

Stockage dans les laboratoires : quels besoins pour quelles solutions

Emmanuel Quémener

Centre Blaise Pascal - Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme
ENS-Lyon - 15 parvis Descartes - BP 7000 69342 Lyon Cedex 07 - FRANCE

Kevin Reverchon

Laboratoire Transdisciplinaire Joliot Curie - Direction des Systèmes d'Information
ENS-Lyon - 15 parvis Descartes - BP 7000 69342 Lyon Cedex 07 - FRANCE

Résumé

Début 2010, la direction de la recherche de l'ENS-Lyon s'est interrogée sur les besoins des laboratoires en terme de stockage informatique. Le Centre Blaise Pascal a donc été mandaté pour mener trois études afin de recenser quels étaient les besoins : cibles de la première enquête, les laboratoires de sciences dites dures, suivis des laboratoires SHS et du pôle de diffusion des savoirs.

Ces enquêtes ne se voulaient pas seulement « quantitatives » (pas un nombre de Go) mais cherchaient véritablement à connaître les usages des chercheurs afin de vraiment proposer des solutions adaptées à leurs problèmes.

Six phases ont été nécessaires : la modélisation des processus associés aux données, la création de questionnaires permettant de balayer les usages (volume, fréquence, durée, utilisateurs, destinataires, croissance, localisation, ...), leur diffusion, leur analyse, leur consolidation sous forme d'une synthèse de spécifications fonctionnelles et techniques. Finalement, sur la base du stockage exprimé, quelques scénarii permettaient d'exprimer les coûts, les consommations en terme de surface, d'électricité et de climatisation.

Quels principaux enseignements tirer de ces études ? Tout d'abord, séparer les métiers : si stocker est un travail d'utilisateur, sauvegarder et archiver demeurent le travail d'un informaticien. Puis, pas de panacée dans le stockage : modes « bloc » et « fichier » doivent cohabiter, même si le premier reste encore négligé sur le réseau. Ensuite, tout est processus, et sans une approche rationnelle de la donnée et son indexation, aucune assurance de pérennité. Enfin, cette pérennité passe nécessairement par les équipements : le choix des solutions, certes adaptées ici et maintenant, ne semble pas forcément le plus pertinent dans la durée.

Mots clefs

Stockage, enquêtes, processus, cahier des charges

1 Introduction

Le stockage de données numériques et, par extension, leur sauvegarde et leur archivage, est une préoccupation majeure de nos établissements : ces données forment, de fait, les actifs primordiaux que la sécurité des systèmes d'information se doit de préserver. L'explosion des volumes de données (concomitante à l'amélioration des technologies d'expérimentation et de traitement), leur impératif de diffusion (via des bases de données dédiées directement

accessibles en ligne), ont développé des exigences telles qu'il devient très difficile de gérer cela sereinement au sein de l'entité productrice : le laboratoire voire l'établissement.

De plus, face à des besoins souvent très spécifiques, conditionnés par les expériences elles-mêmes ou leur traitement, les solutions classiques apportées par les services centraux demeurent parfois inadaptées. Les paragraphes suivants présentent la démarche suivie ces deux dernières années à l'Ecole Normale Supérieure de Lyon pour une rationalisation de ces problématiques de stockage.

2 Le contexte

Début 2010, trois enquêtes ont été confiées au Centre Blaise Pascal, hôtel à projets dans le domaine du calcul scientifique pour établir quels étaient les besoins de stockage des cœurs de métier de l'Établissement à peine fusionné : la première concernait les laboratoires de sciences expérimentales, la seconde les laboratoires de sciences humaines et la troisième le pôle de diffusion des savoirs. Au-delà de l'expression de besoins devant se projeter sur quatre années était exigée une estimation de budget en matériel et fluides indispensables à leur exploitation.

3 La démarche

La démarche suivie pour cette enquête s'est déroulée en six étapes : la modélisation des processus, l'établissement de questionnaires, leur mise à disposition, leur analyse et synthèse sous forme de spécifications fonctionnelles et techniques puis la proposition de solutions.

3.1 Modélisation de l'activité scientifique : une affaire de processus

Tout d'abord, lors de la première enquête, le travail préliminaire a consisté à modéliser les différents processus de création et de transformation de la donnée numérique. La première difficulté résidait dans le fait de présenter un questionnaire générique applicable aussi bien aux sciences expérimentales (biologie, chimie, ...) qu'aux autres sciences (mathématiques, informatique, ...). Quatre processus représentés sur la figure 1 ont ainsi été définis :

- l'expérience : génération, indexation, ... ;
- le traitement : réduction, analyse, synthèse, indexation ;
- la valorisation : transformation en contenu scientifique (cœur de métier du chercheur) ;
- l'exploitation : diffusion sur tous les médias scientifiques.

A l'interface entre ces processus se trouvent des données :

- les données « brutes » : directement issues des expériences ;
- les données « traitées » : premières manipulations ;
- les données « valorisées » : résultats replacés dans leur contexte scientifique.

Cet enchaînement de processus a fait l'objet d'un premier cycle d'amélioration auprès de différents chercheurs d'un laboratoire transdisciplinaire de l'établissement, le laboratoire Joliot-Curie réunissant physiciens et biologistes.

Plusieurs remarques dès lors se sont imposées :

- les tâches d'archivage et de sauvegarde sont exclues de l'activité scientifique : elles n'appartiennent pas à un processus scientifique mais se rapportent à des fonctions supports d'administration de ressources. Dans l'idéal, le chercheur doit décider de la

criticité et de la pérennité de ses données : ces informations, intégrées sous formes de méta-données, sont ensuite à intégrer dans les processus de sauvegarde et d'archivage ;

- à la genèse des données brutes a été sommairement associée le processus « expérience ». Certes, certaines disciplines s'appuient sur ce processus. D'autres sont contraintes par les données qu'elles ne font que recevoir et acquérir : l'astronomie, mais aussi les sciences humaines lors des numérisations : il s'agit alors de sciences « observationnelles ». Pour finir, les expériences (ou observations) ne sont plus exclusivement le résultat d'appareillages : les simulations deviennent de gros générateurs de données brutes et leur statut parfaitement dématérialisé ne les exclut pas de ce processus ;
- les sciences humaines et sociales, contactées dans le cadre de la seconde enquête, se sont instantanément retrouvées dans ces processus : à l'expérience se substituait alors l'acquisition ou la numérisation.

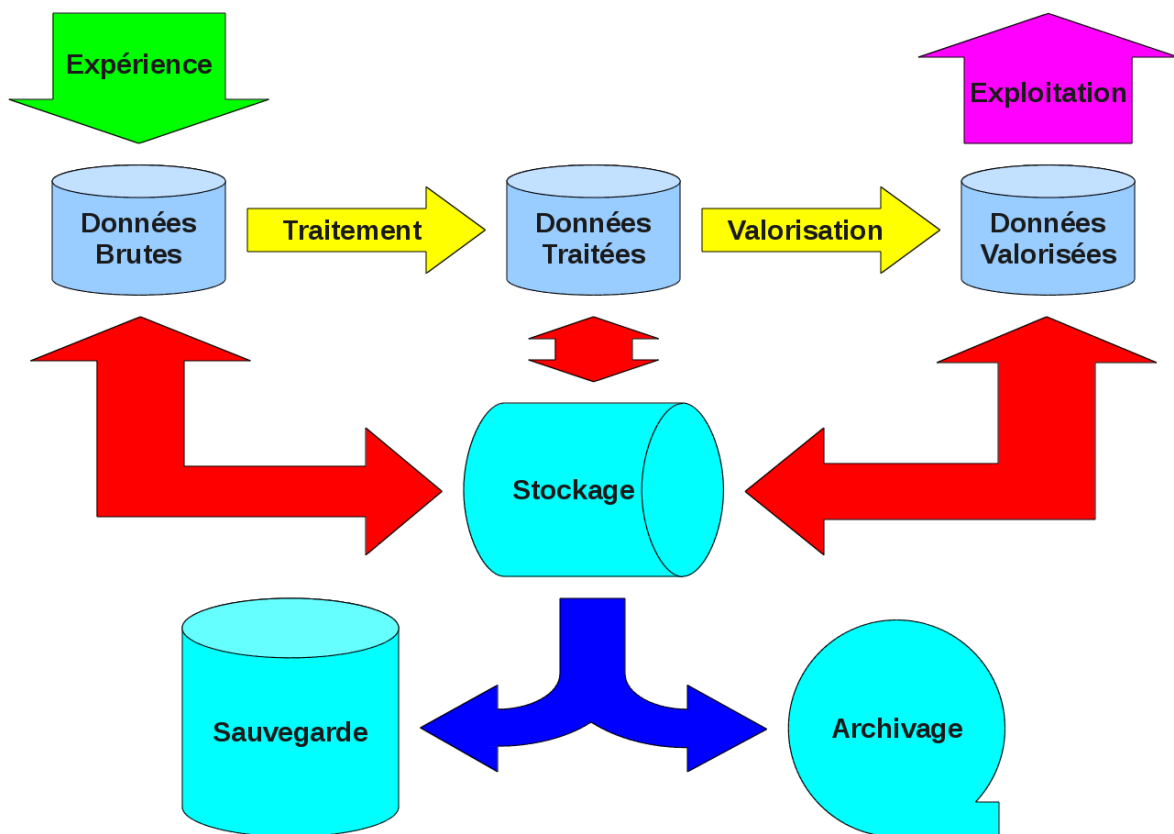


Figure 1: Synoptique des processus associés aux données

3.2 De l'allographe CQQCOQP à la genèse du questionnaire

Comme base de construction des questionnaires a été choisie la méthode analytique standard basée sur la réponse à sept questions fondamentales (Pourquoi, Quoi, Qui, Quand, Où, Combien, Comment), plus connue derrière l'allographe CQQCOQP. De ces sept questions ont émergé près de 20 questions permettant de couvrir chaque processus de manière exhaustive.

De plus, le grain de ces questionnaires n'était ni la personne, ni le laboratoire mais le processus : une expérience, un traitement, un article publié. Cette granularité fine était indispensable, notamment pour évaluer la croissance de ces données à un horizon de quatre années, mais aussi sonder les usages.

1. Pourquoi ? A Quoi sert la plate-forme expérimentale ?
2. Quoi ? Quelle est la nature des acquisitions ?
 - Entrée : Quelle est la nature « physique » de l'entrée ?
 - Exemple : Une caméra CCD de format 1024×768 à 25Hz
 - Sortie : Quelle est la nature « numérique » de la sortie ?
 - Exemple : Une image Tiff non compressée de 1024×768 sur 16bits
3. Qui ? Quel est l'opérateur et pour qui réalise-t-il les expériences ?
 - Cette information est importante pour déterminer comment la donnée doit être intégrée à l'infrastructure de stockage (question d'authentification et de droits d'accès)
 - Par qui ? Quelle personne réalise l'expérience ?
 - Exemple : Un ITA réalise l'expérience suivant un protocole pré-établi
 - Pour qui ? Quelle personne exploite les résultats ?
 - Exemple : Un doctorant exploite les données
4. Quand ? Quels critères de temps accompagnent l'utilisation de la plate-forme ?
 - Durée : Quelle est la durée moyenne d'une expérience ?
 - Exemple : Une expérience dure en moyenne une demi-journée
 - Récurrence : Combien d'expériences sont-elles réalisées par semaine ?
 - Exemple : La plate-forme est utilisée en moyenne 5 fois par semaine
 - Pérennité : Quelle durée de vie attribuer aux données ?
 - Exemple : Les données brutes sont conservées pendant les 3 ans de doctorat.
5. Où ? Où se situent les équipements utilisés pendant l'expérience ?
 - Source : Les configurations d'une expérience sont-elles stockées localement ?
 - Exemple : les paramètres de chaque expérience sont sur un répertoire distant.
 - Équipement : Dans quel local se trouve la manipulation (contrainte d'accès) ?
 - Exemple : la manipulation, dans une salle blanche, ne permet pas l'entrée et la sortie de périphériques de stockage amovible. Le lien réseau est le seul utilisable.
 - Destination : A quel endroit seront stockés les résultats d'une expérience (localement, sur un serveur de stockage etc...) ?
 - Exemple : Les résultats ne sont stockés que de façon temporaire

6. Combien ?

- Ces questions concernent la « sortie » des données
- Volume : Quel est le volume de données (en Mo) d'une expérience ?
 - Exemple : une manipulation génère 1500 images pour un volume de 2 Go.
- Débit : Le réseau standard (100Mbits/s) est-il suffisant pour les transferts ?
 - Exemple : non, le transfert dure en moyenne plus d'une heure
- Latence : Existe-t-il des contraintes sur les outils pour une acquisition ?
 - Exemple : oui, l'utilisation d'un partage réseau est inadaptée pour des raisons d'accès direct aux données.

7. Comment ?

- Logiciels : Quel type de logiciel est utilisé pour l'acquisition ?
 - Exemple : le logiciel est fourni avec l'équipement. Ses bogues entraînent des dysfonctionnements sur certaines séquences. Il est indispensable de réaliser les acquisitions en local puis de les télécharger sur le dossier distant.

3.3 L'enquête auprès des utilisateurs

La diffusion de l'enquête a été réalisée de deux manières différentes.

Pour les sciences expérimentales, une page Web expliquant la démarche et trois questionnaires ont été mis en ligne à l'aide des solutions PHPESP puis LimeSurvey. Malgré un questionnaire « auto-cohérent » (présentant des exemples de réponses), des déplacements auprès des utilisateurs ont été nécessaires pour expliquer plus en détail et de sonder les méthodes : par exemple, le périmètre de responsabilité entourant le poste d'expérimentation (« le plateau » d'une « plate-forme expérimentale ») était souvent difficile à délimiter entre les différents intervenants : l'utilisateur, l'informaticien de laboratoire, la société en charge des équipements matériels et l'éditeur du logiciel. Ce contact eut également pour intérêt de prendre conscience de la situation critique de certaines équipes : les politiques de sauvegarde se limitaient souvent à des sauvegardes sur un des postes. De plus, certaines données d'expérimentation étaient perdues par manque de place. Ou encore, des postes de traitement étaient aussi uniques (pour l'analyse des données) que polyvalents (dans leur usage comme poste de travail).

Pour les sciences humaines et sociales, les acteurs furent démarchés sur deux semaines pour recueillir leur expression de besoins. Le public interrogé était constitué de personnels ITA.

Pour le pôle de diffusion des savoirs, les responsables de projets ont été contactés et ont exprimé très sommairement leur desiderata : les uns et les autres ne disposaient pas de la même vision de leurs processus : il leur était, dès lors, très difficile d'exprimer finement leurs besoins.

3.4 Analyse : de la réponse à la formation de spécifications

Au terme de deux mois de mise à disposition des questionnaires, 102 réponses ont été récupérées : 46 pour le processus « expérience », 45 pour le processus « traitement » et 11 pour le processus « exploitation ». Les plus impliqués dans les retours ont été les laboratoires de biologie, notamment le LJC ayant participé à l'affinage des questionnaires.

Le peu de retour sur les exploitations vient du fait que les acteurs de la recherche, notamment en biologie, considèrent la publication d'articles comme le principal marqueur de leur activité scientifique : la diffusion de connaissances, par d'autres canaux comme les sites DGESCO, reste pour la majorité marginale. De plus, la mise à disposition de bases de données, voire de données brutes à disposition de toute la communauté de spécialistes, n'est pas encore à l'ordre du jour.

Face à ces deux mille réponses, une exploitation a été construite autour d'une analyse de chaque questionnaire : agrégation à l'aide d'un tableur et utilisation massive de tableaux croisés dynamiques afin d'estimer les besoins, et, dans le cadre de certains scénarii, les solutions et leurs coûts.

3.4.1 La nature des données

Très majoritairement, les données issues des expériences sont des images ou des vidéos. Les séquences issues de caméras sont soit spécifiques (les caméras possèdent une très grande résolution ou une fréquence de rafraîchissement très rapide allant jusqu'à plusieurs dizaines de kHz), soit classiques, mais une acquisition en TVHD remplit une carte mémoire de 32 Go en 20 minutes... Sur les prises de vue, certaines sont, pour les SHS, le résultat de numérisation de documents. Les conditions d'acquisition sont très différentes et suivent des protocoles conditionnés par l'accès à l'information : de la plate-forme de numérisation professionnelle au studio photographique en passant par le scanner à plat porté sous le bras chez le détenteur d'archives.

Néanmoins, la nature des données révèle parfois les effets pervers des « boîtes noires » largement utilisées dans nos institutions : les formats non standards sont légions quand les informations ne sont pas carrément chiffrées et uniquement exploitables avec un logiciel de traitement spécifique. Se pose alors le problème de la conservation et de la pérennité de l'accès à l'information sur plusieurs années : la volatilité des sociétés vendant ces solutions « clé en main » est en effet très importante.

3.4.2 Les acteurs

Les chercheurs et les doctorants forment l'immense majorité de ceux qui réalisent les expériences et analysent les données produites, notamment en sciences expérimentales. En sciences humaines et sociales, les processus d'acquisition et de traitement sont affaire de techniciens et la spécialisation sur la manipulation des informations est plus marquée.

Cependant, de plus en plus, des personnels techniques prennent en charge l'exploitation de ces plates-formes expérimentales, lesquelles sont proposées aux autres chercheurs d'organismes extérieurs : l'usage de la plate-forme se rapproche ainsi d'une prestation de service. De ce fait, les données d'une expérience ou d'un traitement doivent pouvoir transiter facilement et de manière sécurisée hors de l'établissement.

De plus, la nature éphémère des usagers courants (doctorants, stagiaires, élèves, invités) et la confidentialité de certains projets exigent un traitement particulier des « droits » à associer aux données, mais aussi la capacité à pouvoir retrouver « facilement » les données.

3.4.3 Des durées et fréquences des processus, conservation des données

Les durées des expériences et des traitements s'étalent sur près de 6 ordres de grandeur (de quelques secondes à plusieurs mois). Leur fréquence varie sur 3 ordres de grandeur (de un par mois à 125 par semaine). Il en résulte une contrainte forte sur la disponibilité du système de fichiers sur une période assez longue.

De plus, ces données doivent être conservées au-delà d'un an, toujours dans un tiers des cas.

3.4.4 Les supports et les volumes

Les disques locaux ou amovibles représentent à eux deux la moitié des supports de stockage, les disques distants (volume ou disque) l'autre moitié. L'usage du disque local est souvent conditionné par la vitesse d'acquisition des équipements. Celui du disque amovible est simplement l'illustration du chercheur se débrouillant pour pallier un manque chronique de ressources à disposition à un instant donné.

Quant aux volumes des données brutes ou traitées, elles varient sur près de cinq ordres de grandeur, de quelques Mo à plusieurs dizaines de Go.

3.4.5 Le réseau

Le réseau apparaît comme une contrainte et le Gigabit Ethernet (GbE) indispensable lors du transfert des données, dont les volumes atteignent la centaine de Go. De plus, il conditionne complètement l'utilisation de disques réseau en attachement direct.

Fort heureusement, le site dispose d'une dorsale réseau 10 GbE opérationnelle depuis deux années sur le site avec un déploiement systématique de fibres monomodes entre locaux. Si la généralisation de port GbE au poste utilisateur est possible, sa mise à disposition se trouve cependant contrainte par la vétusté des câbles déployés sur les quinze dernières années.

3.4.6 La croissance

Quant à la croissance des données, elle doublera, au moins, à trois ans. Ainsi, au final, la demande exprimée représente, pour les laboratoires des deux sites et le pôle de diffusion des savoirs, un volume cumulé de près de deux péta-octets, simplement pour le stockage à 5 années.

3.5 Éléments de solutions

Face à cet ensemble d'expression de besoins, présentant autant de contraintes, deux solutions classiques viennent naturellement à l'esprit : d'un côté, le « mode fichier » pour les partages classiques là où la gestion des droits demeure aisée. De l'autre, le « mode bloc » pour les équipements spécifiques, exigeant une connectivité comparable à la celle d'un disque dur local.

Pour le « mode fichier », cela prend la forme d'un serveur de fichier offrant un espace partagé via les protocoles CIFS ou NFS, couplé à un gestionnaire de droits de type Ldap ou Active Directory. Pour le « mode bloc », le iSCSI offre la flexibilité nécessaire par l'utilisation du réseau local générique. Cependant, au-delà du stockage apparaît la sécurité associée à la sauvegarde et l'archivage. C'est la raison pour laquelle les solutions à base d'instantanés sur les volumes iSCSI ont été étudiées. La sauvegarde, elle, était assurée par l'utilisation d'un équipement primaire à la redondance contrôlée par des réseaux de disques de type RAID50. Mais cet archivage (à court terme) ressemble plus à de la sauvegarde asynchrone.

Sur la première partie du projet, à savoir les laboratoires de biologie de l'établissement, la solution choisie fut un équipement Equallogic Sumo équipée de 48 disques de 2To (dont seulement 72To se retrouvent réellement utilisable ensuite) : un volume iSCSI (donc mode « bloc ») a été mis à disposition de l'informaticien de laboratoire pour qu'il puisse, dans un premier temps, offrir cet espace sous forme d'un espace partagé. Cependant, il est apparu que tous les systèmes d'exploitation ne sont pas égaux pour monter ces volumes : alors que GNU/Linux ne pose manifestement aucun souci, MacOSX, pressenti à l'origine pour réaliser une simple évolution de l'existant, n'offre pas le niveau de stabilité exigée pour ce type de services. Ainsi, la solution définitive n'est, à cette heure, pas encore opérationnelle ni connue des utilisateurs finaux.

Quant aux besoins de tous les laboratoires et autres entités, des solutions complémentaires, moins coûteuses, ont été étudiées. Certaines se basent sur des solutions globales et propriétaires (GPFS notamment), d'autres exploitent les outils Open Source en prophétisant que le futur espace de stockage ne sera qu'en partie sur des équipements centraux et dédiés : les postes de travail et les centaines de Go que leurs disques internes offrent sont certainement une solution à ne pas exclure. Il est important de les fédérer pour assurer une sécurité maximale de leurs données.

4 Conclusion

Ainsi, les enquêtes menées et leurs analyses ont démontré que les besoins des laboratoires ne peuvent se limiter à un simple volume de stockage. En effet, les processus de cycle de vie des données, de leur genèse à leur exploitation ultime, forment un écosystème qu'il appartient aux informaticiens d'explorer le plus finement possible : la solution universelle n'existe pas.

L'élément le plus critique qui ressort de cette enquête reste le peu de « sécurité » associée à ces actifs primordiaux que sont les processus, mais aussi et surtout, les données. Si la disponibilité des données est généralement assurée (souvent par des disques locaux non sauvegardés), l'intégrité n'est quasiment jamais estimée. La confidentialité, généralement gouvernée par une gestion de groupes associés aux utilisateurs, est aussi absente. Quant à la traçabilité, pourtant si importante dans les usages de « cahier de laboratoires », elle est inexistante.

Pour conclure, deux défis se profilent : le premier concerne le stockage et la conservation de ces données : la solution se trouvera certainement dans un ensemble de solutions modulaires, basées sur des protocoles standards ou normalisés, pour lesquels des implémentations Open Source existent. Il en va de même pour l'indexation et la pérennité des archives au sein de gros équipements comme Adonis. Le second défi est, comme toujours, organisationnel : la transition vers le numérique, d'un strict point de vue de la sécurité, n'a toujours pas été intégrée dans les laboratoires. Il reste à sensibiliser tous les acteurs sur les risques encourus et, par conséquent, trouver des solutions pragmatiques.

5 Bibliographie

- [1] Emmanuel Quemener, « Stockage Informatique pour les laboratoires du site Monod. »
<http://www.cbp.ens-lyon.fr/emmanuel.quemener/dokuwiki/doku.php?id=missions:storage4labs>
- [2] Emmanuel Quemener, Étude sur les besoins de stockage de laboratoires site Monod.
<http://www.cbp.ens-lyon.fr/emmanuel.quemener/documents/ENSL-Storage4labs-100607.pdf>, juin 2010
- [3] Emmanuel Quemener, Étude sur les besoins de stockage de laboratoires site Descartes.
<http://www.cbp.ens-lyon.fr/emmanuel.quemener/documents/ENSL-Storage4labs2Descartes-100528.pdf>, mai 2010
- [4] Emmanuel Quemener, Étude sur les besoins de stockage du pôle de diffusion des savoirs.
<http://www.cbp.ens-lyon.fr/emmanuel.quemener/documents/ENSL-Storage4labs2PDS-100528.pdf>, mai 2010