SCENARIO



SI SCIENTIFIQUE EDF R&D EN 2021



MERCI