



Les prochains défis du LHC

Renaud Vernet

(23/05/2013)



Avertissement



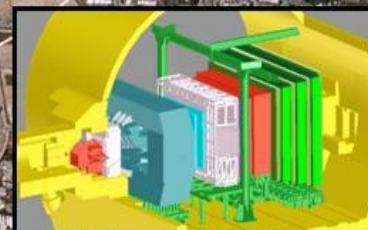
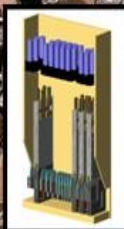
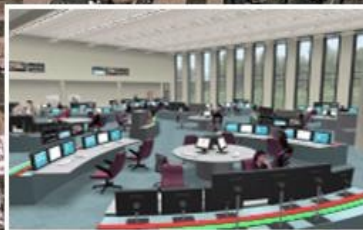
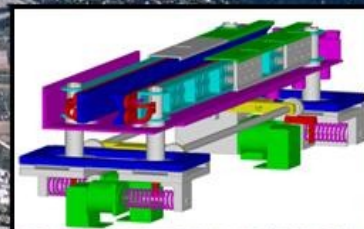
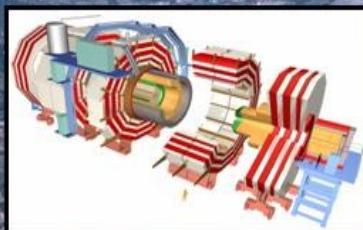
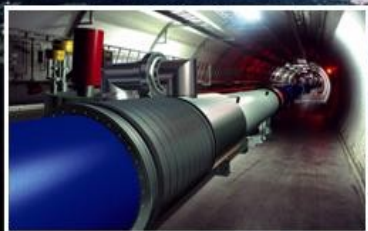
- Je ne traite pas de tous les sujets qui ont, de près ou de loin, rapport avec la prospective et le LHC
- J'essaie de mettre des chiffres, autant que possible
 - Exercice un peu risqué parfois mais je l'assume
- La plupart des commentaires n'engagent que moi



Contexte



- Le LHC c'est le plus grand accélérateur de particules au monde (27 km) situé au CERN (Geneve)
- Quatre expériences principales
 - Gourmandes en ressources informatiques
- ~10 milliards d'euro (Forbes)
 - ~6 accélérateur
 - ~4 expériences
- La majorité est financée par les 20 états membres du CERN
- ~ 10 000 chercheurs, ingénieurs & étudiants



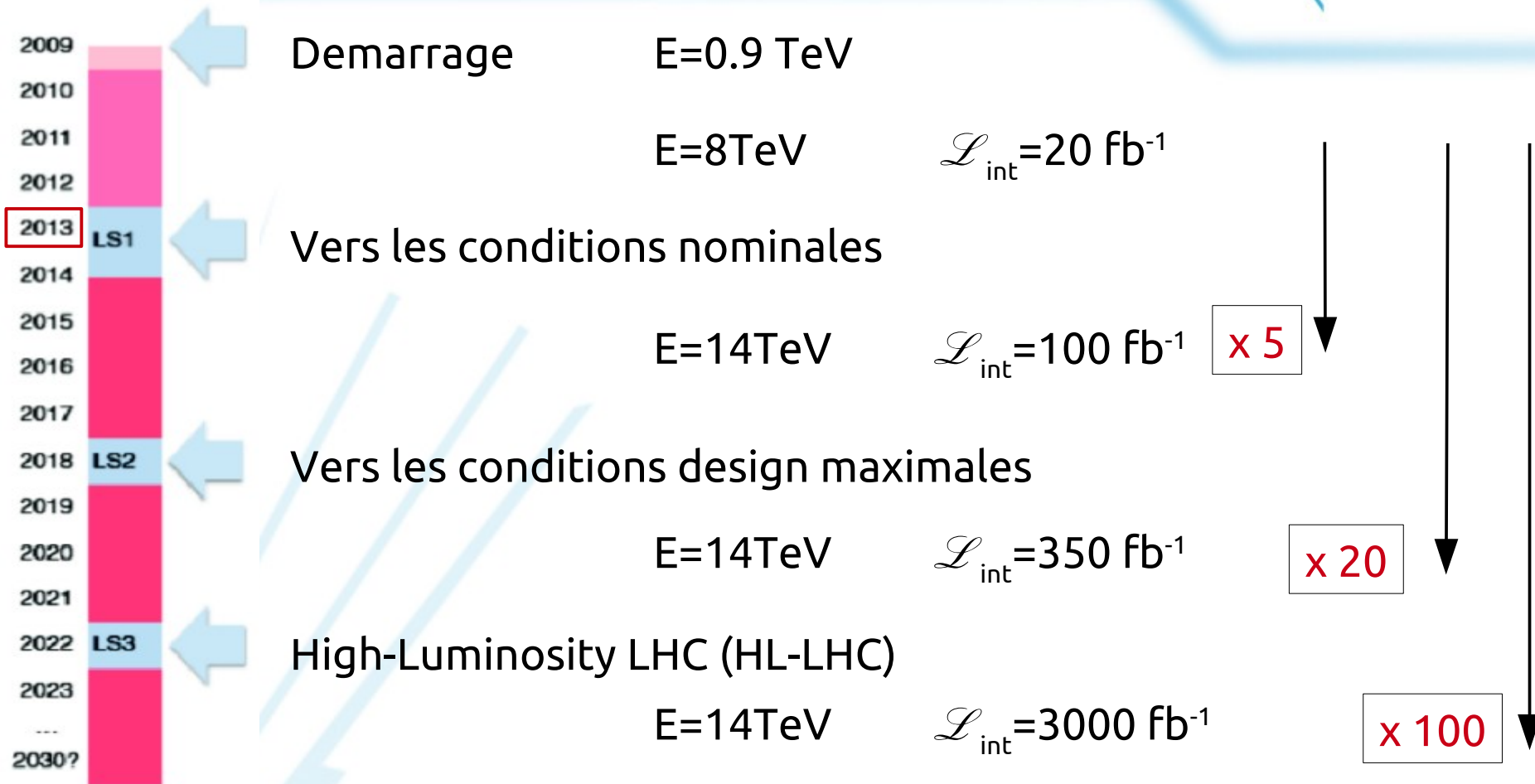


Contexte (suite)



- LHC construit principalement pour la recherche du boson de Higgs, mais pas seulement
- Enormément d'activités de recherche très organisées
- Calcul également très organisé
 - Moyens mis en commun (WLCG)
 - « middleware » grille, stratégies de déploiement etc.
 - Moyens propres à chaque expérience
 - Traitement des données, ressources matérielles 'privées'
- 2/3 des activités de calcul du CCIN2P3 aujourd'hui

Montée en énergie progressive

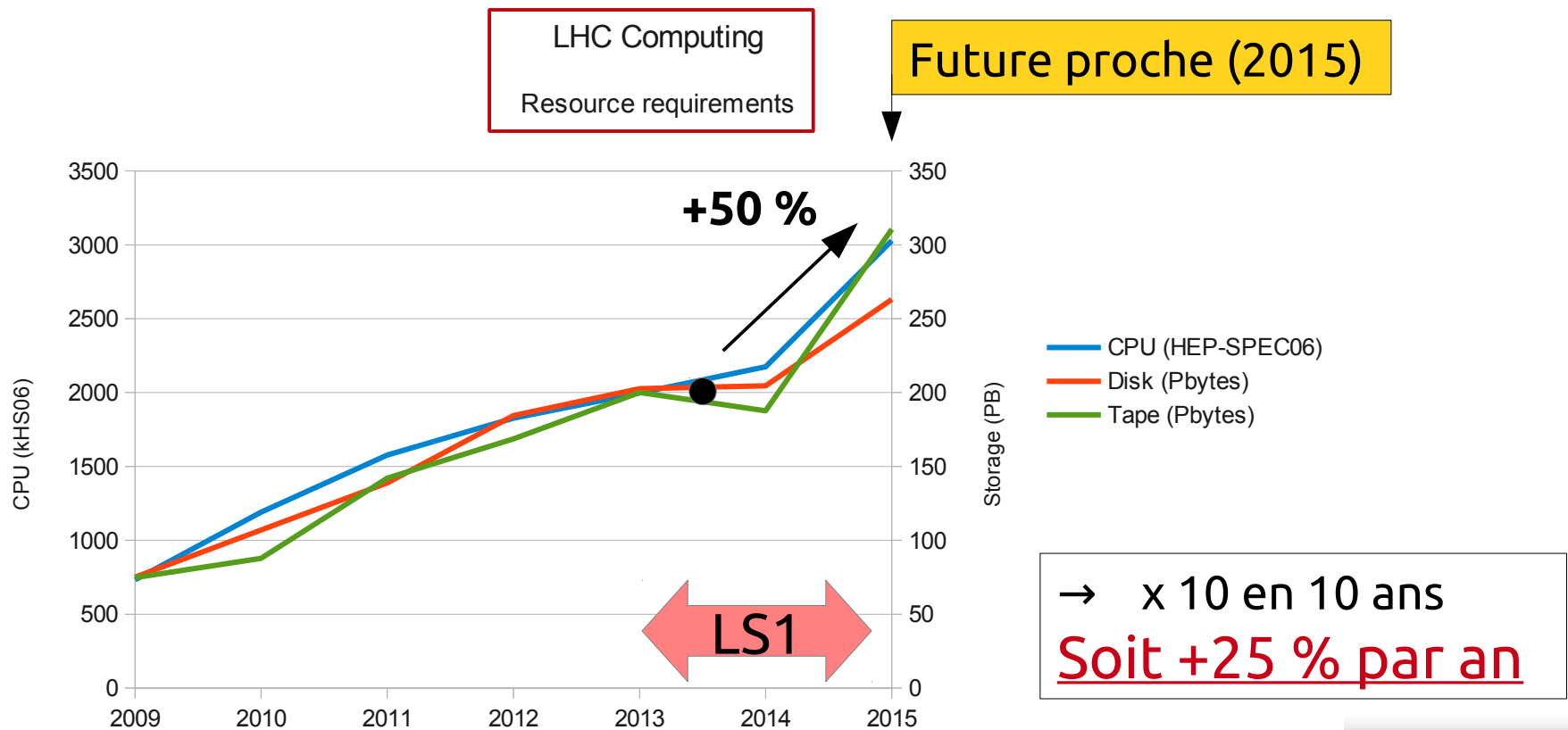


Plus de données a stocker
→ plus de temps de calcul
→ plus de \$\$ à investir (?)

« Heureusement »



- Le bond ne sera pas aussi brusque pour les expériences et les sites *(mais un peu quand même)*
- *Trigger rate*





Stockage



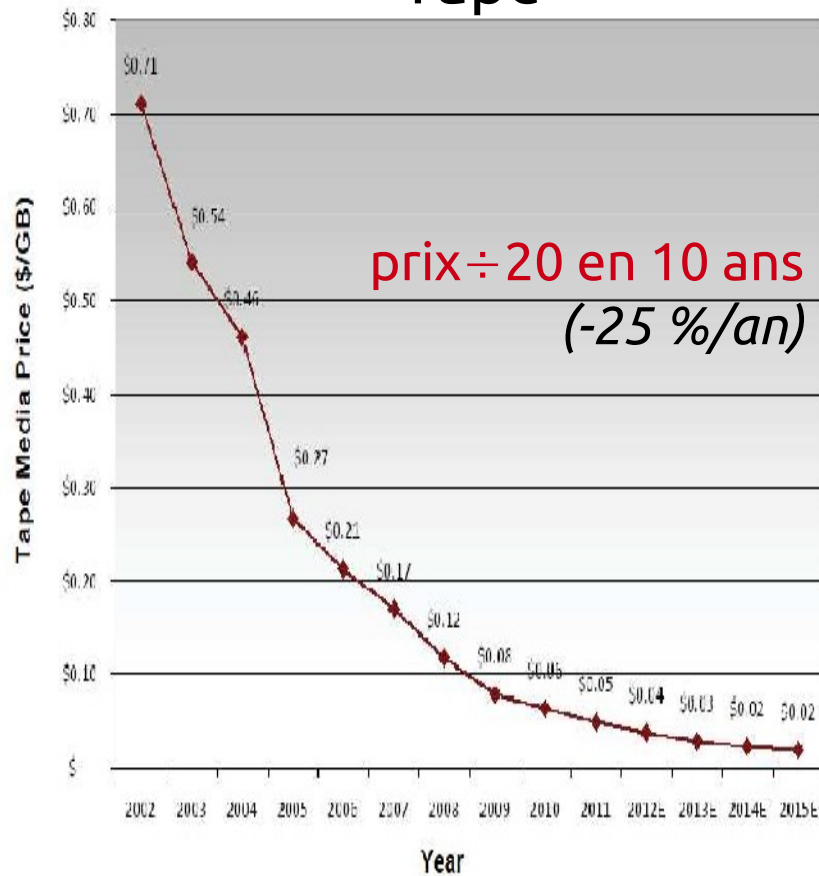
- Toutes les données sont bonnes à prendre pour la physique
 - Et sont stockées bien comprimées
- Augmenter l'espace disponible
 - → \$\$
- Réduire la réplication des données
 - Très fréquent sur la Grille WLCG
 - 2x raw, 3x ESD, 4x AOD etc.
 - Davantage d'accès à distance si les réseaux le permettent (\$\$ aussi)

On peut gagner un petit peu...

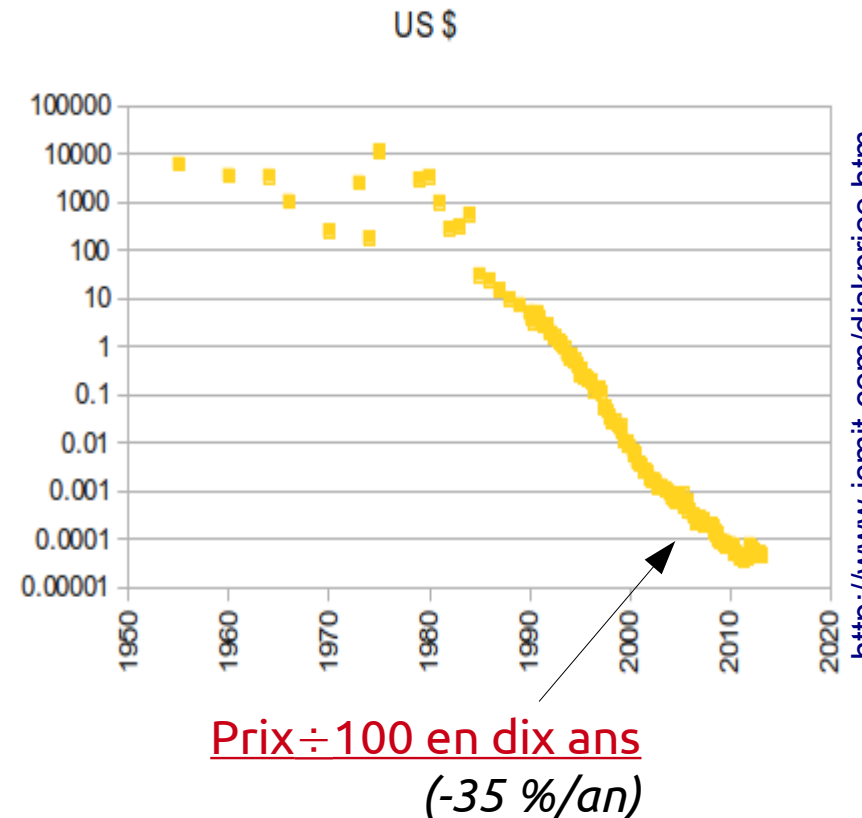
Evolution stockage



Tape



Prix du disque / MB



<http://www.jcm.it.com/diskprice.htm>

Donc... ca passe ?

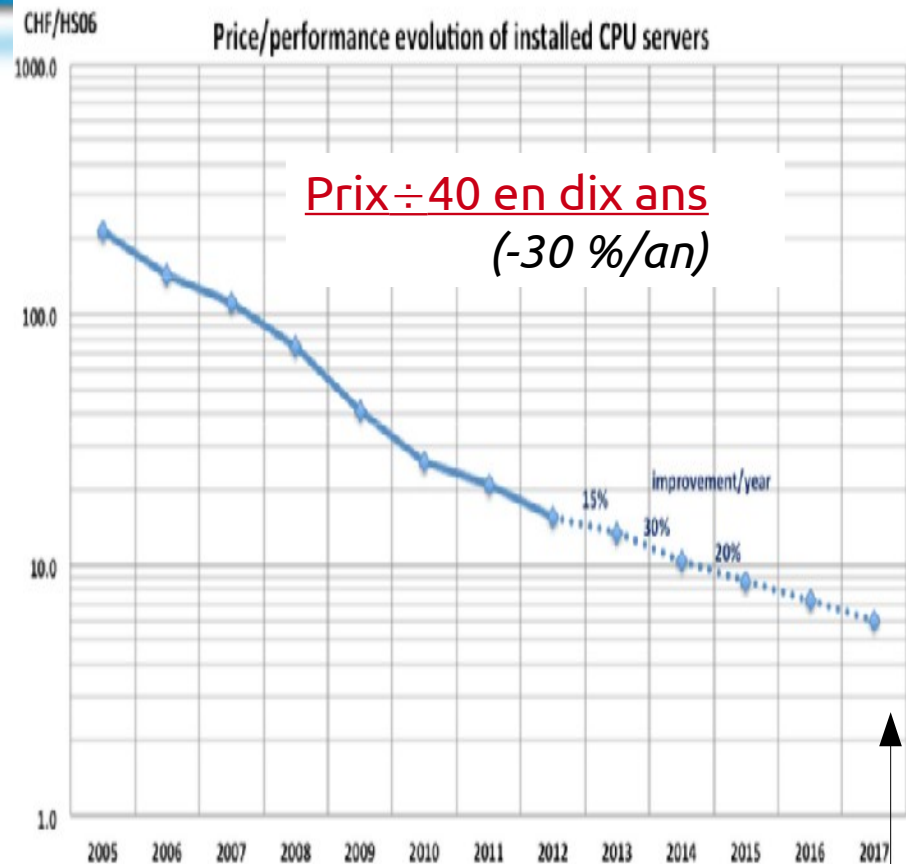
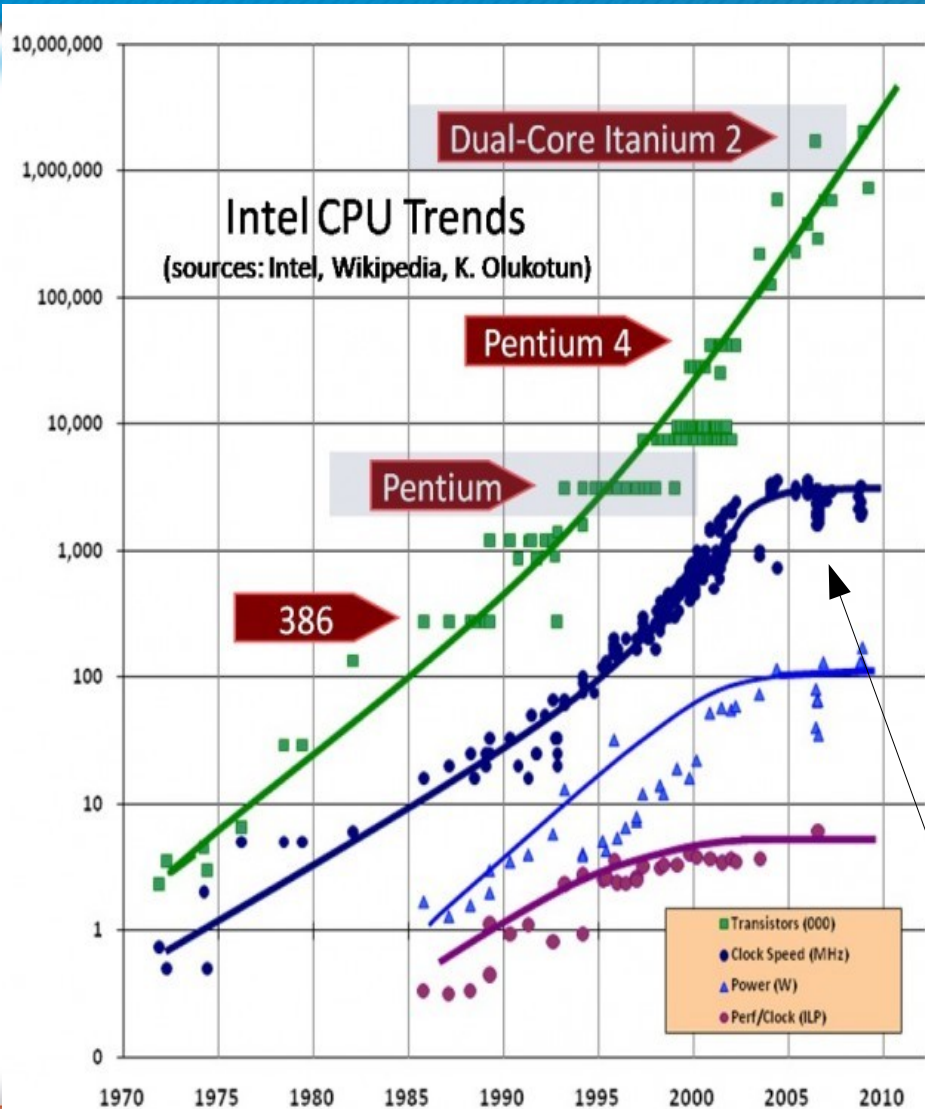
[modulo environnement, renouvellement, type de disque...]



- Il faut pouvoir traiter toutes ces données
- Acheter plus de CPU
 - → \$\$
- Améliorer notre utilisation du CPU
 - Direction privilégiée (obligée) par la communauté LHC computing
- Aujourd'hui, utilisation peu efficace des processeurs
 - ~10-50 % de leur potentiel (selon le type de job)
 - Besoin de parallélisme intelligent
 - Besoin de gens intelligents pour écrire du parallélisme intelligent
- Technologie à disposition sur le marché
- Mémoire / workpoint is an issue

Today multi-core architectures employing $O(10)$ cores are well exploited using a multi-process model (1 job/core). However this performance **will not scale** to future generations of many-core architectures employing $O(100)$ cores due to memory issues

Calcul (2)



Performance en stagnation
Mais le cout diminue

Ca a l'air de passer aussi pour le CPU



Pour l'après LS2



- Tout devrait pouvoir être OK avant LS2
 - Sans devoir de changement drastique dans nos applications
 - Expériences à peu près comme aujourd'hui
- LS2 : « le vrai changement »
 - Gros upgrade des expériences, nouvelles technologies, meilleur taux d'acquisition
- Ex : ALICE : de 0.1 nb^{-1} (2012) à 10 nb^{-1} (fin LS2, ~2021)
 - → facteur 30-50 sur données à stocker



Pour l'après LS2



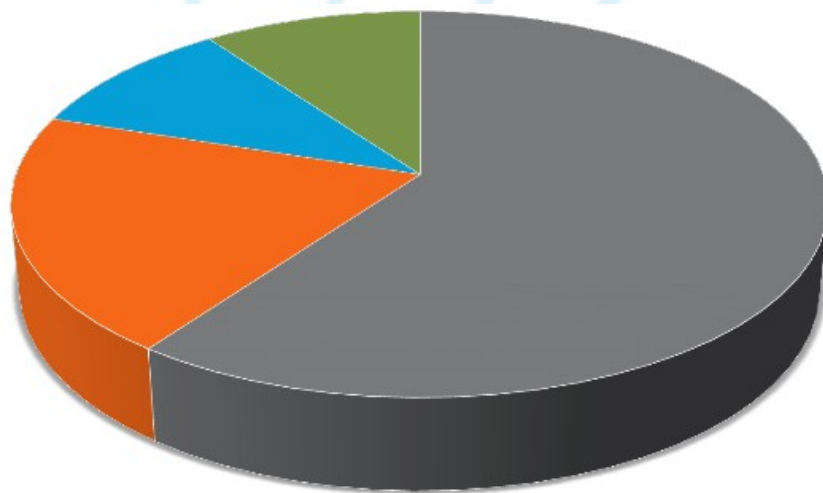
- Tout devrait pouvoir être OK avant LS2
 - Sans devoir de changement drastique dans nos applications
 - Expériences à peu près comme aujourd'hui
- LS2 : « le vrai changement »
 - Gros upgrade des expériences, nouvelles technologies, meilleur taux d'acquisition
- Ex : ALICE : de 0.1 nb^{-1} (2012) à 10 nb^{-1} (fin LS2, ~2021)
 - → facteur 30-50 sur données à stocker

*Je crois qu'à l'heure d'aujourd'hui,
personne ne sait vraiment comment on va faire...*

Appel à nouveaux partenaires



- Collaborations avec HPC
 - Déjà amorcé (ATLAS) →
- Jobs spécifiques : simulation
 - Gros rapport CPU/IO



■ 60% Simulation

■ 20% Individual user analysis

■ 10% Organized analysis

■ 10% RAW data reconstruction

ALICE

■ Estimation du cout opérationnel des activités d'ALICE

– [ALICE = ~15 % total LHC]

35000 concurrent jobs (~50000 at peak) \$ 1.35 - 1.92 M/month

12 PB on disk \$ 1.24 M/month

14 PB on tape \$ 0.14 M/month



\$2.73 - 3.30 M/month

\$32 - 40 M/year

Mon estimation à la louche à prendre avec des pincettes
nos centres academiques reviennent ~ 5 fois moins cher
(personnel exclu)

Conclusions



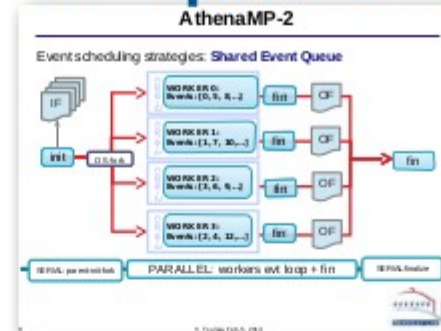
- Nous ne sommes qu'au début de la vie du LHC
- Le meilleur reste à venir
- Les gros changements devraient arriver vers 2018-2020
 - *Je ne les connais pas encore*

Merci

Software changes

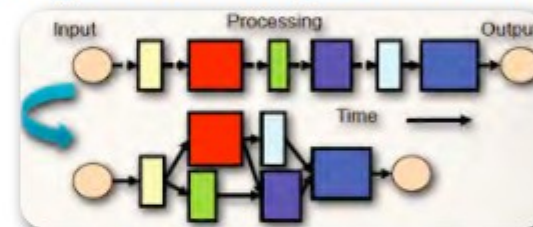
- All experiments embarked in profound software changes
- Geant team as well...
- Reduction of memory footprint
- Revision of data models
- Multithreading (memory sharing)
- **Vectorisation** (to exploit new architectures)
- I/O is a major concern

event parallelism



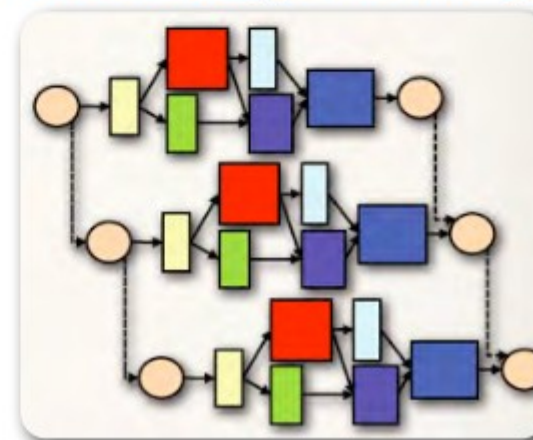
Today

algorithm parallelism



2015-2016
?

event & algorithm parallelism



LS2 or
before?

Annual Areal Density Growth Rate Scenarios

- HDD – 20% to 25% – Transition to New Technology, Sensor Output, Lithography
- NAND Flash – 25% to 30% – Lithography and Endurance
- TAPE – 40% to 80% -- No Lithography Issues, Mechanical Realities

2P3

