

Centre de Calcul de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules

HPSS & XRootD

Pierre-Emmanuel Brinette / Yvan Calas

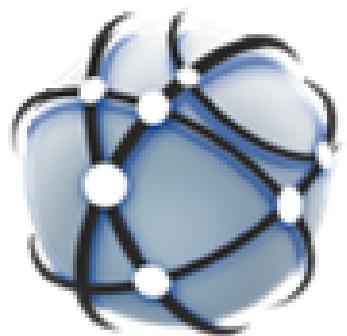


25 novembre 2019



- ▶ Présentation XRootD
- ▶ Utilisation de HPSS

XRootD



XRootD



- ▶ **Système de stockage :**
 - haute performance,
 - évolutif (ajout et retrait de serveurs à la volée),
 - tolérant aux pannes,
 - espace de nommage hiérarchique (arborescence de fichiers)
 - Lecture efficace des fichiers ROOT (mais pas que...),
 - Lecture distante ou locale.

<https://xrootd.slac.stanford.edu/>

- ▶ Buffer disque important (4.8 PB) en frontal de HPSS :
 - 35 serveurs DAS,
 - Utilisation de TReqS pour le *staging* des fichiers dans HPSS.
- ▶ > 20 groupes utilisent ce système de stockage,
- ▶ Mode *read-only* uniquement,
- ▶ Pas d'authentification,
- ▶ Accès aux données des expériences depuis l'intérieur du CC **uniquement** via ccxroot.in2p3.fr:1999
- ▶ Ajout de la ressource « xrootd » lors de la soumission de jobs dans GE



Stockage de masse HPSS

▶ HPSS

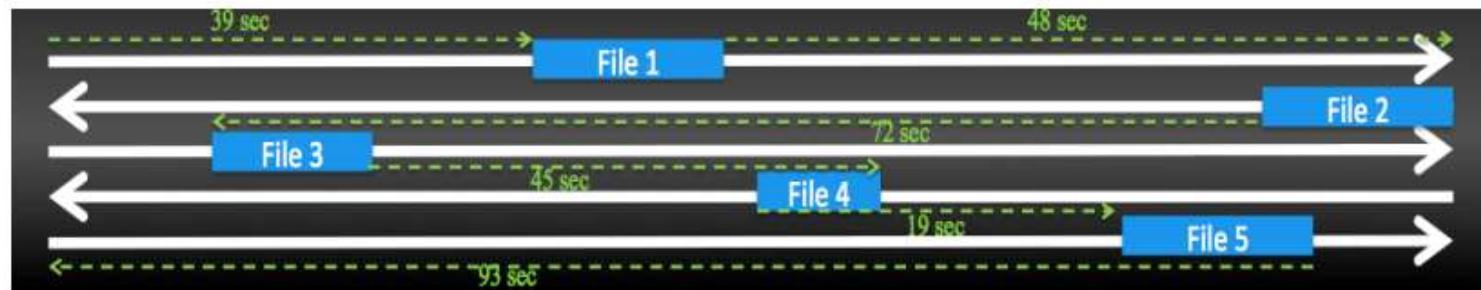
- Système de stockage de masse **hiérarchique**
- Utilise des **bandes magnétiques** comme support de données

▶ Bande magnétique

- Support de données capacitif (~ 10 To)
- Cout inférieur au disque (x2-x3)
- Impact énergétique faible (quelque KWh pour des dizaines de Po)
- Idéal pour les grosses volumétries
- Adapté au stockage à long terme et à l'archivage

▶ Inconvénient

- Accès **séquentiel** aux fichiers
- Il faut dérouler la bande pour accéder au fichier intéressé
- Temps d'accès de l'ordre de la **minute**





- ▶ Technologie Oracle T10000-D
 - Capacité : 8.5 To (1147 m)
 - Débit : 252 Mo/s
 - 4608 pistes (144 enroulements de 32 bits)
 - Temps moyens de positionnement : 50 s
- ▶ Lecture/Ecriture séquentielle :
 - + 9 h pour lire/remplir une bande (144 A/R)
- ▶ Lecture aléatoire :
 - Temps moyen de positionnement : 50s
 - Temps de lecture du fichier (1Go) : 4s



Robotique Oracle (Storagetek)



- ▶ 4 x Oracle SL8500
 - Interconnectées
- ▶ Capacité théorique
 - 40000 bandes
 - 256 lecteurs
 - 340 Po
- ▶ En production
 - 20000 bandes
 - 6000 montages / jours
 - 100 lecteurs





- ▶ Nouveau robot
 - SPECTRALOGIC Tfinity
 - 3000 cellules (2020)
 - Evolutives jusqu'à 7000
- ▶ Technologie IBM
 - Bandes Jaguar E
 - 20 To / bande
 - 12 Lecteurs IBM TS1160
 - 400 Mo /s
- ▶ Mise en service au printemps 2020



- ▶ Le LHC va utiliser massivement les bandes comme support principal de données pour le HL-LHC
 - Seule solution économiquement viable pour faire face à l'explosion de données attendues
 - Les Storage Element disque ne serviront que comme cache.
- ▶ R&D importante de la part des constructeurs (IBM)
 - Répondre aux besoins des acteurs du cloud et des GAFAs
- ▶ Roadmap Technologie IBM Jaguar :

	4Q2018	[LTO-9 + 6 months]	[LTO-10 + 6 months]		
TS1100 Generation	TS1160	Gen-7		Gen-8	
Mode	Compatibility	Capacity	Compatibility	Capacity	Compatibility
Max Capacity (Native)	20 TB (JE)	Up to 25 TB (JE)	Up to 40 TB (JF)	Up to 50 TB (JF)	Up to 80 TB (JG)
Other Capacities (Native)	15 TB (JD) 10 TB (JD) 7 TB (JC) 4 TB (JC, R/O)	None	20 TB (JE) 15 TB (JD) 10 TB (JD)	None	Up to 40 TB (JF) 20 TB (JE)
Native Data Rate	400 MB/s	Up to 400 MB/s	Up to 500 MB/s	Up to 1000 MB/s	Up to 1000 MB/s
Attachment	FC-16, 10 GigE (RoCEv2), 12Gb SAS	FC-16, 12Gb SAS	FC-16, 25 GigE (RoCEv2)	FC-32, 12Gb SAS	FC-32, 25 GigE (RoCEv2)

Any statements regarding IBM's future direction and intent are subject to change or withdrawal without notice, and represent goals and objectives only.

Comment fonctionne HPSS

▶ HPSS

- Gère l'espace de nommage (Namespace)
- Cache disque : Total 1,6 Po
 - **400 To** pour les manip non LHC
- + 10000 bandes (75 Po)
- 56 lecteurs T10K-D

▶ RFIO :

- Protocole d'accès aux données
- Non compatible avec les versions grille

▶ TREQS :

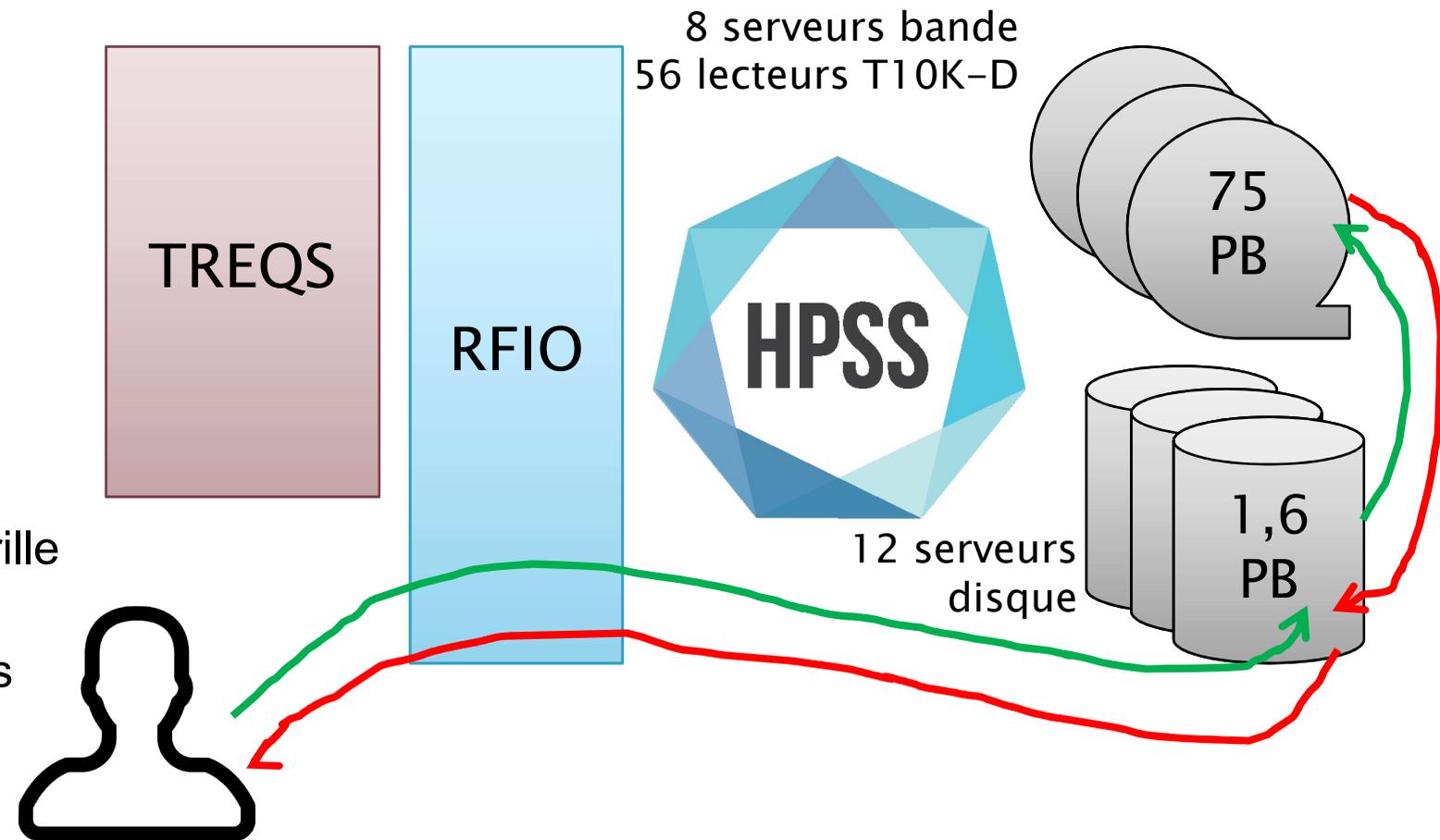
- Service d'optimisation des relectures dans HPSS

▶ **Ecriture :**

- HPSS sélectionne les ressources en fonction de la taille des fichiers (COS)
- Le fichier est écrit sur les disques HPSS
- HPSS déclenche la copie vers les bandes (toute les x heures)
- Débit : 100-500 Mo/s

▶ **Lecture :**

- Si le fichier n'est pas sur disque, HPSS demande le montage de la bande dans un lecteur.
- Le fichier est copié sur disque HPSS
- L'utilisateur récupère le fichier par RFIO
- Débit : 10-200 Mo/s



- ▶ **Les performances de lecture dépendent de la taille des fichiers**
- ▶ Relecture de fichier de 10 Mo :
 - Temps moyen de positionnement : ~ 50s
 - Temps de lecture du fichier : ~ 0,1 s
 - Débit : ~ **0,2 Mo/s (efficacité 0,08 %)**
- ▶ Relecture de fichier de 1 Go :
 - Temps moyen de positionnement : ~ 50s
 - Temps de lecture du fichier : ~ 4s
 - Débit : ~ **20 Mo/s (efficacité 8%)**
- ▶ Relecture de fichier de 10 Go :
 - Temps moyen de positionnement : ~ 50s
 - Temps de lecture du fichier : ~ 40s
 - Débit : ~ **110 Mo/s (efficacité 44%)**

- ▶ Espace de nommage HPSS :
 - Un espace groupe par manip/expérience
/hpss/in2p3.fr/group/<manip>/...
 - Répertoire pour les utilisateurs dans l'espace group.
/hpss/in2p3.fr/group/<manip>/users/<username>/
 - Pas de répertoire personnel dans l'arborescence home
~~/hpss/in2p3.fr/home/<u>/<username>~~
- ▶ Accès à HPSS
 - Principalement par les commandes RFIO
 - Par XRootD (pour la relecture)
 - Au travers de la grille (dCache) ou via IRODs (donnée écrite via iRODS)
- ▶ Depuis où ?
 - Machines interactives (cca.in2p3.fr)
 - Worker node / batch
 - Depuis Internet (pour dCache ou iRODS uniquement)

- ▶ Commande CLI accessible depuis les machines CC (interactive et batch)
- ▶ Droit d'accès
 - Droits UNIX classiques
 - Pas d'authentification nécessaire
 - Les fichiers sont créés avec les UID/GID de votre environnement
 - Attention au groupe principal utilisé pour créer les fichiers
- ▶ Spécifier un serveur RFIO dans la commande
 - Serveur par défaut : `cchpss0`
 - Nom de manip : `cchpss<manip>`
 - Ex: `cchpssatl` `cchpsshess` `cchpssd0` ...

- ▶ Les commandes RFIO utilisées au CC sont spécifiques à HPSS
 - Incompatible avec les commandes installées dans /usr/bin
- ▶ Charger l'environnement CC

```
$ ccenv shift
```

 - Vérification :

```
$ which rfdir
```

```
rfdir is /opt/software/rfio-hpss/prod/bin/rfdir
```
- ▶ Les commandes :
 - rfcop # remote file copy
 - rfchmod # change file access permission
 - rfdir # remote directory list
 - rfmkdir # make remote directories
 - rfrename # rename remote file
 - rfrm # remove remote files and directories
 - rfstat # get information about a file or directory

► Lister les répertoires/fichiers : (rfdi r)

- Lister le contenu d'un répertoire / d'un fichier

```
$ rfdi r cchpss0:/hpss/in2p3.fr/  
drwxr-xr-x  4 root    root          512 Mar 27  2017 .  
drwxr-xr-x  3 root    root          512 May 16  2006 ..  
drwxr-xr-x 29 root    root          512 Jun 03  2015 home  
drwxr-xr-x 79 root    root        1536 Jun 03 10:38 group
```

```
$ rfdi r cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/README  
-rw-r--r--  1 rumler  ccin2p3      7111 Apr 30  2002 cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/README
```

- Lister un répertoire (-d)

```
$ rfdi r -d cchpss0:/hpss  
drwxr-xr-x  3 root    root          512 May 16  2006 cchpss0:/hpss
```

- Lister récursivement un répertoire (-r)

```
$ rfdi r -r cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/dir1
```

```
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/dir1:
```

```
drwxr-xr-x  4 pbrinett ccin2p3      512 Feb 17  2015 .  
drwxrwxr-x 15 phg      ccin2p3      512 Nov 20 15:59 ..  
drwxr-xr-x  4 pbrinett ccin2p3      512 Feb 11  2015 dir2  
drwxr-xr-x  2 pbrinett ccin2p3      512 Feb 17  2015 sub002
```

```
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/dir1/sub002:
```

```
drwxr-xr-x  2 pbrinett ccin2p3      512 Feb 17  2015 .  
drwxr-xr-x  4 pbrinett ccin2p3      512 Feb 17  2015 ..
```

► Créer un répertoire : (rfmkdir)

```
$ rfmkdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage
```

```
$ rmdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage
drwxr-xr-x   2 brinette ccin2p3          512 Nov 20 15:59 .
drwxrwxr-x  15 phg      ccin2p3          512 Nov 20 15:59 ..
```

```
$ rmdir -d cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage
drwxr-xr-x   2 brinette ccin2p3          512 Nov 20 15:59
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage
```

- Créer automatiquement les sous répertoires (-p)

```
$ rfmkdir -p cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/./level1/12/13/14
```

- Créer un répertoire avec des droits particuliers (-m)

```
$ rfmkdir -m 700 cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/sub2
```

```
$ rmdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage
drwxr-xr-x   4 brinette ccin2p3          512 Nov 20 16:20 .
drwxrwxr-x  15 phg      ccin2p3          512 Nov 20 15:59 ..
drwxr-xr-x   3 brinette ccin2p3          512 Nov 20 16:17 sub1
drwx-----   2 brinette ccin2p3          512 Nov 20 16:20 sub2
```

► Ecriture : (rfcp)

- Source : Fichier local (ou sur SPS/PBS)
- Destination : <serveurrfio>:/hpss/.../dir/ ou <serveurrfio>:/hpss/.../fichier

```
$ ls -lh /scratch/brinette/4500_MB.dat
-rw-r--r-- 1 brinette ccin2p3 4.4G Nov 20 10:20 /scratch/brinette/4500_MB.dat
```

```
$ rfcp /scratch/brinette/4500_MB.dat cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/
4718592000 bytes in 19 seconds through local (in) and p3p1 (out) (242526 KB/sec)
```

```
$ rfcp /scratch/brinette/4500_MB.dat
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/nouveau_fichier.dat
4718592000 bytes in 4 seconds through local (in) and p3p1 (out) (1152000 KB/sec)
```

```
$ rfdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/
[...]
-rw-r--r-- 1 brinette ccin2p3 4718592000 Nov 20 16:55 4500_MB.dat
-rw-r--r-- 1 brinette ccin2p3 4718592000 Nov 20 16:56 nouveau_fichier.dat
```

▶ Lecture : (rfcp)

- Source : `<serveurrfio>:/hpss/.../fichier`
- Destination : répertoire ou fichier local (ou PBS/SPS)

▶ Fichier en cache disque :

```
$ rfcp cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/nouveau_fichier.dat /scratch/brinette/  
4718592000 bytes in 25 seconds through p3p1 (in) and local (out) (184320 KB/sec)
```

▶ Fichier sur bande uniquement :

```
$ time rfcp cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4GB.dat /scratch/brinette/  
4173889536 bytes in 10 seconds through p3p1 (in) and local (out) (407606 KB/sec)
```

```
real 3m11.017s
```

Débit réel : 21340 KB/s

La commande rfcp ne
tient pas compte du
temps de STAGING

- ▶ La relecture se fait fichier par fichier uniquement.
 - Il n'y a **pas** de commande pour lire un répertoire en entier ou récursivement.
- ▶ Il est normal d'attendre plusieurs minutes pour récupérer un fichier qui n'est pas en cache disque.
- ▶ Pourquoi :
 - Il faut qu'un lecteur soit libre pour monter la bande.
 - Le temps de montage (manipulation de la cartouche par le robot) peut prendre plusieurs minutes (ascenseurs / passe-plats)
 - Il faut ajouter le temps de positionnement du lecteur (~ 50 s).
 - Et le temps de transfert vers le cache disque.
 - → L'ensemble de ces opérations s'appellent le **STAGING**
- ▶ En cas de forte activité (ex: reprocessing LHC) le temps d'attente peut être de **plusieurs heures** (12-24h).

▶ Renommer / déplacer un fichier : (rfrename)

- Renommer un fichier :

```
$ rfrename cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/nouveau_fichier.dat  
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/nouveau_nom_fichier.dat
```

- Déplacer un fichier :

```
$ rfrename cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/nouveau_nom_fichier.dat  
cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/sub1/subsub1/nouveau_nom_fichier.dat
```

▶ Changer les permissions d'un fichier / répertoire

- Permissions UNIX Octal

```
$ rfdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/  
[...]  
-rw-r--r--    1 brinette ccin2p3                4718592000 Nov 20 16:55 4500_MB.dat
```

```
$ rfchmod 700 cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
```

```
$ rfdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/  
[...]  
-rwx-----    1 brinette ccin2p3                4718592000 Nov 20 16:55 4500_MB.dat
```

▶ Statistique d'un fichier : (rfstat)

```
$ rfstat cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
Device          : 0
Inode number    : 1
Protection     : -rwx----- (100700)
Hard Links     : 1
Uid            : 40211 (brinette)
Gid            : 102 (ccin2p3)
Size (bytes)   : 4718592000
Last access    : Wed Nov 20 16:55:12 2019
Last modify    : Wed Nov 20 16:55:31 2019
Last stat. mod.: Wed Nov 20 17:57:06 2019
```

▶ Suppression de fichiers : (rfrm)

- Suppression d'un fichier :

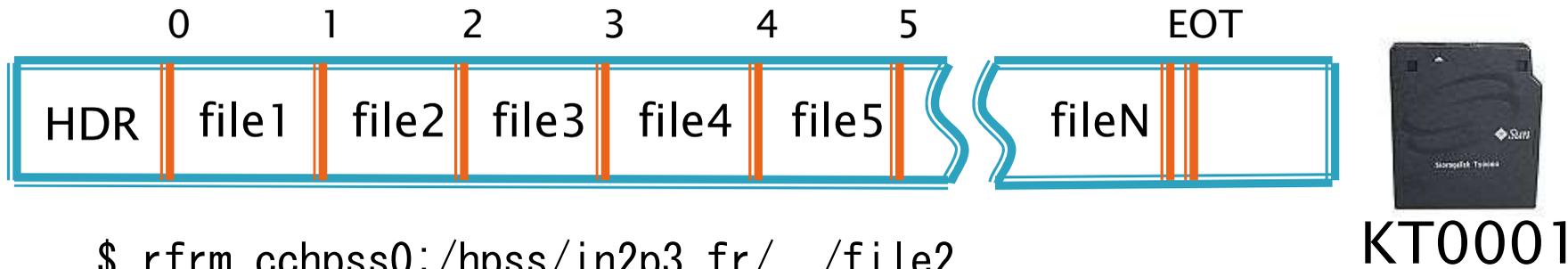
```
$ rfrm cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
```

- Suppression récursive : (-r)

```
$ rfrm -r cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/directory
```

- ▶ Note : Les opérateurs « Joker » (ex: *.dat , file???.tar) ne sont pas supportés par les commandes RFIO

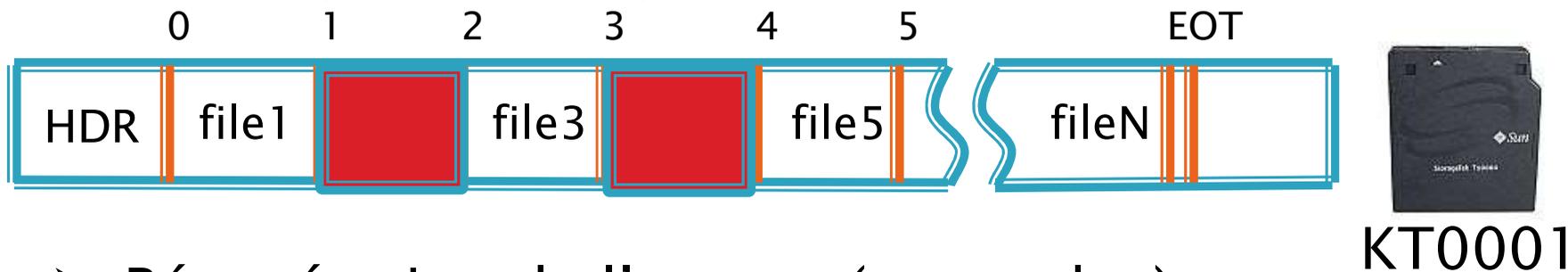
A propos des effacement de fichiers



```
$ rfrm cchpss0:/hpss/in2p3.fr/./file2  
$ rfrm cchpss0:/hpss/in2p3.fr/./file4
```

Bande pleine

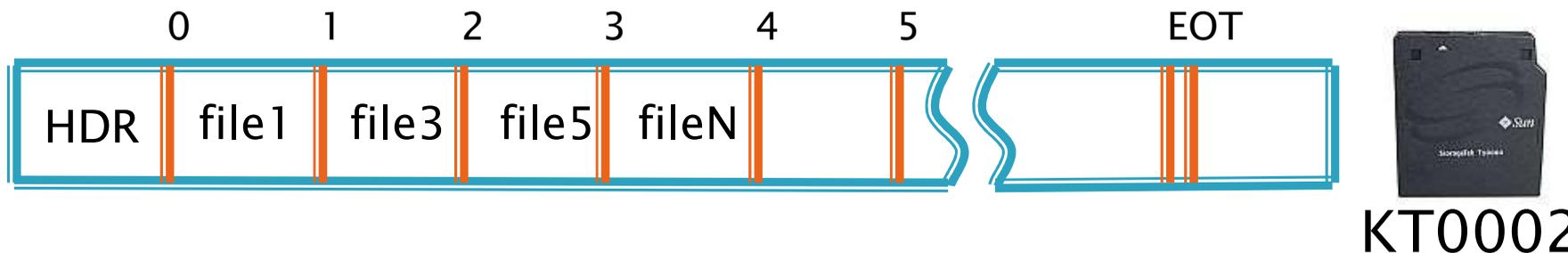
- Utilisé 8,5 To
- Espace libre : 0



Bande fragmentée

- Utilisé 4,5 To
- Espace libre : 0

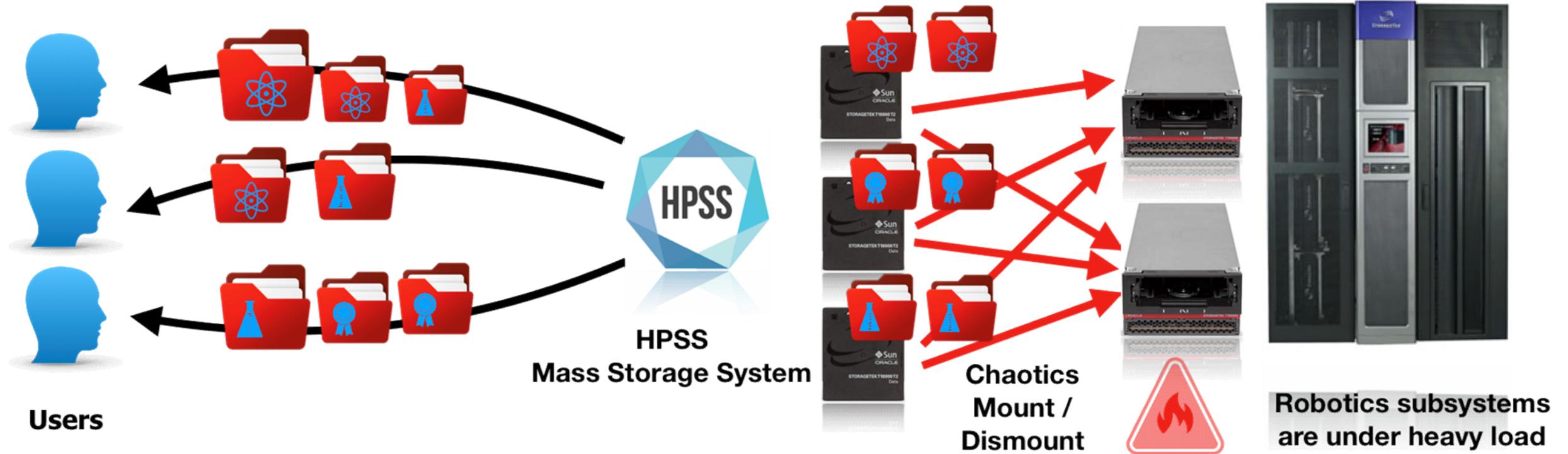
➤ Récupération de l'espace (« repack »)



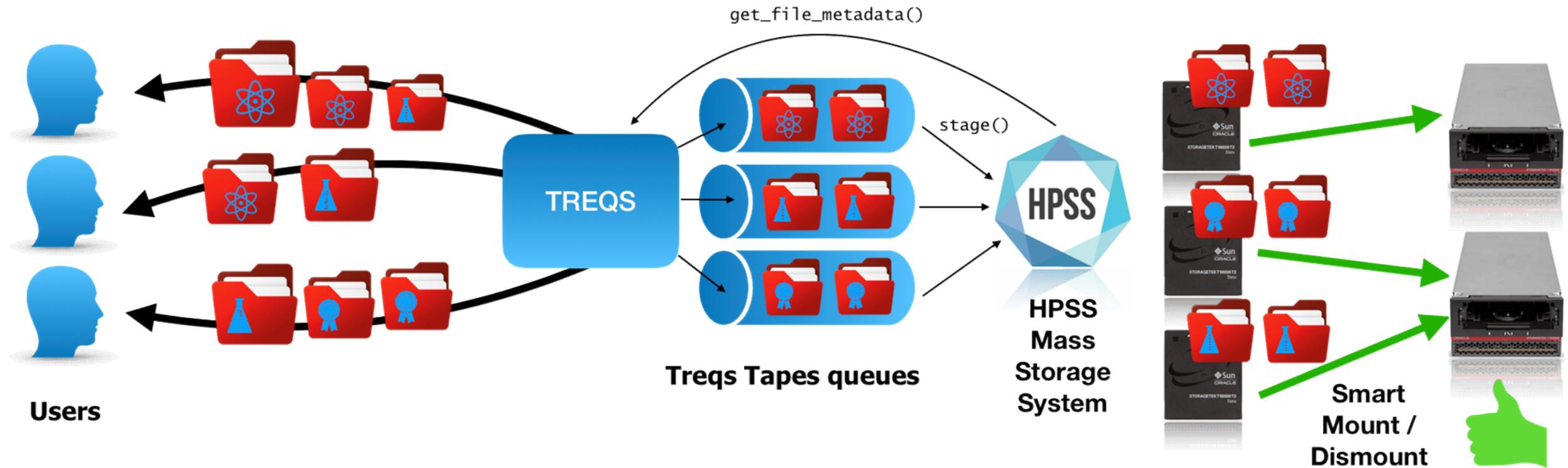
Nouvelle bande

- Utilisé 4,5 To
- Espace libre : 4 To

- ▶ Effacer des fichiers ne récupère pas l'espace sur les bandes
 - Les données doivent être recopiées sur une nouvelles bande par les admins HPSS
 - L'ancienne bande « vide » est remise en service.
- ▶ **Ne pas utiliser HPSS pour stocker des fichiers temporaires !**

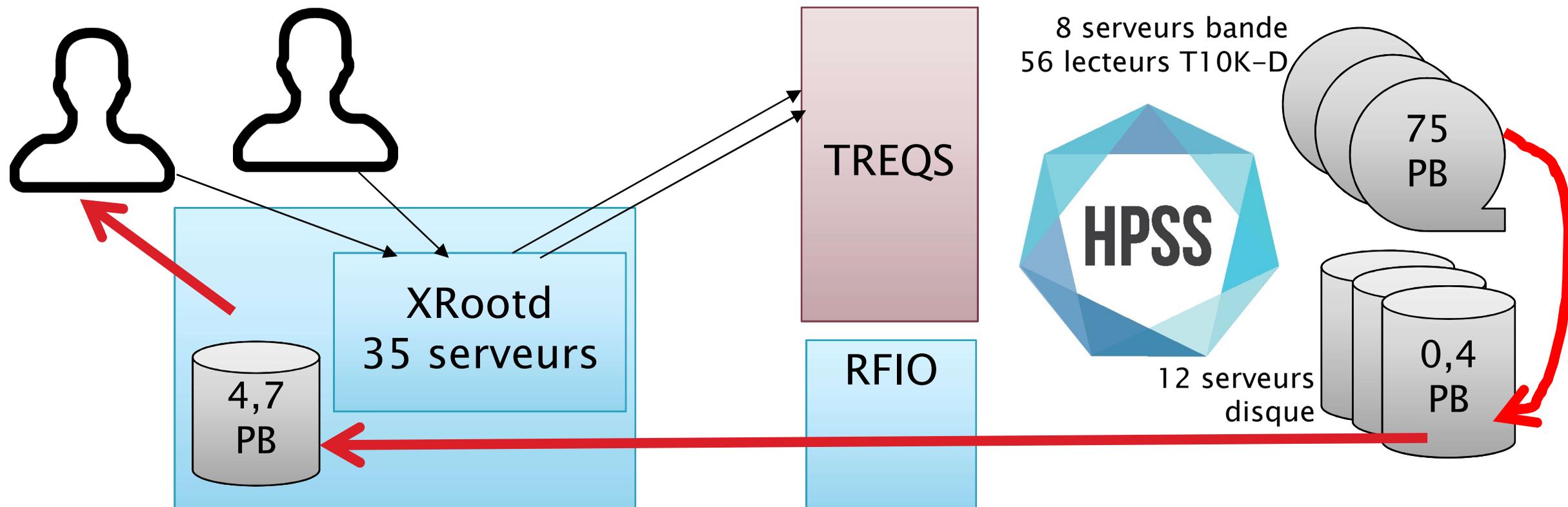


- ▶ **Problématique des accès concurrents aux données sur bande**
 - Plusieurs jobs demandent des fichiers d'un même dataset réparti sur plusieurs bandes
 - HPSS traite les demandes par ordre d'arrivée
 - Une même bande peut être démontée/remontée plusieurs dizaine de fois par heures
- ▶ **Impact négatif sur les performances, usure prématurée du robot**



- ▶ **TREQS** : Outils d'optimisation des relectures de données développé au CC
 - Centralise les requêtes provenant de XRootD, dCache et iRODS
 - Trie les requêtes par bande et par position sur la bande
 - Lit l'ensemble des fichiers d'une même bande en les mettant en cache.
- ▶ **Meilleures performances en relecture**
 - Diminution du nombre de montage / démontage
 - Lecture optimisée de la bande

Optimiser les relectures de fichiers avec XRootD



► Utiliser XRootD !

- Cache disque HPSS de 400 To pour les manip non LHC
- Bénéficier du cache disque XRootD (plusieurs PBs)
 - Vos collègues ont peut être déjà relu le fichier qui vous intéresse.
- Utilise TREQS pour optimiser la relecture dans HPSS

► Limites :

- Pas de synchro avec HPSS.
- Si le fichier est mis à jour dans HPSS, il faut le supprimer manuellement du cache XRootD.

- ▶ `xrdcp` permet de relire tout type de fichiers
 - Pas uniquement des fichiers de type ROOT
- ▶ Relire un fichier via XRootD : (`xrdcp`)
 - Charger l'environnement `xrootd` :
`$ ccenv xrootd`
 - Spécifier le serveur XRootD : `root://ccxroot.in2p3.fr:1999/`
 - Accoler le chemin absolu du fichier dans HPSS
 - Ne pas spécifier de serveur RFIO

```
$ rfdir cchpss0:/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
-rw-r-----  1 brinette ccin2p3          4718592000 Nov 20 16:55 4500_MB.dat
$ xrdcp root://ccxroot.in2p3.fr:1999//hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat /scratch/brinette/4500MB_xrd.dat

4.395GB/4.395GB] [100%] [=====] [250MB/s]
```

- ▶ Options utiles :
 - `-f` : force l'écrasement du fichier en local si il existe déjà
- ▶ Important
 - Le fichier doit avoir des permissions en lecture au niveau du groupe

▶ Lecture d'un fichier à partir d'un programme ROOT :

```
root[] TFile* myfile =  
TFile::Open("root://ccxroot.in2p3.fr:1999//hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/f  
ormation_stockage/4500_MB.dat");
```

▶ Avantages:

- Ouverture à distance du fichier
- Pas de copie du fichier en local

▶ Information sur un fichier en cache :

```
$ xrd fs ccxroot.in2p3.fr:1999 stat
/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
Path:    /hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
Id:      -2070108712650867455
Size:    4718592000
MTime:   2019-11-21 14:56:16
Flags:   48 (IsReadable|IsWritable)
```

▶ Supprimer un fichier du cache XRootD :

```
$ xrd fs ccxroot.in2p3.fr:1999 rm
/hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat
$ xrd fs ccxroot.in2p3.fr:1999
stat    /hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat [ERROR]
Server responded with an error: [3011] Too many attempts to stage read access
to the file
```

- ▶ Obtenir le nom du serveur xrootd hébergeant un fichier en particulier:

```
$ xrdfs ccxroot.in2p3.fr:1999 locate -r -m /hpss/in2p3.fr/group/ccin2p3/formation_stockage/4500_MB.dat  
ccxrdli253.in2p3.fr:1999 Server ReadWrite
```

- ▶ Effacement de liste de fichiers stockés sur disque dans XRootD:

```
$ xrdRemoteClean files_to_delete.lst
```

- A utiliser avec précaution !
- Il ne faut PAS vider le cache sauf si des fichiers ont été mis à jour

- ▶ Compta HPSS:
 - http://cctools.in2p3.fr/mrtguser/compta_hpss.php
 - Valeurs en To (2^{12} octets)
 - Granularité au niveau du groupe
 - Cliquer sur la valeur « Space Used » ou « Number of files » d'un groupe pour avoir le graphe.

- ▶ Compta XRootD:
 - http://cctools.in2p3.fr/mrtguser/compta_xrootd.php

- ▶ Documentation:
 - <https://doc.cc.in2p3.fr/hpss>
 - (en cours de refonte)
 - man xrdcp
 - man xrdfs

- ▶ Support :
 - <https://cc-usersupport.in2p3.fr/>

- ▶ Bien utiliser HPSS dans vos jobs :
 - Déclarer le complexe GE « hpss » à la soumission des jobs:
 - `qsub -l hpss=1 script.sh`
 - Utiliser XRootD pour la lecture
 - Copier vos fichiers dans l'espace scratch du worker avant de les utiliser.
 - Variable d'environnement `$TMPDIR`
 - Ne pas copier vos fichiers HPSS dans SPS avant de les relire (saturation réseau)
 - Récupérez tous les fichiers nécessaires avant d'exécuter les traitements
 - Si les fichiers produits sont < 1Go, il faut les regrouper en archive (tar) avant de les copier dans HPSS
- ▶ Opérations nécessitant l'aide du support :
 - Effacement massif de fichiers/répertoires (+ de 1000 fichiers)
 - Changement de propriétaire des données (chown)
 - Mise à jour massive du cache XRootD (Prestaging)
 - Transferts massifs intersite
 - → Ouvrir un ticket : <https://cc-usersupport.in2p3.fr/>

- ▶ Ne pas utiliser HPSS pour stocker des fichiers temporairement
 - Utiliser SPS pour ça
- ▶ Pour écrire / gérer son namespace
 - Rfcp et commandes RFIO
- ▶ Pour relire ses données
 - Via XRootD (xrdcp)
- ▶ Faites de gros fichiers (> 1 Go)
 - Idéalement 10 Go
 - Si ce n'est pas possible, faites des archives (TAR)
- ▶ Le temps d'attente pour relire un fichier peut être de plusieurs heures.
- ▶ Relisez vos fichiers via XRootD ou IRODS
 - Limitez vos accès RFIO au minimum

This support is shared under the Creative Commons license:
Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA)



EN: This license lets others remix, tweak, and build upon this work non-commercially, as long as they credit the authors and license their new creations under the identical terms.

FR: Cette licence permet à d'autres personnes de remix, d'ajuster et de développer ce travail de manière non commerciale, à condition qu'elles créditent les auteurs et accordent une licence à leurs nouvelles créations aux mêmes conditions.