

La consolidation du stockage, maillon de l'architecture informatique intégrée d'un établissement universitaire multi-communautés: retour d'expérience

Frédéric BRET
Centre de Ressources Informatiques
Université de La Rochelle

Frederic.bret@univ-lr.fr

Résumé

Ce document reprend l'étude menée courant 2001 à l'Université de La Rochelle pour décider de l'avenir du stockage de son système d'information. Après une rapide introduction sur l'historique des ressources informatiques on abordera une partie sur la solution SAN telle qu'elle a été perçue et sur les points techniques incontournables à sa mise en œuvre, puis nous conclurons par une partie sur les solutions NAS envisagées.

1 Présentation du système d'information

Née en 1993, l'Université est installée sur le site des Minimes à La Rochelle. L'interconnexion de ses différentes entités se fait alors par des liaisons routées sur des liens WAN bas débit, ce qui signifie une répartition des données et des services sur les sites distants. Le poste de travail utilisateur type de l'enseignant/chercheur ou de l'administratif est un PC sous Unix BSD. La capacité gérée par le CRI est de quelques Go, répartie sur autant de serveurs NFS que de sites distants. La sauvegarde sur bande est fastidieuse.

En 1995, un réseau métropolitain en fibre optique sur le site des Minimes, réalisé à l'initiative de l'Université (pierre angulaire de son schéma directeur) et grâce à la Communauté de Villes et au FEDER, permet d'envisager une refonte de l'informatique et la possibilité de faire progresser les débits au fur et à mesure de la disponibilité des technologies.

Après une courte période sur des liens optiques routés à 10mbps, 1996 voit arriver la possibilité de raccorder les sites jusqu'au poste de l'utilisateur à 100mbps commutés sur des distances couvrant l'ensemble du campus. Ceci, ainsi que la translation d'adresse qui fait parallèlement à cela son apparition à l'Université, annonce pour nous l'occasion de débiter une mise "à plat" des machines et une renumérotation de nos LANs avec la définition de 2 grandes communautés toujours existantes : Administration/Recherche et Enseignement.

Cette première ébauche d'un réseau fort est la condition nécessaire pour faire converger les aspects services/serveurs afin d'en simplifier l'administration et offrir des services uniformes à l'ensemble de nos entités.

Les données migrent alors petit à petit de petits serveurs vers une paire de stations de travail équipées de disques SCSI externes. Ces machines sont choisies pour leur robustesse tant matérielle que logicielle. La capacité de stockage poursuit elle aussi sa croissance mais reste cantonnée aux ordres de grandeurs de l'époque.

En 1997, la montée en puissance de l'Université, tant en étudiants qu'en personnels, nécessite la mise en place de services plus robustes et performants. L'informatique étudiante n'est encore que marginale et destinée essentiellement aux filières spécialisées dont les besoins en stockage et en services peuvent encore être traités au moyen d'une simple station de travail et de disques externes.

En revanche sur la communauté Administration/Recherche, les comptes jusqu'alors en réseau par NFS doivent être de plus en plus souvent accessibles aussi en CIFS au fur et à mesure que nos utilisateurs demandent à voir leur poste de travail Unix devenir une machine sous Windows. Parallèlement à cela, notre système d'information sous Oracle voit ses besoins en puissance

de calcul augmenter. Pour ces raisons, c'est vers un ensemble de 2 serveurs et d'une baie de disques en RAID 5 que l'informatique d'administration/recherche est refondue. Le but étant d'offrir performances et haute disponibilité, les machines et la chaîne de stockage sont redondées. On souhaite limiter au maximum les risques de rupture (Single Point Of Failure ou SPOF) avec des double-attachements SCSI, double-contrôleurs sur la baie, système RAID, etc... Ceci offre de surcroît une grande souplesse dans la gestion des serveurs, l'ensemble des services de l'un pouvant être basculé sur l'autre (en mode forcé un peu dégradé, la machine jouant alors tous les rôles, mais toujours très exploitable).

Les capacités se montent alors à une petite centaine de Go. La sauvegarde est centralisée et s'effectue au moyen d'une librairie DLT4000. Des agents installés sur d'autres machines permettent d'y inclure des données annexes.

En 1999, le réseau évolue. Grâce à un réseau de fibre optiques que l'on maîtrise, ce sont maintenant des backbones gigabits parcourus par des VLANs 802.1Q qui sont déployés entre les différents sites. Les postes clients sont maintenant connectés par du 100bT commuté. Une autre étape est prête à être franchie, le système d'information est mûr mais demande plus de capacité. Le poste utilisateur est banalisé sur une communauté donnée. Tout utilisateur, qu'il soit personnel ou étudiant, doit pouvoir disposer d'un compte électronique et d'un stockage qui lui soit propre quelle que soit sa localisation sur le site.

La centralisation se poursuit donc et s'optimise en terme de gestion par la relégation des anciens serveurs à des tâches subalternes et par la suppression des dernières stations de travail comme serveurs de fichiers. Trois serveurs multi-processeurs sont achetés et le stockage renouvelé pour regrouper la quasi-intégralité des données et des services de l'Université.

Deux des nouveaux serveurs viennent en lieu et place des anciens et reprennent en haute disponibilité les données utilisateurs Administration/Recherche, la messagerie électronique d'environ 800 comptes et le calcul des chercheurs pour l'une et les bases de données pour l'autre.

Le 3ème serveur centralise dorénavant la communauté étudiante. En cas de panne de cette machine, une simple reconfiguration matérielle de la machine habituellement dévolue aux bases permet de reprendre l'exploitation étudiante en moins d'une heure. Dans la pratique cela n'a jamais été nécessaire.

Le stockage représente alors environ 280 Go répartis en 2 baies RAID, plus 60Go de l'ancienne baie RAID pour l'extranet. La technologie d'interconnexion reste le SCSI-FastWide Différentiel qui au travers de doubles liens proposent une bande passante serveurs-baie de 40Mo/s.

Fin 2000, on assiste à une forte augmentation de la demande en place disque de la part des utilisateurs au nombre d'environ 6500 étudiants et 700 personnels. Tout laisse penser que le phénomène va se poursuivre, comme représenté sur la figure 1 avec des estimations minimales et maximales. Les baies atteignent plus rapidement que prévu leurs limites, tant en capacité qu'en performances, tout particulièrement sur le réseau Administration/Recherche où le débit et les I/Os sont très clairement le point faible de l'ensemble : les serveurs, en capacité très largement supérieure à celles de leur stockage pourraient sans problème encaisser la charge des quelques 1400 machines d'alors, mais ils passent leur temps à attendre les disques. Ils peuvent pourtant être considérés comme pérennes et fortement évolutifs pour quelques années encore, et c'est donc tout naturellement vers une évolution du stockage et de l'archivage que nous nous penchons.

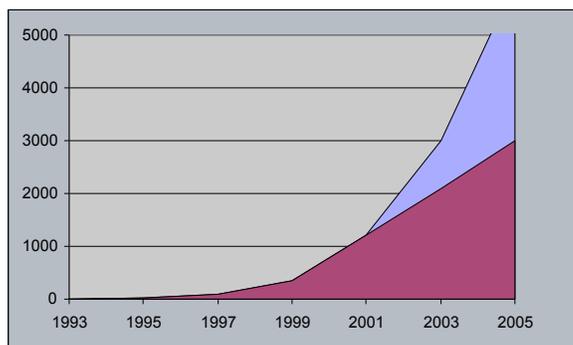


Figure 1 : projection de la somme des capacités en Mo

2 L'option technique SAN et les critères de choix

La technologie SAN est accessible et offre enfin les fonctionnalités que l'on attend depuis 2 ans. Un rapide tour du marché nous indique les tendances et les interlocuteurs susceptibles de nous fournir de nouveaux systèmes de stockage sur Fibre Channel.

Les consultations nous amènent à écarter du panel des constructeurs ne proposant que des solutions trop haut de gamme car leurs solutions sont surdimensionnées et non adaptés à nos besoins ou trop coûteuses. La prospection nous amène naturellement vers Hewlett-Packard, constructeur ou distributeur de nos anciennes solutions qui nous propose des modèles de sa nouvelle gamme, ainsi que vers LSI/Metastor.

2.1 Maîtrise des coûts

Notre budget est limité à environ 100K€ TTC. Cette enveloppe doit nous permettre de répondre tant à notre besoin en capacité étendue et en performances à l'échelle de l'Université, qu'à notre besoin d'intégrer dans l'opération l'achat d'un système de sauvegarde de type LTO équipé d'une quarantaine d'emplacements et compatible avec nos outils de sauvegardes logicielles.

Il s'agit donc d'intégrer au mieux une solution évolutive et de considérer l'ensemble des coûts engendrés sur une période de 4 à 5 ans. Pour reprendre un terme très à la mode, on parle de coût total de possession (ou TCO). Le coût doit être envisagé dans sa globalité afin de comparer sur un pied d'égalité les différentes solutions et intégrer notamment :

- Le coût d'achat initial de la solution (stockage + connectique + librairie) pour une capacité de départ de 1To brut.
- le coût humain de migration et de gestion de la solution sur une longue durée. Coût très faible.
- le coût de maintenance du matériel (durée de la garantie initiale, coût de maintenance une fois la garantie échu) sur une durée donnée.
- le coût des extensions matérielles pour accueillir de nouveaux serveurs ou de la capacité disque.

2.2 L'évolutivité de la solution

Afin de ne pas avoir à la remettre en question trop tôt, la solution technique retenue devra bien-sûr être suffisante mais aussi évolutive en capacité de stockage, en technologie et en ouverture vers notre environnement. La dépréciation du stockage précédent avait été très rapide (1999-2001) tant techniquement que financièrement (les valeurs de reprises sont dérisoires), il convenait donc de préserver du mieux que nous le pouvions le nouvel investissement par une solution ouverte.

2.3 La compatibilité multi-OS : Quel serveur accède à quelles données ?

A l'heure de l'étude, seules 3 machines identiques sont susceptibles d'accéder au stockage, mais l'évolution de la plate-forme est à envisager et l'arrivée d'autres systèmes est possible voire prévisible. Il est nécessaire de se garder une ouverture vers d'autres systèmes d'exploitation tels que Windows, ou d'autres Unix.

En plus des capacités d'interopérabilité, des notions de sécurité d'accès sont à considérer et il faut s'assurer que l'ajout de nouvelles plates-formes ne viendra pas gêner le bon fonctionnement de l'ensemble.

Lorsqu'une machine est attachée à un SAN, l'ensemble des volumes auxquels elle peut accéder lui est présenté durant une phase de découverte. On peut vouloir éviter l'aspect intrusif de certains systèmes d'exploitation qui, lorsqu'ils sont en présence de nouveaux volumes, pourraient vouloir « signer » ces derniers, ou plus simplement on peut souhaiter sécuriser l'accès aux données de plusieurs entités administratives. Il convient alors de s'assurer de la possibilité quelque part sur le chemin des données de filtrer l'accès pour les serveurs à leur seuls volumes. Pour cela, deux techniques s'offrent à nous :

- Le LUN Masking qui permet de ne montrer aux machines que les ressources qu'elles sont censées voir. On le retrouve plutôt au niveau des contrôleurs où l'on va associer des World-Wide-Name d'interfaces à des volumes.
- Le Zoning qui permet soit un partitionnement matériel (Hard Zoning) en décrivant les ports pouvant parler entre eux, soit un partitionnement logique (Soft Zoning) en décrivant les World-Wide-Name des ressources pouvant communiquer. La deuxième solution présente d'évidents avantages lorsqu'il s'agit de reconfigurer physiquement un SAN. Il se fait au niveau des switches.

2.4 La technologie RAID

Le recul sur la technologie utilisée dans nos anciennes baies nous amène à quelques remarques concernant leur gestion des disques.

Développées il y a quelques années pour favoriser les écritures rapides en RAID 0/1 et la conservation de l'espace dans un second temps par conversion ces données RAID 0/1 en RAID 5 à l'arrière-plan, ces baies travaillent en offrant au système d'exploitation qui les utilise une vue simple et à plat d'un espace de stockage, alors que les données peuvent se trouver n'importe où sur les disques. Notre expérience montre que ceci favorise une fragmentation des données au fil du temps sans possibilité d'y remédier avec les outils de défragmentation du constructeur sans réinitialisation du filesystem après sauvegarde des données, puis restauration.

Après 2 ans d'utilisation, en raison d'un taux de remplissage important, les performances avaient tellement chuté qu'il devenait impossible de copier un fichier de grande taille dans une durée raisonnable tant les blocs libres étaient dispersés sur les disques bien que l'OS en avait une vue plutôt propre. La solution aurait consisté à périodiquement tout sauvegarder, casser puis recréer les volumes de stockage sur la baie, puis restaurer les données.

Avec l'évolution des contrôleurs, l'écriture à la volée en RAID 5 n'est plus vraiment un problème si l'on recherche la capacité sans pour autant dégrader les performances. Nous avons donc décidé de nous orienter plutôt vers ce niveau de RAID.

2.5 Les indicateurs de performances

Un programme provenant des laboratoires Hewlett-Packard à notre disposition nous a permis de réaliser des benchmarks sur le matériel existant. Il offre la possibilité de s'affranchir convenablement des caches des machines et des stockages en procédant à des lectures et/ou écritures suffisamment aléatoires sur un certain nombre de canaux simultanés simulant autant de clients.

En procédant à un certain nombre de mesures où l'on fait varier divers paramètres, on peut mettre en évidence certains critères techniques comme, l'influence de la taille des blocs sur les performances, le débit par contrôleur, le temps de réponse moyen, etc.... De cette connaissance précise du comportement des baies va dépendre l'implémentation de la gestion des volumes et des systèmes de fichiers.

2.6 Le choix dynamique de la taille des blocs

La taille des blocs de stockage tels qu'ils vont être présentés au système d'exploitation a une incidence directe sur les performances de l'ensemble selon ce que l'on souhaite implémenter sur un volume : une base de données nécessite naturellement des blocs plus petits qu'un serveur de streaming vidéo par exemple.

Il est possible de connaître sur un système de fichiers la taille moyenne des fichiers, c'est un bon indicateur pour décider de la taille de blocs à adopter.

La possibilité de choisir de manière dynamique la taille des blocs de chaque volume pour s'adapter aux données qu'on manipule est un plus certain. Le fait de pouvoir le faire sans couper l'accès aux données est un atout supplémentaire dans la souplesse d'exploitation.

2.7 L'influence du nombre de disques sur les performances

Dans un système de stockage où la capacité de traitement des contrôleurs est considérée comme très supérieure aux sollicitations venant des machines connectées, l'élément clé des performances devient la capacité des disques à délivrer des entrées/sorties.

Un disque dur est généralement donné pour réaliser 200 à 300 opérations à la seconde. C'est donc le nombre de disques capables de débiter des entrées-sorties au sein d'un sous-ensemble RAID qui va dimensionner les performances de notre baie.

Ceci est un critère incontournable lorsqu'il s'agit de tailler les volumes sur la baie. Trop peu de disques et les performances peuvent être limitées. Du fait de l'augmentation de la taille moyenne des disques, on pourrait être tenté de réduire le nombre de disques, mais ce serait une erreur. Afin de garantir un bon niveau de performances, on peut donc être amené à surdimensionner la capacité de stockage en multipliant les disques et en choisissant des régimes de rotation plus élevés (15000 plutôt que 10000 ou 7200t/mn).

2.8 Configuration des volumes et les tests d'extensibilité.

Jusqu'à présent, les seuls serveurs connectés au stockage centralisé sont homogènes. Ils implémentent une gestion de volumes de type Logical Volume Manager (ou LVM) de Veritas.

L'un des avantages de ce type de gestionnaire de volumes est sa capacité à prendre à son compte les chemins multiples vers un même disque physique, ce qui est nécessaire et suffisant pour garantir un accès aux données si les conditions minimales d'interconnexion sont remplies. Dans notre cas, chaque LUN déclaré sur la baie SAN et rendu visible au serveur sera accessible par autant de chemins qu'il y a de Host Bus Adapters (HBA). Ainsi dans cette configuration, LVM est tolérant aux pannes : panne d'un HBA, rupture d'un lien fibre, panne d'un contrôleur du SAN, d'un switch Fibre Channel. La panne passerait même inaperçue sans les alertes des agents de surveillance.

Parcourons son fonctionnement (figure 2) :

Selon la terminologie développée par Veritas, un certain nombre de volumes physique (Physical Volume ou PV) regroupés forment un groupe de volume (Volume Group ou VG).

Dans ce Volume Group on va définir des sous-ensembles ou volumes logiques (Logical Volumes ou LV) sur lesquels on place nos systèmes de fichiers. Une fois un VG défini, on peut l'étendre en lui associant de nouveaux Physical Volumes qui sont de nouvelles capacités de stockage ou éventuellement d'autres chemins vers les PV d'origine pour augmenter la redondance des liens. Dans ce dernier cas, LVM les reconnaîtra et les associera au VG comme des chemins alternatifs (Alternate Paths).

Il convient de parfaitement connaître les contraintes inhérentes à la structure même de ce type de volumes. Avant de déclarer un VG, il faut tenir compte de son évolution future. Parmi les paramètres à connaître ou à estimer avec suffisamment de précision se trouvent la taille initiale, le nombre d'extensions successives, la taille qu'est susceptible d'atteindre le VG, etc... Une fois ces paramètres estimés, une série de tests est impérative avant mise en production pour s'assurer des procédures d'extension par exemple.

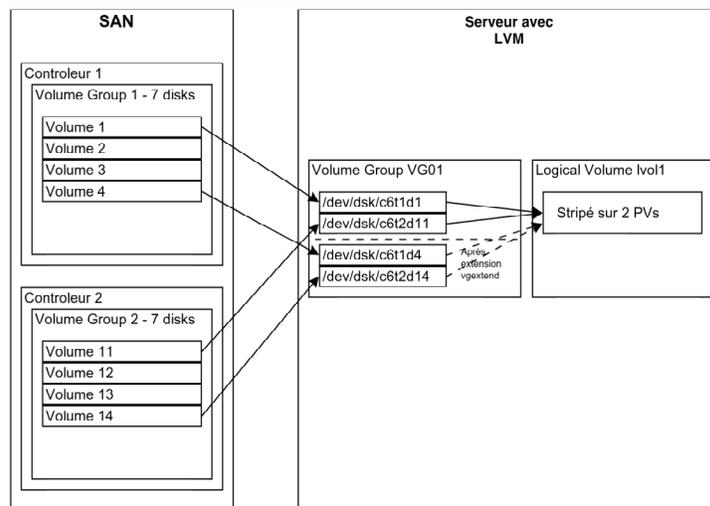


Figure 2 : Volume LVM complexe et extension

Les aspects implémentation physiques de volumes réglés, il convient de choisir un système de fichier susceptible de respecter nos contraintes de sécurité des données, de performances, de robustesse aux incidents, de capacité de reprise rapide après un crash et d'extensibilité afin de garantir la meilleure souplesse d'exploitation possible. C'est tout naturellement VxFS qui est choisi dans notre cas.

Lors de l'ajout d'un disque, il est souvent intégré à un ensemble RAID existant. Pendant que l'ensemble RAID est équilibré par la baie pour distribuer les données sur la nouvelle surface, sa capacité est aussitôt rendue accessible au système exploitation pour l'extension ou la création d'un volume du système de fichiers.

2.9 Achat, et mise en œuvre

La mise en œuvre doit être compatible avec les impératifs d'exploitation. Le choix final dépendra donc aussi de la capacité du constructeur à être suffisamment réactif et à pouvoir respecter notre calendrier. Sur l'année, seules 2 périodes traditionnelles du calendrier sont propices à des refontes d'envergure : 2 semaines de fermeture en août et 1 semaine à Noël.

Au fil des négociations commerciales, une solution comprenant les parties stockage/sauvegarde, répondant aux critères techniques et entrant dans l'enveloppe financière envisagée a fini par émerger. Le produit haut de gamme d'alors chez LSI/Metastor est retenu.

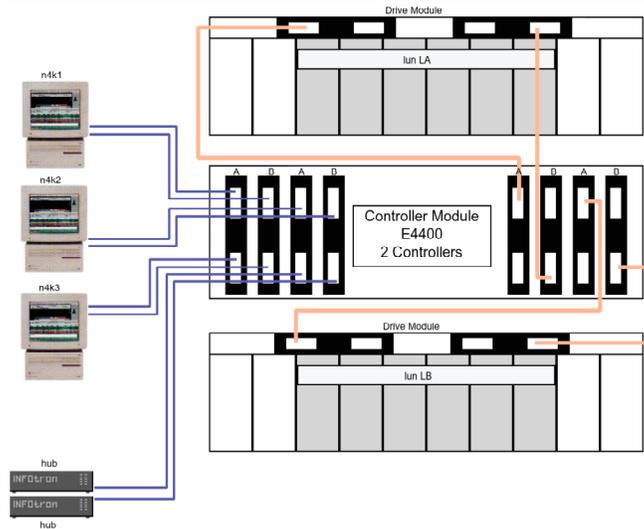


Figure 3 : Topologie serveur/baie adoptée

Le modèle sélectionné (figure 3) dispose d'une connectivité suffisante pour un raccordement direct et à plein débit des 3 serveurs principaux aux contrôleurs de la baie. La connexion se fait en mode Arbitrated-Loop (ou FC-AL) sur autant de boucles optiques 1Gbps indépendantes. Une extension au moyen de switches Fibre-Channel est envisagée mais non effectuée immédiatement dans l'attente d'une offre de marché plus étendue et modique. Les machines connectées ultérieurement le seront en mode Fabric.

L'extension des usages de la baie pourra aussi se faire au travers d'un routeur iSCSI offrant un service de passerelle entre un stockage de type SAN Fibre-Channel et un réseau de transport haut-débit sur IP. Une fois le routage en place, l'avantage de ce type de solution émergente est, grâce à la souplesse et au faible coût des matériels d'infrastructures réseau existantes, de pouvoir étendre à souhait l'usage du stockage à toutes machines compatibles iSCSI et ne nécessitant pas forcément de garanties de rapidité. En effet, autant Fibre-Channel garantit des critères de performances, autant iSCSI est encore sujet aux faiblesses d'IP quant aux phénomènes de latence et de gestion logicielle de la pile IP.

La baie a été livrée début décembre 2001. Les tests pour "se faire la main" ont eu lieu durant la semaine précédant Noël, quant à la migration des données, elle s'est faite sans souci en une nuit le week-end du nouvel an, au moyen de commandes dump/restore de disque à disque. La seule réelle difficulté possible pour l'implémentation d'un SAN sur nos serveurs résidait donc dans une bonne maîtrise de LVM/VxFS et des machines.

3 L'option technique NAS

Même si nous disposions d'une solution technique SAN dès l'été 2001, une prospection du côté du NAS a été envisagée afin de ne pas regretter notre choix.

3.1 Les forces en présence

Parmi les différents concurrents du marché d'alors, deux sont démarchés pour leurs solutions susceptibles d'être à notre échelle. Le cahier des charges qui est réalisé permet à chacun d'eux de nous proposer un modèle susceptible de convenir comme base de travail pour le projet. Les critères les plus sélectifs du cahier des charges pour les constructeurs sont le niveau de performances, la capacité, la disponibilité et le surtout le coût.

Ce dernier est prépondérant et au terme des négociations, le budget dont nous disposons ne permettra l'achat tout au plus d'un seul matériel sans redondance de la partie serveur. Fini donc dans ce cas le partage de charge ou la haute disponibilité en cas de panne. Ceci sous-entend donc aussi la présence d'un contrat de maintenance performant.

3.2 Le maintien et l'évolutivité des services lors de la transition technologique.

Notre implémentation actuelle des services rendus aux utilisateurs, Oracle mis à part, est basée sur des produits du domaine public nous permettant une grande souplesse de configuration et d'adaptation. L'intégration de services aux utilisateurs sur les NAS nous oblige à voir différemment les contraintes et à réfléchir sur notre implantation logique.

-Partage de fichiers CIFS : Notre topologie de réseau repose sur 2 VLANs imperméables (à quelques exceptions près), chacun servi par un domaine CIFS et un Contrôleur de Domaine Primaire (PDC) basé sur un serveur Unix.

-Peu de NFS du fait des problèmes de sécurité qu'il génère dans des environnements de type Unix non maîtrisé au niveau de la sécurité des partages.

-Messagerie électronique de type IMAP avec des boîtes de parfois plusieurs dizaines de Mo sur lesquelles les utilisateurs font des recherches très demandeuses en débit. Les services devront perdurer mais peut-être migrer.

-Quotas par individus.

-Niveau de performances. Une estimation des performances respectives des matériels du marché est possible grâce à des sites tels que www.spec.org. Les capacités des "filers" ne semblent pas être un problème.

3.3 Questions techniques abordées

Une fois les constructeurs en mesure de nous proposer un produit vient pour nous le moment d'affiner avec chacun d'eux les nombreux points techniques propres à notre implémentation et susceptibles d'être décisifs :

-Capacité à gérer des scripts de type netlogon à la connexion/déconnexion de l'utilisateur.

-Capacité à intégrer les sauvegardes au moyen de notre plate-forme actuelle. Cette application offre un lien avec les agents NDMP.

-Comment gérer la redondance et la haute disponibilité. En cas de panne, c'est l'ensemble de l'informatique qui s'arrête à moins de prendre 2 NAS, mais dans ce cas les prix explosent et sont incompatibles avec notre budget.

-Quid des bases de données Oracle ? Des solutions techniques existent en 2001 via NFS et des implémentations particulières de l'un des constructeurs pour offrir la compatibilité avec Oracle. La prudence semble pourtant l'avis général envers ce type de solution lors de l'étude.

-Capacité à interdire la manipulation sur le réseau de fichier CIFS portant une extension donnée. Des virus comme NIMDA manipulent des fichiers ".eml" pour prendre la main du poste de travail. Le seul moyen de les stopper est de les interdire. Sous Samba, l'option de configuration "veto files" permet de le faire facilement. Rien d'équivalent ne le permettait alors sur les NAS.

-Capacité à gérer facilement les comptes au travers de scripts Unix: création en masse lors des périodes d'inscription, manipulation des quotas, etc ... La solution aurait consisté à conserver un serveur PDC distinct et à inscrire le NAS comme serveur membre. Se profile alors la question relative au nombre de domaines NT auxquels sont capables de se connecter les NAS et la conservation de leur imperméabilité : un étudiant ne doit pas pouvoir accéder par un moyen quelconque à des données d'un enseignant quand bien même celui-ci peut se connecter sur une machine du réseau étudiant.

-La limitation à 1 domaine NT impliquait pour nous fusion des communautés ainsi qu'une refonte de la configuration du parc de machines. Devions-nous remettre cette implémentation en question si une capacité multi-PDC n'est pas disponible ?

Cette solution fut jugée trop contraignante et ce constructeur abandonné. Quelques mois plus tard, cette capacité multi-domaines était annoncée chez ce même constructeur.

3.4 Bilan NAS

Une solution NAS était finalement trop proche d'un serveur Unix équipé d'un stockage RAID. Le cœur de leur plate-forme est une machine Unix. Si nous avons dû faire du partage de fichier avec une telle plate-forme propriétaire, pourquoi ne pas continuer à le faire avec nos propres serveurs généralistes ?

Le NAS semble intéressant pour une entité homogène et ne disposant pas encore d'infrastructure de services. Dans notre cas précis, il créerait plus de problèmes qu'il n'en résoudrait et il n'aurait réussi qu'à nous faire reculer dans le niveau d'intégration de nos services/serveurs.

4 Conclusion

En 2 ans d'exploitation, exceptée une panne de batterie qui garantit la sauvegarde de la mémoire cache d'un contrôleur, aucun souci n'est à signaler, les performances sont bien là tant en débit qu'en temps de réponse qu'en souplesse.

La capacité a fait l'objet de plusieurs extensions successives pour accueillir de nouveaux usages sur nos serveurs. Elle atteint maintenant 2To en 4 sous-ensembles RAID5 et mélange des disques de capacité différente.

La mixité des serveurs attachés à la baie n'a pour le moment pas encore été exploitée, notre architecture de serveurs annexes n'ayant pas à l'heure actuelle subi les modifications majeures annoncées.

La notion de stockage s'est néanmoins fait oublier. Il est maintenant possible de planifier une augmentation de capacité sereinement sans craindre une quelconque limite matérielle. Notre but est atteint.

Références

- [1] Site du constructeur de notre matériel : <http://www.lsilogicstorage.com>
- [2] Introduction au Fibre Channel : <http://www.borg.umn.edu/fc/Basics/index.html>
- [3] Système de fichiers Veritas : <http://www.veritas.com/products/category/ProductDetail.jhtml?productId=filesystem>