

Stockage des données volumineuses de la recherche à l'université de Lorraine

Stéphane DUGRAVOT

Université de Lorraine
Direction du Numérique
32 Rue Lionnois
54 000 Nancy

Frédéric NASS

Université de Lorraine
Direction du Numérique
32 Rue Lionnois
54 000 Nancy

Résumé

L'université de Lorraine a initié le projet « Peta » en 2015. Son objectif était la mise en place d'une infrastructure de stockage d'une volumétrie d'un pétaoctet pour assurer l'hébergement à long terme des données de la recherche scientifique.

Ce projet repose sur 2 briques logicielles :

CEPH assure la couche stockage des données. Il est polyvalent sur tous les types de stockages : systèmes de fichiers et blocs. Il s'impose aussi sur un segment mal connu dans nos établissements : le stockage objet.

La couche service est assurée par le logiciel "STORAGE MADE EASY" (SME), qui héberge dans nos locaux des passerelles d'accès aux données du cluster CEPH. SME est un logiciel proche d'ownCloud, mais contrairement à ce dernier, il vise à proposer les volumes de données à des groupes de travail.

Mots-clefs

CEPH, STOCKAGE OBJET, S3, EFSS, HAUTE DISPONIBILITÉ

1 Introduction

1.1 Contexte

L'université de Lorraine, créée au 1^{er} janvier 2012, est un grand établissement à caractère scientifique, culturel et professionnel. Elle est la réunion des 4 anciennes universités de la région Lorraine. Composée de 3 700 enseignants-chercheurs et enseignants, 3 000 personnels administratifs et techniques et 61 000 étudiants.

1.2 Le projet « Peta »

L'université de Lorraine a démarré le projet « Peta » en 2015. Son objectif principal était la mise en place d'une infrastructure de stockage d'une volumétrie d'un pétaoctet pour assurer l'hébergement des données de recherche des laboratoires de l'université. L'objectif secondaire était de permettre l'hébergement de toutes données volumineuses, comme les données de la messagerie de l'université (actuellement en production, voir article¹ intitulée : « Un Zimbra surchargé ? Pensez au stockage objet ») et permettre l'éventuel remplacement de filers (NAS) et de baies de stockage (SAN).

1.3 Genèse du projet

Au cours du premier semestre 2014, un premier projet « NumiLab » a été initié afin de déterminer les besoins en services numériques des laboratoires de recherche. Au cours des entretiens, 31 laboratoires sur 65 ont exprimé des besoins importants dans le domaine du stockage des données scientifiques, pour une volumétrie globale estimée à 750 To de données.

Par ailleurs, d'autres besoins avaient été exprimés pour l'hébergement de données pédagogiques, et administratives. Concernant l'hébergement des données de la Direction du Numérique, nous avons identifié :

- Le service de Cloud (bUL² basée sur ownCloud) offrant à chaque personnel 10 Go d'espace de stockage pour ses données de travail ;
- La messagerie collaborative (Zimbra) ;
- Les machines virtuelles de la direction du Numérique.

1. https://conf-ng.jres.org/2017/planning.html#article_24

2. https://conf-ng.jres.org/2015/planning.html#article_56

2 Conduite du projet

Nous avons constitué une équipe de 4 personnes au sein de la Direction du Numérique de l'université, pour travailler sur l'avant-projet. L'objectif était de réaliser une étude des solutions possibles pour doter l'université d'une plateforme permettant d'assurer le stockage des données de la recherche rapidement et probablement à long terme, le tout dans le respect du cahier des charges initial.

Ce cahier des charges établi par les différents acteurs spécifiait quelques points importants comme :

- Assurer la scalabilité en termes de volumétrie et de performance ;
- Assurer la sécurité des données en termes de consistance, de disponibilité et de tolérance aux pannes ;
- Offrir un accès universel aux données (systèmes de fichier, bloc, objet, etc.) ;
- Permettre une gestion de quotas, de versions de fichiers et de snapshots ;
- Offrir des fonctionnalités collaboratives de manière interne et externe à l'établissement.

Sur cette base, nous pouvions envisager de compléter notre cahier des charges par des évidences techniques :

- La solution ne devrait présenter aucun point de défaillance unique (Single Point of Failure – SPoF) ;
- La solution devrait répliquer et distribuer les données sur différentes plateformes, géographiquement distinctes ;
- L'augmentation de la capacité de stockage devait être possible sans arrêt de service et de manière transparente pour les usagers ;
- La solution devrait reposer sur des matériels standard et hétérogènes, sans dépendance à un constructeur.

2.1 État des lieux des pratiques de la recherche à l'université de Lorraine

Les entretiens de la Direction du Numérique avec les représentants de la recherche universitaire ont mis en évidence des pratiques dangereuses concernant les données scientifiques (résultats de recherche, de l'expérimentation, du calcul, etc.) :

- Données stockées sur les postes de travail (souvent sans sauvegarde) ;
- Données sauvegardées sur des disques durs externes de type « personnels » ;
- Données stockées sur des services en ligne de type DropBox ;
- Certains laboratoires disposent d'équipements centralisés de stockage, avec des niveaux de fiabilité plus ou moins satisfaisants.

Les services en cloud permettent de répondre aux fonctionnalités collaboratives attendues par nos chercheurs (partage de données au sein d'une équipe, et parfois entre les équipes d'universités différentes). Il nous était impératif d'intégrer ce point à notre cahier des charges.

2.2 État des lieux des offres de services possibles

Nous n'avions pas en 2014, de solutions – au catalogue de services de la Direction du Numérique – pour assurer le stockage des données de la recherche, évaluées initialement à environ 1 pétaoctet. Il existait un filer, composé de 2 baies Netapp FAS2650 dédié aux services et aux étudiants, représentant une volumétrie d'environ 200 To. Il ne répondait pas au cahier des charges fonctionnel sur plusieurs points, comme la scalabilité, la disponibilité, ou encore la tolérance de panne.

Il y avait d'autres solutions ponctuelles et limitées pour permettre de partager des données entre équipes, mais ces solutions ne permettaient nullement d'assurer dans leur ensemble la scalabilité, la volumétrie ou les fonctionnalités attendues.

2.3 Réflexions sur le stockage objet

En 2014 lors de l'initialisation du projet, le stockage objet était très peu utilisé dans notre contexte universitaire. Il n'existait aucune infrastructure, il n'y avait pas d'utilisation de services externes (comme amazon S3), aucun développement ou service interne n'exploitait cette technologie. Pourtant c'est bien vers ce type de stockage que le projet devait s'orienter rapidement. Aucune autre technologie de stockage ne pouvait répondre au cahier des charges.

Nous ne devons pas opposer stockage objet aux stockages traditionnels, au contraire, nous devons prendre en compte :

- Que cette technologie pourrait à terme remplacer les technologies de stockage traditionnelles ;
- Que notre plateforme devrait avoir à prendre en charge les technologies actuelles pour assurer la transition.

2.4 4 SDS au banc d'essai

Le Software-Defined-Storage (SDS) est un terme essentiellement marketing. Il définit une solution de stockage logicielle indépendante du matériel utilisé pour stocker les données. Au moment de notre étude, nous avons retenu 4 SDS qui offraient des interfaces de type stockage objet (compatible S3), complétés par des interfaces traditionnelles quand cela était possible (bloc, systèmes de fichiers) :

- CEPH, solution open-source fortement utilisée dans le monde OPENSTACK et soutenue par la société RED HAT. Cette solution offrait différents types d'accès au stockage ;
- QUOBYTE, solution commerciale basée sur un projet issu de la commission européenne du nom de XTREEM FS ;
- SCALITY, solution commerciale de la société du même nom. Une solution ayant fait ses preuves dans le domaine de la vidéo à la demande et qui disposent de grandes références par exemple : TF1, Orange ou encore SFR ;
- SWIFTSTACK, solution commerciale utilisant la solution open source SWIFT, brique du projet Openstack.

Pendant une année complète, nous avons testé chacune de ces solutions, rencontré les acteurs, chefs de projets ou ingénieurs avant-vente. Nous avons évalué la qualité et la disponibilité de leur support et avons comparé leur coût, en achat et en maintenance. Nous nous sommes par ailleurs intéressés aux évolutions futures promises par chaque solution. Cette étude nous a permis d'émettre un jugement sur l'adéquation ou l'inadéquation des solutions à notre cahier des charges.

Nous avons finalement retenu CEPH et choisi d'être accompagnés par la société RED HAT dès la mise en œuvre de la plateforme de production en choisissant le produit RED HAT Ceph Storage (RHCS).

2.5 Découpage du projet

Quel que soit le SDS retenu, nous savions qu'il ne permettrait pas à lui seul de couvrir l'intégralité du cahier des charges. En particulier, nous n'avions pas de solution technique intégrée pour apporter les données jusqu'aux postes de travail de nos chercheurs, rien nous ne permettait non plus d'assurer la partie collaborative.

À l'évidence, une surcouche devait être intégrée entre la solution de stockage et nos utilisateurs finaux. Rapidement, nous avons réfléchi à d'autres pistes pour disposer d'une couche que l'on pouvait nommer « couche service ». Il s'agissait de la partie visible pour nos usagers. Cette partie, indépendante du stockage, devait assurer les fonctionnalités collaboratives et l'accès aux données sous la forme habituelle (système de fichiers).

Nous avons alors évalué plusieurs solutions (comme ownCloud, Pydio...) pour finalement porter notre choix sur un produit anglais : STORAGE MADE EASY.

3 STORAGE MADE EASY

STORAGE MADE EASY (SME) est à l'origine un service d'hébergement de données en ligne pour le grand public, il fait partie de la catégorie des *Enterprise File Sync-and-Share* (EFSS). La société éponyme a proposé aux entreprises sa solution de contrôleur pour assurer l'hébergement des données dans leurs centres de données. Ce contrôleur permet :

- Côté utilisateur : d'enregistrer des données et de les partager via une interface web, un lecteur réseau Windows, un point de montage GNU/Linux, un smartphone, avec ou sans synchronisation ;
- Côté stockage : d'enregistrer les données sur de nombreux supports (S3, CIFS, NFS, etc.).

L'utilisateur accède à ses données au travers de ce qu'il peut voir comme un système de fichier, il n'a pas de contrainte technique de volumétrie (en dehors des quotas que l'on peut gérer administrativement) ou de nombre de fichier, pas de freins à l'extension de ses besoins du fait de la couche stockage CEPH et de son interface objet.

3.1 Intégration au Système d'Information

Les informaticiens de proximité disposant d'une grande autonomie dans la gestion de l'annuaire Active Directory (AD) et SME proposant une interface assez évoluée avec ce dernier, nous avons fait le choix de confier aux informaticiens de proximité le premier niveau de support et l'accompagnement général aux usagers.

3.2 Mise à disposition d'un volume de travail à un laboratoire

La Direction du Numérique intègre désormais dans son catalogue de services ³ un service de stockage des données scientifiques à destination des laboratoires. Nous proposons une offre initiale sans coût permettant de disposer d'un espace :

- D'une capacité de 5 To ;
- De 30 comptes utilisateurs (SME).

Et des surcoûts assez faibles pour accroître l'offre de base (cf. 5.4).

3. <http://u2l.fr/peta-service>

3.3 Mise en œuvre

Afin de respecter le cahier des charges, SME comme la couche stockage ne doit pas présenter de point unique de défaillance (SPoF). Le contrôleur reposant sur des technologies bien connues des administrateurs systèmes (MySQL, PHP), nous avons déployé une plateforme redondante sur 2 centres de données à partir des solutions logicielles comme Pacemaker/Corosync, voir Illustration 1.

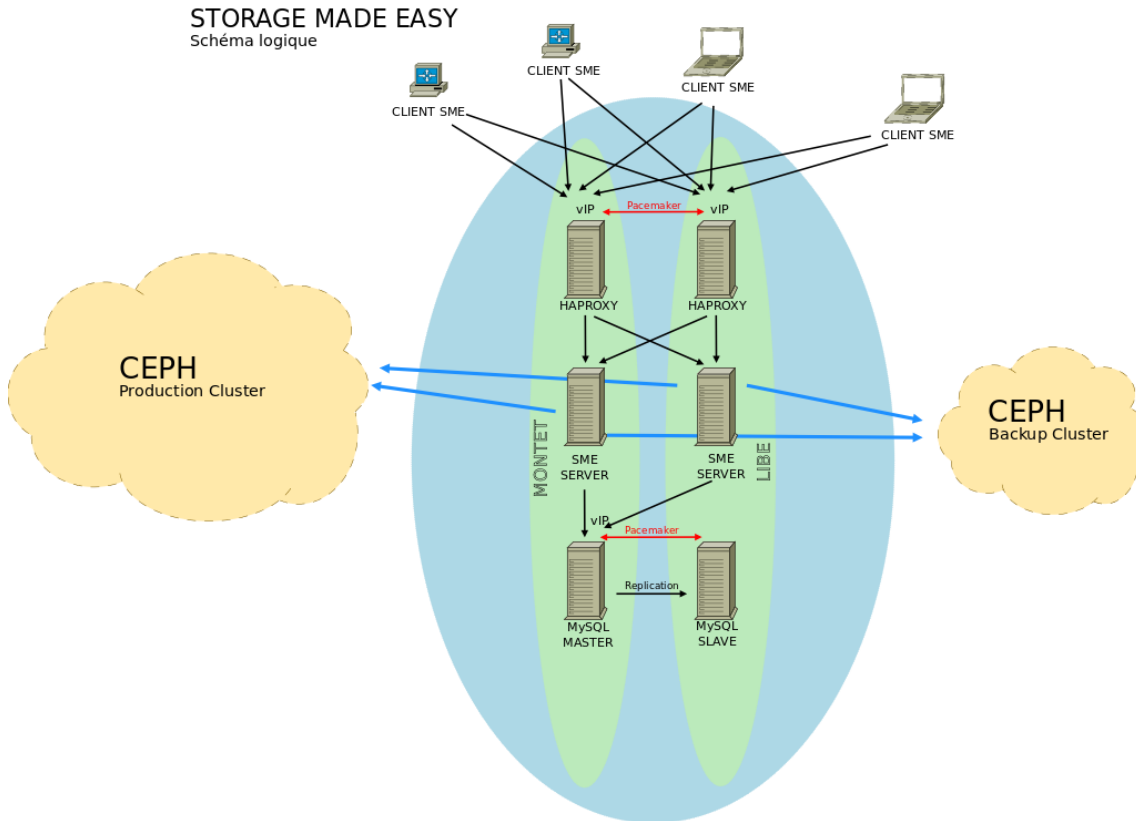


Illustration 1: Couche service Storage Made Easy en haute disponibilité

4 CEPH

4.1 Jumpstart

Notre choix s'était donc porté sur CEPH. Nous avons passé la dernière année à le tester, à en comprendre les détails de son fonctionnement, à lire les messages de la liste communautaire. Au regard des difficultés rencontrées par certains utilisateurs et des risques de perte de données, il nous apparaissait souhaitable de nous faire accompagner pour l'installation et la configuration du cluster et de pouvoir, en condition d'exploitation, faire appel à un support.

Peu de société à l'époque, pour ne pas dire aucune, assurait du support sur la version communautaire de CEPH. En 2015, nous avons fait le choix d'un programme appelé Jumpstart, incluant une prestation d'installation et d'assistance de 11 jours et offrant le droit d'utiliser RED HAT Ceph Storage pendant 1 an.

Notre cluster fut donc installé en décembre 2015. À la fin de l'année, nous avons souscrit un engagement de trois ans avec RED HAT pour le support et les mises à jour du produit.

4.2 Infrastructure

Avant de définir une infrastructure CEPH il faut comprendre de quoi la solution est capable. CEPH a pour principale qualité de s'adapter facilement aux contraintes physiques d'un environnement en s'adaptant aux contraintes du théorème CAP⁴. Ce théorème explique qu'il est impossible pour un système informatique distribué de garantir en même temps la cohérence des données, la disponibilité des données et la tolérance au partitionnement. Pourtant, dans CEPH, une lecture ou une écriture est toujours cohérente, et selon les règles choisies, peut se faire malgré la panne d'un ou plusieurs matériels ou l'isolement complet d'une partie du cluster.

Une autre de ses qualités est qu'il est capable, au sein d'un même cluster, de fournir plusieurs qualités de service. Par exemple, on pourra choisir un scénario d'écriture sur disques rapides ou sur disques lents. Si l'on cherche la performance il sera souhaitable de n'écrire qu'au sein d'un seul centre de données, en choisissant la réplication x3. Si c'est la durabilité que l'on cherche, on préférera écrire la donnée dans plusieurs centres de données, en choisissant l'*erasure coding*. Ces deux scénarios pouvant très bien cohabiter au sein d'un même cluster étendu.

Pour notre cas d'usage principalement tourné vers l'hébergement de données volumineuses à long terme, la performance n'était pas un critère prépondérant. La durabilité l'était davantage. Nous avons à notre disposition trois centres de données, deux à Nancy et un à Metz, pour stocker ces données. Le cerveau de CEPH fonctionnant avec un nombre impair de « moniteurs », idéalement trois, nous préférons envisager un fonctionnement sur trois centres de données plutôt que deux.

Nous avons décidé de manière arbitraire que nos données devraient rester accessibles en cas d'isolement (coupure d'une liaison réseau) ou de perte définitive d'un centre de données (incendie, inondation, vandalisme) et que dans ces circonstances graves, nous pourrions encore accepter la perte d'un serveur.

4. https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorème_CAP

4.3 Carte du cluster

Nous avons fait le choix d'implémenter deux clusters CEPH. Le premier destiné à la production, le deuxième destiné à sauvegarder les données du premier, tant que la volumétrie le permettrait. Nous avons commencé par un cluster de quatre serveurs par centre de données, soit 12 serveurs de 144 disques au total.

Matériels :

- 3 Serveurs moniteurs MONs DELL R430 :
 - Intel Xeon E5-2603 v3 1.6 GHz ;
 - 16 GB DDR4 ;
 - contrôleur PERC H330 ;
 - 2x SSD 200GB ;
 - Intel X520 Double port 10Gbit/s DA/SFP+.

- 12 serveurs de stockage OSDs DELL R730xd :
 - 2x Intel Xeon E5-2650 v3 2.3 GHz ;
 - 128 GB DDR4 ;
 - contrôleur PERC H730p mini ;
 - 12x HDD NL SAS 4 TB ;
 - 2x SSD 200GB ;
 - 2x NL SAS 1TB ;
 - Intel X520 Double port 10Gbit/s DA/SFP+.

Le réseau 10 Gbits/s étant assuré par des commutateurs Juniper QFX 48p SFP+, voir Illustration 2.

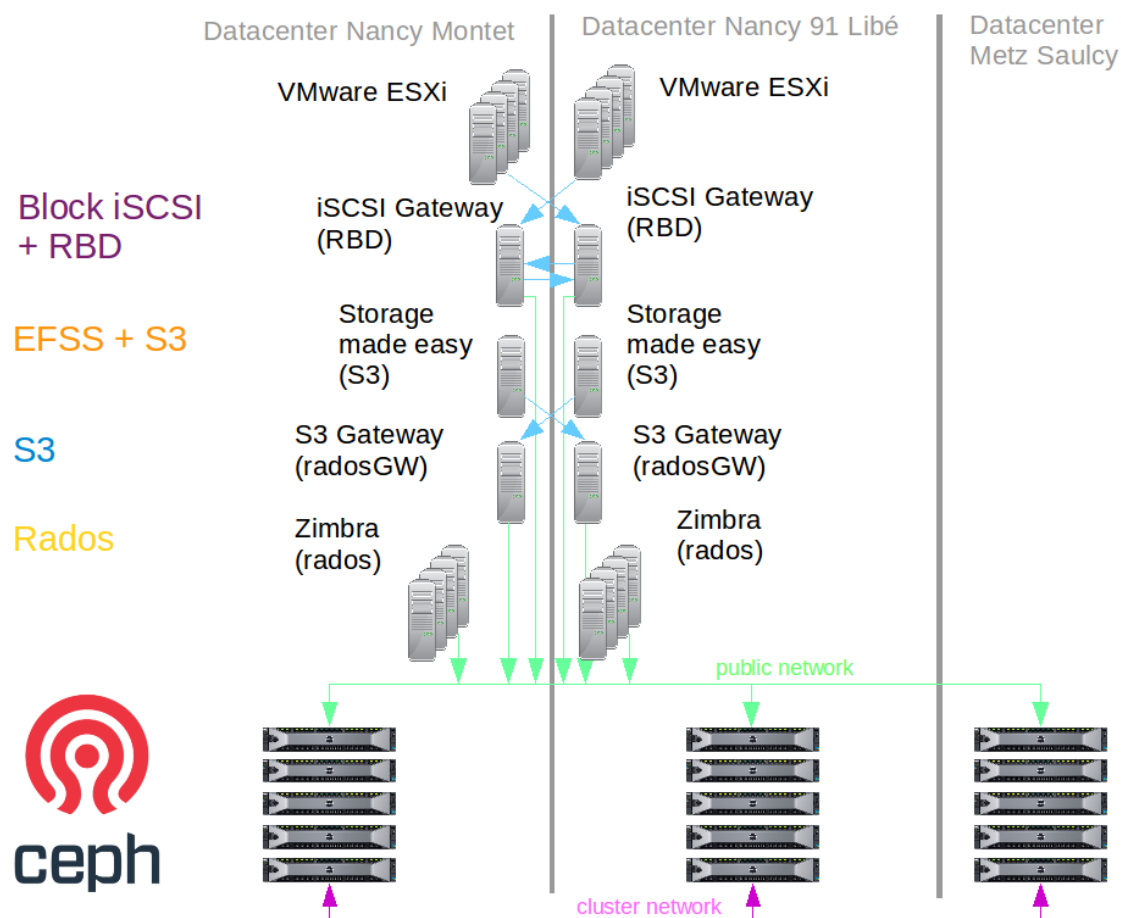


Illustration 2: Infrastructure

4.4 Règles de placement de données

Afin de pouvoir résister à la perte simultanée d'un centre de données et d'un serveur dans un des centres de données restants, nous pouvions choisir deux modèles de placement de données : la réplication ou l'erasure coding. Dans chacun des cas, il fallait non seulement que la donnée ne soit pas altérée, mais il fallait pouvoir la reconstruire malgré l'absence d'un centre de données et d'un serveur.

L'erasure coding décompose un objet en 'k' morceaux de données et 'm' morceaux de parité, pour envoyer ensuite ces k+m morceaux sur différents serveurs au sein du cluster. Ce mode de placement de donnée est plus économe en espace disque que la réplication qui recopie plusieurs fois le même objet. En erasure coding, la durabilité de la donnée est bien souvent plus importante qu'en réplication.

Recherchant la durabilité et non la performance, nous avons fait le choix d'un scénario de placement de données en erasure coding k=5, m=4. En plaçant 3 morceaux dans chacun des centres de données, sur trois serveurs différents, nous pouvions satisfaire aux exigences énoncées précédemment. La perte d'un centre de données et d'un serveur ne ferait perdre que 4 morceaux ce qui n'altérerait pas la donnée. La donnée resterait accessible en lecture et en écriture et le morceau de donnée hébergé sur le serveur perdu pourrait être recréé sur le quatrième serveur non utilisé.

Grâce à ce mode, notre surcoût en espace de stockage pour sécuriser la donnée ne représenterait que 80 %

avec 4 morceaux de parités sur 5 morceaux de données alors que la réplication représenterait 200 %, la donnée étant recopiée deux fois dans le cluster. Notre choix était donc fait.

4.5 Passerelle S3

CEPH fournit une passerelle S3 appelée Rados Gateway, souvent désignée par l'acronyme RGW. Cette passerelle implémente la quasi-totalité des fonctionnalités Amazon S3. Au fil des versions de CEPH, ces fonctionnalités s'enrichissent⁵. Au sein de cette passerelle, on peut créer différents espaces appelés « buckets ». Ces espaces de stockage seront alloués à des laboratoires au sein de l'application Storage Made Easy. La passerelle S3 réalise des IO de 4 Mo dans le cluster CEPH.

4.6 Performances

Pour notre cluster de 180 disques et sa passerelle S3 (RadosGW) réalisant des écritures d'objets Rados de 4Mo, les performances mesurées avec la commande « rados bench » sont les suivantes :

- Réplication x3 : 225 Mo/s et 56 IOPS en moyenne ;
- Erasure coding k=5, m=4 : 323 Mo/s et 80 IOPS en moyenne.

Avec des IO de 4 Mo, on constate davantage de performance en erasure coding qu'en réplication x3. Ce n'est pas étonnant finalement puisqu'une écriture en erasure coding k=5, m=4 fait travailler 9 disques du cluster avec des écritures de 800 Ko par disque alors qu'une écriture en réplication x3 ne fait travailler que 3 disques avec 3 écritures de 4 Mo.

5. <http://docs.ceph.com/docs/master/radosgw/s3/>

5 Déploiement du service

Après avoir défini et mis en œuvre l'infrastructure CEPH, les passerelles S3 et la solution SME, nous allions devoir trouver un ou plusieurs laboratoires pour évaluer le fonctionnement de SME et au-delà, nous indiquer si nos choix de configuration répondaient à leurs usages.

5.1 Phase de tests

Trois laboratoires ont accepté de tester la solution : dépôt des données, accès et synchronisation d'une partie des données, remontées des machines d'acquisition, partage via le web, etc. La sous-direction des usages du numérique a également participé à l'évaluation en stockant de très gros fichiers vidéos.

Cette première phase a permis de faire état de certaines difficultés et d'orienter certains choix de configuration (un seul « package » SME, permettant des partages entre tous les laboratoires). Les premiers tests ont permis de mettre en évidence certains bugs de gestion des permissions, de téléchargement de gros fichiers, de caractères incompatibles dans le nom de répertoires, etc. Nos utilisateurs nous ont aussi indiqué quelles fonctionnalités leur semblaient absentes de la solution SME (usage et quota S3, téléchargement de dossiers depuis l'interface web). Nous avons transmis leurs remarques à la société éditrice du logiciel SME qui a rapidement corrigé les problèmes et amélioré le logiciel.

5.2 Fourniture du service

Nous sommes aujourd'hui dans une phase d'ouverture plus large du service pour lequel une fiche de service a été établie et communiquée sur le site du numérique de l'université⁶. Nous souhaitons désormais appuyer l'ouverture du service sur les équipes en proximité des laboratoires. Nous avons également en projet de faire réaliser une courte vidéo de présentation du service afin d'en expliquer le fonctionnement et d'en faciliter l'adoption. Une adresse de contact et un lien vers la documentation sont indiqués dans la fiche service.

5.3 Ouverture du service à un laboratoire

L'ouverture du service suit le cheminement suivant :

1. Échanges préliminaires : Création d'une fiche pour le laboratoire, contacts, renseignement, besoins ;
2. Opérations sur l'Active Directory : Création d'une OU, de groupes, et intégration des administrateurs ;
3. Opérations sur s3 et Storage Made Easy : Création d'un bucket S3 et conversion en *Shared Team Folder* dans SME, Importation des rôles et des utilisateurs, Mise en œuvre du monitoring ;
4. Transfert de compétences au CTL⁷ et (si besoin) au support de proximité : Présentation de l'interface web de SME, des clients lourds. Présentation de l'interface web portailSU pour gestion des membres des groupes dans l'AD ;
5. Installation des clients : Installation sur les postes de travail, choix de synchronisation.

Les points 1 à 3 sont opérés par l'équipe en charge de l'exploitation du service.

Les points 4 et 5 sont opérés par l'équipe coordinatrice des services aux usagers et le support de proximité.

L'utilisation du service n'est possible qu'après cosignature de la fiche de service par le directeur du laboratoire et par le directeur du numérique.

6. <http://u2l.fr/peta>

7. CTL : Correspondant technique d'un laboratoire

6 Coûts

Les deux sous-chapitres suivants distinguent les coûts d'adhésion au service de stockage pour les laboratoires et les coûts pour l'établissement en séparant la phase projet de la phase d'exploitation annuelle.

6.1 Coûts pour les laboratoires

L'offre a été construite comme ci-dessous, elle est susceptible d'évoluer en fonction des demandes et du contexte. Les demandes spécifiques font l'objet d'études particulières :

	Volumétrie	Utilisateurs	Tarifs
Offre de base	5 To (1)	30	Gratuit (2)
5 To supplémentaires	+ 5 To		1 125 € par an
Comptes nominatifs utilisateurs		Jusqu'à 100 (3) Par pallier de 100 supplémentaire (4)	200 € par an 200 € par an

Illustration 3: Tableau des coûts pour un laboratoire

6.2 Coûts pour l'établissement

La phase projet a mobilisé environ 2 à 3 Équivalent Temps Plein (ETP) sur 2 mois. Elle a duré 2 ans, de 2014 à 2016. Elle a permis de réaliser les tests et les études des 4 SDS sur la plateforme matérielle qui a été reprise plus tard en production. Cette plateforme initiale représente un investissement de 140 000 euros. L'adhésion au programme Jumpstart se chiffre à 10 000 euros.

On peut regrouper dans la phase exploitation le support (RHCS) auprès de RED HAT (pour cela, voir le tarif au catalogue du marché logiciel), les investissements en matériels (extension de volumétrie par exemple, qui pourront en fonction des besoins représenter quelques dizaines de milliers d'euros), l'exploitation courante (2 ETP, 2 mois par an) et enfin les éventuels transferts de compétences qui peuvent aussi représenter quelques milliers d'euros (RHCS et formation en interne). Le budget de fonctionnement/investissement peut être évalué entre 50 et 60 000 euros par an.

7 Évolutions et perspectives

Notre préoccupation actuelle est d'ouvrir plus largement le service aux laboratoires de l'université.

Alors que nous avons retenu CEPH pour l'hébergement des données volumineuses de la recherche, nous l'utilisons également pour l'hébergement des données de notre messagerie Zimbra, ainsi que pour fournir du stockage à nos hyperviseurs VMWare ESXi au travers de passerelle iSCSI. Par ailleurs, nous débutons une phase de tests du système de fichiers distribué CephFS. Celui-ci devrait se substituer à GFS2 pour notre hébergement web. Nous étudions l'enregistrement des données d'ownCloud⁸ dans CEPH via la passerelle S3 et espérons proposer dans les années à venir du stockage sur disques SSD pour des usages de type Tier 1 (base de données). Enfin, nous encourageons les développeurs de la direction du Numérique à orienter leurs développements pour faire usage de CEPH, en mode S3 ou RADOS. À terme, CEPH devrait pouvoir couvrir tous les besoins de notre direction en termes de stockage.

La prochaine version stable de CEPH, baptisée Luminous, apportera des avancées technologiques de premier plan : l'arrivée du mode multi-MDS (serveurs de métadonnées de CephFS) en actif/actif qui va offrir à CephFS une évolutivité sans limites, et la possibilité pour le mode bloc et pour CephFS de travailler sur des pools en erasure coding, grâce au nouveau format d'enregistrement Bluestore.

8 Conclusion

Il n'y avait pas de solution toute faite pour répondre aux besoins exprimés par les équipes de recherche de notre université. Nous avons construit une solution capable de satisfaire nos usagers, suffisamment souple pour que nous puissions appréhender sereinement toutes les évolutions et nous projeter sur le long terme. Cette solution repose sur le duo CEPH – STORAGE MADE EASY et s'appuie en interne sur le protocole S3.

Au-delà du seul cas de l'hébergement des données de la recherche, il nous semble que le défi de notre plateforme – et particulièrement la couche stockage CEPH – réside dans sa capacité à répondre demain aux très nombreuses formes de stockage pour se substituer à de trop nombreuses plateformes matérielles existantes. Notre objectif à court terme n'est pas de remplacer les stockages SAN et NAS, mais cette question se posera, au moins en partie, peut-être plus vite qu'on ne le pense.

8. https://conf-ng.jres.org/2015/planning.html#article_56