

Nouvelles stratégies et technologies de sauvegarde

Boris VALERA
INSA
Toulouse

Laurent BLAIN
LAAS-CNRS
Toulouse

Stéphane LARROQUE
INSA
Toulouse

Résumé

La sauvegarde traditionnelle nocturne centralisée sur bandes est une technique ancienne encore très répandue mais qui ne répond pas toujours aux nouveaux usages de l'informatique : volumétrie explosive, nomadisme, restauration par les utilisateurs...

Fort de ce constat et devant renouveler au même moment le système de sauvegarde, le LAAS-CNRS (gros laboratoire du CNRS) et l'INSA de Toulouse (école d'ingénieur) ont mis leurs moyens en commun pour mener une étude sur les différentes solutions et techniques de sauvegarde adaptées à ces usages.

Nous présenterons dans ce papier les architectures qui nous semblent les plus intéressantes. Nous ferons un panorama des techniques récentes telles que la déduplication, les mécanismes d'instantanés (snapshots), la sauvegarde en continu, la sauvegarde sur disque...

Ce panorama sera complété par un catalogue des solutions logicielles génériques et constructeurs. Nous exposerons enfin les solutions que nous avons retenues en argumentant sur leurs avantages respectifs.

Mots clefs

Sauvegarde, bandes, baies de disques, déduplication, VTL, nomades

1 Le renouvellement de nos systèmes

En 2009, un gros laboratoire, le LAAS-CNRS, et une école d'ingénieur, l'INSA de Toulouse ont eu au même moment le besoin de renouveler leur système de sauvegarde.

Pour l'un comme l'autre, les principales raisons de ce changement étaient :

- la fin de vie de nos robotiques et serveurs de sauvegarde ainsi que les technologies de lecteurs utilisés (LTO2 et SDLT600),
- le manque de performances ou les capacités insuffisantes vis à vis de l'explosion de nos parcs,
- la prise en compte des postes nomades.

Nos architectures étaient donc classiques : un serveur de sauvegarde avec un logiciel générique connecté à une robotique à bandes.

Il nous a semblé alors intéressant d'analyser et de discuter ensemble des solutions de sauvegarde actuelles, en ne nous bornant pas à remettre en place la même architecture avec des performances améliorées.

Cet article reprend donc une partie de ce que nous avons pu apprendre des nouvelles architectures de sauvegarde. Il n'est évidemment pas exhaustif car nous n'avons pas analysé toutes les solutions existantes.

2 Évolution de la sauvegarde

2.1 La sauvegarde traditionnelle

Jusqu'à présent, dans l'esprit de bien des administrateurs systèmes et réseaux (dont nous faisons partie), une architecture standard de sauvegarde centralisée se composait d'un serveur et d'une robotique de sauvegarde inter-connectés par un SAN ou

via un bus SCSI. Cette architecture a répondu à notre problématique pendant des années mais elle présente un liste d'inconvénients dont nous nous sommes peu à peu accommodé.

Le premier inconvénient est les débits d'écriture sur ce type de média. Heureusement, les lecteurs et les cartouches associés ont été améliorés. La technologie LTO4 permet par exemple d'atteindre un débit théorique de 120Mo/s. Le débit généralement constaté étant tout de même plus proche de 80Mo/s. Le problème est que pour atteindre ces taux de transfert, il faut parvenir à avoir un flux continu, condition peu souvent obtenue lors d'une sauvegarde au travers du réseau. Par conséquent, pour tirer partie de ces technologies, il faut intercaler un dispositif à base de disques durs (un cache disque) entre la machine à sauvegarder et les lecteurs.

Un autre élément gênant dans l'utilisation de bandes est justement l'évolution technologique. Une cartouche est intimement liée à un type de lecteur et les compatibilités ne sont pas toujours assurées. Ce qui impose de planifier des opérations de transfert complexes à chaque fois que l'on souhaite faire évoluer la solution. De plus, plusieurs standards non compatibles ont été en concurrence pendant longtemps. De nos jours le format LTO semble être devenu le standard. Malheur à ceux qui ont choisi d'opter pour des lecteurs SDLT qui rencontrent actuellement toutes les difficultés pour trouver des cartouches chez les fournisseurs.

À tout cela s'ajoutent des problèmes intrinsèques aux cartouches de sauvegarde. La fragilité de celles-ci n'est plus à démontrer. Les bandes magnétiques sont particulièrement sensibles aux conditions de stockage. Une simple défaillance d'un lecteur ou de la robotique peut également endommager rapidement une bande de façon irrémédiable. Sans parler des maladresses humaines.

Tous ces problèmes ne sont, bien souvent, détectés que lors d'une opération de restauration, bien évidemment sur des données critiques ajoutant à la situation un stress qui n'était pas vraiment nécessaire. La plupart des logiciels de sauvegarde permettent de programmer une lecture de vérification des données sauvegardés à la fin d'une sauvegarde mais cette solution présente presque autant de problèmes que d'intérêts. Les problèmes de lecture persistent toujours, particulièrement avec des bandes qui auraient été extraites de la robotique pour être mises à l'abri dans un autre lieu. De plus, la relecture de la bande a un coût non négligeable en temps, ce qui augmente d'autant la fenêtre de sauvegarde et use un peu plus la bande.

2.2 Les nouveaux enjeux de la sauvegarde

Alors que l'architecture générale de la sauvegarde n'a quasiment pas changé, les systèmes informatiques à sauvegarder ont profondément évolué. Ceci est encore plus vrai pour la manières dont les usagers travaillent.

Parmi les points qui nous semblent les plus importants:

-l'arrivée massive des postes nomades: dans nos établissements, nous achetons maintenant beaucoup plus de portables que de postes fixes, en particulier pour les enseignants/chercheurs. Ce sont devenus leurs « stylos », sur lesquels ils stockent leurs données importantes. Or pendant longtemps, nous avons ignoré ces machines lors de la sauvegarde en n'offrant pas de solutions réellement efficaces et automatiques.

-La volumétrie croissante, voire explosive, des données à sauvegarder; une des conséquences est la nécessité d'augmenter encore plus vite la capacité de stockage de la sauvegarde. Le corolaire le plus grave est que les fenêtres de sauvegarde deviennent énormes. Il faut que toute la chaîne de sauvegarde voit ses capacités augmenter du même ordre de grandeur : client, réseau, serveur, logiciel de sauvegarde, lecteurs. Si la sauvegarde est impactée, que peut-on dire de la restauration ! Combien faut-il de temps pour restaurer un serveur de données de quelques To. Plusieurs dizaines d'heures pour reconstituer un serveur est devenu monnaie courante !

-L'archivage; les données sauvegardées sont généralement avec une durée de rétention limitée (dans notre cas 3 mois). Mais certaines ont besoin d'être conservées beaucoup plus longtemps. En fait, elles ont besoin d'être archivées. Ce sont des données que plus personne n'utilise, mais dont on pourrait peut-être avoir besoin plus tard. Par exemple au LAAS, les comptes des utilisateurs qui quittent le laboratoire sont archivés. Pour l'archivage, on utilise souvent le système de stockage de la sauvegarde, moins cher que le stockage primaire, et les logiciels de sauvegarde. Lors de la mise en place d'un système de sauvegarde, il est donc intéressant d'intégrer aussi cette problématique.

-L'autonomie des utilisateurs; doit-on permettre aux utilisateurs de restaurer eux mêmes leur fichiers ? La lourdeur des applications de sauvegarde et la complexité de la gestion des droits faisaient que nous ne le permettions pas. Mais l'arrivée des portables implique aussi une plus grande autonomie des utilisateurs. Certains d'entre eux souhaitent pouvoir restaurer tout seul. Et s'ils ne le peuvent pas, ils feront aussi leur sauvegarde seuls, surtout avec l'arrivée de nouveaux outils tels que Time Machine. Il faut donc que les logiciels permettent de configurer facilement une restauration simple par les utilisateurs. Ceci est aussi lié à une des principales utilisations de la sauvegarde qui est la restauration de fichiers effacés par erreur ou la récupération d'anciennes versions. Les utilisateurs sont très demandeurs de « gestion de versions » pour leurs données. Et la sauvegarde quotidienne nocturne ne suffit pas. Il faut au moins plusieurs sauvegardes par jour. L'utilisation « d'instances », « clichés (snapshots) » est maintenant absolument nécessaire. Et comme pour tout ce qui concerne les utilisateurs, l'interface de restitution doit être la plus simple possible.

-Les machines virtuelles; le type de données que l'on doit sauvegarder a aussi changé. En particulier, les serveurs ne sont plus uniquement physiques, ils peuvent aussi être **virtuels**. Leur facilité de déploiement, aussi bien technique que financière,

fait qu'ils sont de plus en plus nombreux. Avant nous sauvegardions le contenu de serveurs physiques qui offraient un ensemble de services. Et maintenant nous devons sauvegarder de nombreux serveurs remplissant souvent un service chacun. Il est toujours possible de sauvegarder le contenu de chacun, mais cela pose le problème du nombre de clients. Une autre solution, bien adaptée aux machines virtuelles, est de les sauvegarder dans leur intégralité, images disques et fichiers de configuration. Il faut alors gérer le problème de la sauvegarde régulière de gros volumes dans de gros fichiers. Et, lors de la sauvegarde, ces machines virtuelles doivent être consistantes.

-**Un Plan de Reprise d'Activité** ; , l'informatique étant de plus en plus critique, il faut prévoir la « catastrophe » et donc le PRA. C'est-à-dire dans notre cas, la restauration de toutes ou de la plus grande partie des données. Le problème de la volumétrie lors de la restauration a déjà été évoqué ci-dessus, mais il n'est pas le seul. Comment, à partir de la sauvegarde, restaurer les données vers des systèmes qui peuvent être différents des systèmes initiaux ? Comment tout restaurer ? Il faut anticiper cette situation et prévoir une architecture de sauvegarde en conséquence.

L'idéal est de trouver un système de sauvegarde qui répond à toutes ces questions.

3 La sauvegarde sur le stockage primaire

Les systèmes de stockages centralisés sont les premiers éléments sur lesquels il est intéressant de mettre en place des mécanismes de sauvegarde. En effet, pourquoi multiplier les mécanismes à mettre en œuvre si le système hébergeant les données peut lui-même proposer des protections contre la perte ou l'altération involontaire des données. De plus ce premier niveau de sauvegarde coûte souvent peu cher à mettre en place, il faudra juste prévoir la place nécessaire au stockage des blocs qui sont modifiés, en général de 15 à 20% d'espace disque supplémentaire.

Plusieurs systèmes utilisant le principe de clichés instantanés (snapshots) sont maintenant proposés. Les solutions de stockage réseaux des constructeurs embarquent ces fonctions depuis déjà bien longtemps. À un instant précis, le système de fichiers est figé et seules les modifications de blocs suivantes seront écrites dans un espace différent. L'utilisateur peut alors accéder à l'instantané pour en récupérer les données lui-même sans avoir besoin de contacter son administrateur.

Les systèmes d'exploitation de Microsoft proposent le service Volume Shadow Copy (VSS) pour réaliser la prise de ces instantanés sur les partages proposés par des serveurs Windows 2003 ou plus. Le client VSS permet d'accéder aux différents instantanés via un nouvel onglet dans les propriétés des dossiers et fichiers pour leur restauration.

Les autres systèmes d'exploitation ne sont pas en reste puisque le système de fichier ZFS permet également de mettre en place une prise d'instantanés de façon très simple. Pour les systèmes GNU/Linux, les outils de gestion de volumes logiques LVM permettent de mettre en place des instantanés lors de la création d'un volume.

4 Les architectures à base de disques durs

Comme il a été écrit au chapitre 2.1, la sauvegarde sur bande ne correspond plus vraiment à nos problématiques. Les architectures à base de disques durs sont plus adaptées. On pourra citer comme avantages :

- les disques sont beaucoup plus souples d'utilisation : c'est un grand espace de stockage à plat modulable,
- ils sont plus performants en terme de temps d'accès et d'accès simultanés,
- ils peuvent être rendus robustes grâce à des mécanismes de redondance.

Mais il existe différentes solutions de stockage sur disque pour la sauvegarde que nous allons décrire ci-dessous.

4.1 Baie de disque simple

Une solution est l'utilisation d'une ou plusieurs baies de disques « simples » connectées au serveur de sauvegarde. « Simple » signifie sans fonctionnalités avancées dédiées à la sauvegarde sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Ce sont les mêmes baies que nous utilisons pour le stockage.

En terme de performance, une baie de bonne qualité devrait suffire. Mais il faut qu'elle ait au moins 2 propriétés :

- une **extensibilité** importante car la volumétrie de la sauvegarde augmente constamment de manière beaucoup plus difficilement contrôlable que sur le stockage primaire : il faut pouvoir facilement, comme avec les bandes, rajouter disques et tiroirs,
- une bonne **robustesse** : il ne faut pas que toutes les données de sauvegarde soient perdues à cause d'un contrôleur ou d'un disque défaillant, et il ne faut pas que lors de la restauration où le système serait particulièrement sollicité, il tombe en panne.

La baie de stockage ne doit donc pas être une baie de bas de gamme où le prix au To serait très peu cher. La robustesse prime car en cas de défaillance majeure, c'est à partir de cette baie que l'on va récupérer toutes les données du système informatique.

4.2 Baie de disques intelligente

Certaines baies intègrent des mécanismes avancés liés aux logiciels de sauvegarde comme la virtualisation de robotique de sauvegarde via la fonctionnalité Virtual Tape Library (VTL). Elle permet de faire apparaître la baie de disques comme une robotique avec des lecteurs et des bandes. Or la plupart des logiciels de sauvegarde génériques ont été conçus autour des systèmes à bandes, et donc leur interface et leurs outils manipulent mieux les bandes que des répertoires sur disques. Ceci explique l'intérêt de baies avec de telles fonctionnalités.

On remarquera cependant que cette couche d'émulation supplémentaire complexifie le système et dégrade les performances. Lorsque les logiciels auront évolué en manipulant les disques tels quels, cette couche ne sera plus nécessaire.

Par exemple, les baies FalconStor, DataDomain ou NetApp VTL offrent ce type de support. Ce sont généralement des baies assez chères.

Baies simples	Baies intelligentes
- moins coûteuses - simples à mettre à oeuvre - connectivité réduite	- adaptées à l'extension d'un système existant - intègrent souvent des fonctionnalités avancées - performantes - chères

4.3 Connexions aux baies

Historiquement les robotiques et les lecteurs étaient souvent connectés au serveur en SCSI avec tous les problèmes de câblage inhérents. Pour les baies de disques actuelles, la connectique sera différente. Elle pourra être de 2 types, directe ou réseau.

En attachement direct, les baies supportent souvent SAS qui offre des performances largement suffisantes. On peut aussi avoir des baies avec un attachement Fiber Channel (FC) qui peut être d'autant plus intéressant si on dispose d'un SAN. En fait, on peut utiliser une partie du SAN pour la sauvegarde. Il n'est pas obligatoire de réservé un matériel spécifique pour la sauvegarde. Tout espace disque suffisamment important pourra être utilisé.

Mais il est aussi possible de ne pas connecter directement la baie de disque et d'**utiliser le réseau**. De nombreuses baies supportent maintenant des protocoles réseau. Ce sont essentiellement, iSCSI et NFS/CIFS. ISCSI est un protocole de manipulations de données en mode bloc au dessus de IP. Il a des performances légèrement inférieures à FC, mais avec une facilité de configuration supérieure, et en s'appuyant sur un réseau Ethernet classique. La baie peut aussi supporter un partage de fichiers NFS ou CIFS. L'intérêt d'une telle baie est qu'elle peut être partagée par plusieurs serveurs.

La crainte principale que l'on peut avoir vis-a-vis d'une connexion réseau est celle de performances insuffisantes. Mais de par notre expérience, ceci est un faux problème. Nous avons testé un boîtier NFS qui recevait les mêmes sauvegardes que notre robotique attachée directement en SCSI, et il n'y avait aucun problème de débit. Le boîtier NFS ne ralentissait en rien la sauvegarde. Ceci est relativement logique, car les goulots d'étranglement, ce sont le réseau, le serveur et le logiciel de sauvegarde, et non pas le stockage.

De nombreux constructeurs offrent des connexions réseau : Dell, DataDomain, NetApp, EMC, InforTrend... Ce sont généralement des matériels plus coûteux que les baies de base.

4.4 Synthèse

Comme on vient de le voir les possibilités sont assez variées. Le choix se fera sur des critères économiques ou sur l'utilisation de la baie. Dans notre cas, malgré leur coût, les baies réseaux nous semblent les mieux adaptées à la sauvegarde.

Attachement SAS	Attachement FC	Attachement réseau
- pas cher - bonnes performances - se connecte uniquement au serveur de sauvegarde	- adapté au SAN - performantes - plus cher que le SAS	- partageable par plusieurs serveurs de sauvegarde - peut aussi être utilisé pour le stockage - avec souvent des fonctionnalités avancées (ex: déduplication) - performances suffisantes - plus cher

D'autres critères, telles que les fonctionnalités des baies et la compatibilité avec le logiciel de sauvegarde seront aussi pris en compte.

5 Les solutions logicielles

Les logiciels ont également évolué afin de prendre en compte l'évolution de la problématique et les nouveaux enjeux.

5.1 Solutions génériques

Par « solutions génériques » nous entendons; les logiciels que nous utilisons pour sauvegarder tous les types de données existants sur notre réseau par opposition aux « solutions constructeurs » qui se concentrent sur des équipements précis. Les éditeurs de logiciels ont adapté leurs produits afin de suivre cette évolution. La plupart d'entre eux savent tirer partie des architectures à base de disques durs depuis déjà quelques temps. Il ne les utilisent toutefois pas tous de la même façon. Certains sont obligés d'accéder à celles-ci via les fonctionnalités de VTL ou d'émuler ces fonctionnalités de robotique eux-même (principe de la VLS chez Atempo). Par contre, d'autres savent utiliser des baies de disques sans aucun artifice.

Ces évolutions des logiciels de sauvegarde passent aussi par la prise en compte de nos environnements virtuels. Dans le cas de virtualisation à l'aide des produits VMWare, beaucoup proposent de se reposer sur le produit Virtual Consolidated Backup de cet éditeur. Ce module permet facilement de faire une sauvegarde à chaud des machines virtuelles sans impact sur leur fonctionnement. Une sauvegarde de machine virtuelle se décompose de la façon suivante :

le serveur VCB déclenche la prise d'un instantané de la machine virtuelle,

copie des fichiers composant l'instantané sur le serveur VCB,

l'image peut alors être sauvegardée depuis le serveur VCB grâce à la solution logicielle en place.

La restauration se déroule selon le même principe puisque les images sont d'abord restaurées sur le serveur VCB avant de pouvoir réellement être restaurées.

S'appuyer sur cet outil permet d'avoir une granularité au niveau du fichier pour les systèmes sous Windows mais pas encore pour les machines GNU/Linux. Ceci devrait tout de même être proposé pour les systèmes de fichier ext2 et ext3 dans la prochaine version.

Toutes les principales solutions logicielles intègrent également des fonctionnalités avancées comme la déduplication des données ou des mécanismes d'archivage légal ou pas.

5.2 Solutions constructeurs

Les constructeurs proposent également des solutions propres à leurs matériels pour permettre de sécuriser les données. Ces solutions reprennent le principe des clichés instantanés qui sont mis en place sur le stockage primaire. Ces mécanismes ayant accès au plus bas niveau des données, les sauvegardes sont réalisées en se plaçant au niveau des blocs. C'est à dire qu'après une première sauvegarde complète du système, seuls les blocs ayant subi des modifications seront copiés sur le média de sauvegarde.

Ceci réduit fortement la consommation d'espace disque et surtout a pour avantage de s'affranchir des sauvegardes totales, on ne fait plus que de la sauvegarde incrémentielle.

Bien qu'ayant pour objectif la sauvegarde de leurs équipements propres, certains constructeurs proposent des agents à déployer sur des machines afin de réaliser la sauvegarde en utilisant leurs mécanismes, remplaçant alors les solutions génériques.

En général efficaces, ces solutions impliquent néanmoins que le stockage secondaire de sauvegarde soit aussi un matériel du même constructeur. Elle rendent donc l'ensemble du système totalement dépendant du même fournisseur.

Ce mécanisme est notamment utilisé dans les produits de Network Appliance avec la fonctionnalité SnapVault.

6 La sauvegarde des postes nomades

De plus en plus d'utilisateurs conservent leurs données sur leurs portables avec lesquels ils se déplacent. Cet équipement est d'ailleurs en passe de devenir le poste de travail « standard », que cela soit comme poste principal ou secondaire.

Historiquement, au LAAS, les données des utilisateurs étaient sur de gros serveurs de fichiers accédés en NFS ou CIFS. Aux utilisateurs de portables, on demandait de recopier les données à sauvegarder sur les serveurs. La « sauvegarde » était manuelle et donc peu fiable. Les utilisateurs avancés mettaient en place leurs propres mécanismes de sauvegarde, par exemple avec un disque dur externe. Mais la plupart comptaient uniquement sur la robustesse de leur machine.

Il fallait donc trouver une solution pour ces machines qui de plus ne se comportent pas comme les serveurs :

- elles sont allumées et éteintes en permanence,
- elles sont parfois déconnectées de tout réseau,
- l'utilisateur peut être hors site pendant très longtemps (tout en utilisant le portable).

Le premier point a une conséquence forte. Il est peu efficace de mettre en place une sauvegarde initiée par le serveur à horaire fixe. Ce sont les postes clients qui doivent prendre l'initiative de la sauvegarde, et généralement pendant la journée. La sauvegarde doit aussi pouvoir être interrompue et reprendre sans problème.

Un portable déconnecté ou avec une connexion de très faible débit implique une absence de sauvegarde. Ceci n'est pas acceptable car l'utilisateur doit au moins pouvoir récupérer ses fichiers effacés malencontreusement. Il est donc souhaitable que le mécanisme de sauvegarde intègre un système de cache dans le portable.

Le dernier point est une contrainte encore plus forte. Les chercheurs travaillent souvent hors site, en mission ou chez eux, et peuvent être absents du laboratoire pendant une assez longue durée. Un système de sauvegarde pour portable complet devrait donc permettre une sauvegarde à distance.

L'utilisateur pouvant être fréquemment hors site, il faut donc qu'il puisse restaurer seul ses fichiers. Il est nécessairement autonome.

Voici quelques solutions que nous avons mis en œuvre pour répondre à cette problématique.

6.1 Les fichiers hors connexion de Windows

Le premier système que nous avons mis en œuvre est l'utilisation des fichiers hors connexion dans Windows XP, utilisant Active Directory. Le principe est le suivant: le compte utilisateur est sur le serveur, et l'utilisateur n'a dans sa machine qu'un cache de ses fichiers sur lesquels il peut travailler. Lors de l'ouverture ou de la fermeture de session, les fichiers sont synchronisés dans les 2 sens. L'utilisateur peut donc perdre tout ou partie des données du portable, les données sont toujours sur le serveur et s'il se connecte avec une nouvelle machine il en récupérera l'intégralité.

Ce mécanisme a plusieurs limites :

- l'impossibilité de retrouver une ancienne version, car le système ne garde que la dernière version (c'est un mécanisme de synchronisation pas de sauvegarde),
- le système ne fonctionne que sur site.

Mais l'inconvénient principal est technique, ce système fonctionne très mal.

Le fonctionnement a été profondément revu dans Windows Vista et semble être beaucoup plus robuste et utilisable, mais comme nous n'avons pas déployé Vista au laboratoire, nous n'avons pas réellement pu le tester.

Mac OS X a aussi un mécanisme de synchronisation qui semble assez peu utilisé et qui a les mêmes contraintes que Windows. Aucun ne répond aux contraintes décrites ci-dessus.

Cependant un nombre non négligeable d'utilisateurs au laboratoire en sont satisfaits et continuent de l'utiliser, bien que nous préconisions une autre solution décrite plus loin.

6.2 Rsync

Pour les machines UNIX, Mac OS X et Linux, nous avons développé notre propre mécanisme de sauvegarde basé sur rsync. Ce sont des scripts simples et relativement robustes, qui sont déclenchés régulièrement (toutes les heures) sur le portable. Ils supportent bien les interruptions, et fonctionnent même hors site en utilisant des tunnels SSH/.

Les limites de ce type de scripts sont :

- la difficulté de suivre le bon déroulement des sauvegardes,
- le manque de finesse de la configuration,
- pas d'interface de restauration ,
- une gestion des versions inexistante (l'utilisation d'autres outils comme rsnapshot améliorerait les choses mais serait en fait très coûteuse à cause du nombre de versions)
- pas de gestion des fichiers ouverts,
- une charge réseau et CPU importante.

Ce type de solution est plutôt destiné à une population d'utilisateurs à l'aise avec des outils Unix.

6.3 La sauvegarde en continu

La sauvegarde en continu est un mécanisme original de sauvegarde. À l'inverse des systèmes classiques qui sauvegardent les fichiers à une fréquence régulière, un logiciel de sauvegarde en continu sauvegarde les fichiers chaque fois qu'ils sont modifiés.

Le processus de sauvegarde est toujours actif et il détecte toutes les modifications du système de fichier.

Lorsqu'un fichier est modifié, une copie des données modifiées est mise dans un cache local. Ce dernier contient donc toutes les versions de tous les fichiers modifiés.

Le cache local est ensuite transféré sur le serveur de sauvegarde dès qu'il est connecté.

Le principe est particulièrement intéressant pour les portables car :

- il fonctionne très bien en mode déconnecté grâce au cache local,
- il supporte les arrêts intempestifs puisque la sauvegarde est active dès que le processus est démarré, un peu comme un antivirus,
- on remarquera cependant que la restauration nécessite une connexion au serveur de sauvegarde.

Un tel logiciel est plus complexe qu'un logiciel de sauvegarde traditionnel. Comme il travaille à un niveau assez bas du système d'exploitation, il doit être très bien écrit et ne pas perturber le système, ni consommer trop de ressources. Et il doit être transparent pour l'utilisateur.

Le cache risque de grossir très vite et prendre un espace disque important. Il faut donc qu'il soit optimisé par des mécanismes de déduplication efficaces.

Enfin le transfert vers le serveur de sauvegarde doit lui aussi être optimisé pour éviter de consommer toute la bande passante. Des mécanismes de déduplication doivent aussi être utilisés à ce niveau là.

Il existe très peu d'implémentations d'une telle technique et aucune dans le monde du libre. Les systèmes d'exploitation supportés sont encore plus limités : Windows et dans certains cas Mac OS X. On peut citer Desktop Laptop Option de Symantec, BlackBlaze, payable par abonnement, qui sauvegarde les données directement chez l'éditeur. Le plus répandu reste Live Backup d'Atempo que nous avons déployé au LAAS depuis 1 an.

Le retour d'expérience sur ce cas particulier peut, à notre sens, être généralisé à tout outil de sauvegarde en continu.

Nous avons 110 postes sauvegardés en Windows et Mac OS X. Les postes Windows sont sauvegardés complètement, système, applications et données utilisateurs. Sur les Mac, seules les données utilisateurs sont sauvegardées. Le serveur de sauvegarde stocke les données dans des bases de données. Le serveur écoute sur les ports 80 et 8080 accessibles de l'extérieur du laboratoire pour la sauvegarde comme pour la restauration.

Les postes clients

- Le client ne perturbe pas les utilisateurs, en tout cas beaucoup moins qu'un antivirus, mais on remarque que les implémentations Windows sont plus abouties,
- la sauvegarde fonctionne bien où que soient les chercheurs,
- la restauration de fichiers et de répertoire est simple et ergonomique,
- la possibilité de regénérer un disque complet en cas de crash est très apprécié des utilisateurs comme des administrateurs,
- mais elle n'existe pas sur tous les systèmes (uniquement sur Windows).

Le serveur

- Celui-ci dédoublie beaucoup les données pour éviter la surconsommation d'espace disque, il est donc très gourmand en CPU et en mémoire.
- L'espace disque utilisé est difficile à prévoir et chaque client est particulier. Dans notre cas, l'espace utilisé est de 2,5To pour 3 mois de rétention. Pour restreindre le volume de l'espace de stockage, il faut bien filtrer les fichiers qu'il ne faut pas sauvegarder (par exemple: fichiers multimedia et images de machines virtuelles) et bien identifier et limiter le nombre de versions que l'on veut pouvoir restaurer. Mais mettre en place des quota nous semble une mauvaise idée car nous reviendrons alors à des portables contenant des données importantes non-sauvegardées.

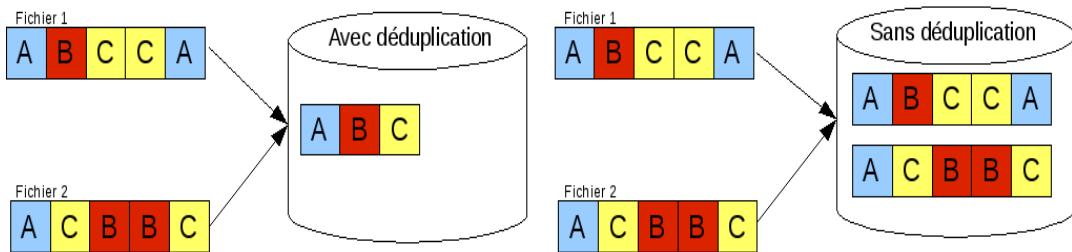
6.4 Synthèse

Ce type de produit nous semble la technique la plus adaptée à la sauvegarde des portables.

Avantages	Inconvénients
sauvegarde et restauration à distance support du mode déconnecté peu perturbateur sur le poste client ergonomique	peu de systèmes supportés pas d'implémentation libre serveur puissant nécessaire

7 La déduplication

La déduplication permet d'éviter de sauvegarder plusieurs fois un même élément. Cet élément pouvant être un fichier entier, un bloc d'octets de taille fixe ou variable. Si cet élément a déjà été sauvegardé auparavant, un référencement est fait vers la zone effective où sont stockées les données.



Le facteur de gain d'espace disque peut aller jusqu'à 30:1 selon les constructeurs en fonction des mécanismes en œuvre, du type de données et des politiques de sauvegarde. Ces valeurs sont à prendre avec précautions. En effet, lors de tests de baies de disques offrant des fonctionnalités de déduplication au LAAS ainsi qu'à l'Université Toulouse 1, nous avons observé un taux qui tendait vers 7:1. Les données sauvegardées étaient les données des utilisateurs (le contenu de leur répertoire de travail) ainsi que leur messagerie.

7.1 La déduplication embarquée

Les mécanismes de déduplication peuvent être localisés en plusieurs endroits dans l'architecture de sauvegarde. On peut les activer sur le poste client, sur le serveur de sauvegarde ou sur la baie de stockage. En fonction du niveau où l'on positionnera cette déduplication, les solutions seront des implémentations logicielles ou des solutions matérielles complètes.

Selon les constructeurs, la déduplication s'effectuera directement à la volée lors de l'écriture de la sauvegarde sur le média comme dans le cas des solutions de Data Domain (déduplication en ligne) ou bien fera l'objet d'un post traitement comme dans le cas des solutions de Network Appliance avec le module ASIS (déduplication hors ligne). La deuxième solution nécessite d'avoir un premier espace de stockage brut dans lequel seront enregistrées les données avant d'être dédupliquées et transférées sur le support final. Il faut donc prévoir un espace supplémentaire tampon dans la solution. Cet espace sera également utilisé lors de la restauration de données.

La plupart des constructeurs de ce type de solution proposent des calculatrices en ligne¹ pour vous permettre d'évaluer le taux de déduplication que vous pouvez espérer obtenir mais encore une fois, ces résultats ne seront qu'indicatifs et il faudra les prendre avec précautions.

7.2 La déduplication logicielle

La déduplication peut également être réalisée par la partie logicielle en plusieurs endroits de la chaîne. Elle peut être réalisée par le serveur de sauvegarde mais le plus intéressant est d'effectuer cette déduplication au niveau du poste client. Ceci a pour effet d'alléger les flux réseaux qui transitent entre le client et le serveur à chaque sauvegarde. Dans la solution HyperStream de Atempo, l'agent installé localement calcule des sommes de contrôle pour chaque bloc de données à sauvegarder puis les envoie au serveur qui se charge de les comparer avec sa base de données (de ces checksum connus). En retour, le serveur lui demande de n'envoyer que les blocs ayant subi des modifications.

8 Ouverture sur le futur

8.1 De nouvelles organisations

Une des solutions évidentes dans l'air du temps, est l'externalisation. et cette offre existe bien sur le marché. Comme on l'a vu plus haut, les logiciels actuels, grâce à la déduplication, permettent de réduire la bande passante nécessaire à ces sauvegardes à distance A priori, il suffit donc d'avoir une bonne connexion réseau vers le fournisseur. En réalité la volumétrie à sauvegarder fait qu'une sauvegarde par Internet efficace demeure trop longue et la restauration quasiment impossible. Par exemple, dans le cas du LAAS, en utilisant une sauvegarde en mode bloc optimisée propriétaire à partir de notre baie NAS, nous devrions sauvegarder 100 Go par nuit. À 20Mb/s, cela fait 11h. Et la restauration de 10To prendrait...

Cela fonctionne pour les portables, car les volumes quotidiens sont faibles, que la sauvegarde a lieu en continu, et que les postes sont disséminés sur des réseaux différents, personnels ou professionnels.

L'autre limite de l'externalisation est qu'elle est externe (sic). Dans le milieu académique, données et systèmes sont extrêmement variés, la messagerie est rarement le logiciel dominant du marché. Et il faut donc des mécanismes de sauvegarde ad-hoc et une bonne maîtrise et compréhension de leur fonctionnement. On peut dire la même chose pour la restauration. La sauvegarde, pour être performante, doit donc rester en interne.

Une autre solution est la mutualisation, dans le sens d'une mise en commun volontaire par des structures, établissements ou laboratoires, de ressources matérielles et humaines. Les ASR du milieu enseignement supérieur-recherche ont des systèmes

¹Calculatrice DataDomain : <http://www.dedupecalculator.com/>

Calculatrice NetApp : <http://www.dedupecalc.com/>

informatiques proches, l'habitude de discuter entre eux, et même si les besoins de sauvegarde ne sont jamais identiques, il est possible de les mutualiser en partie.

Un élément simple et intéressant à mutualiser est la partie stockage de la sauvegarde. En effet, il est souhaitable, surtout s'il est sur disque, qu'il ne soit pas au même endroit que les données à sauvegarder. Un autre site paraît être la meilleure solution. Il faut cependant une bonne connexion réseau, mais ceci semble faisable sur un campus universitaire.

8.2 De nouveaux médias et mécanismes

L'avenir du stockage sera peut-être de mutualiser également en interne. On pourrait utiliser tout notre parc pour sauvegarder nos données. La volumétrie des disques durs ayant augmenté, il serait intéressant dans des parcs comme les nôtres d'utiliser les machines des salles d'enseignement, des personnels ou même des postes de manipulation pour sauvegarder les données de nos utilisateurs. Cela implique tout de même de nombreux problèmes de disponibilité et de confidentialité des données. On peut joindre cette idée avec une autre grande mode qui est de tout mettre dans un nuage (cloud). Plusieurs développements sont en cours sur des solutions de sauvegarde dans ce sens. Les principes de peer to peer sont également regardés avec un fort intérêt par certaines éditeurs.

D'autres solutions, déjà plus matures, proposent de virtualiser une baie de disques en agrégeant plusieurs baies totalement différentes. Bien sûr, cela est particulièrement adapté dans un environnement disposant de nombreuses solutions de stockage, car achetées à divers moments ou par des entités séparées et qui ne seraient plus utilisées, ce qui n'est que trop rarement notre cas.

Les supports physiques ne sont pas en reste pour ce qui est de l'évolution. Il y a fort à parier que la croissance de la volumétrie des disques durs va continuer sur un bon rythme. Mais de nouveaux standards pourraient apparaître. Par exemple, le disque holographique polyvalent (ou Holographic Vesatile Disc HVD), dernier né des supports optiques, qui nous promet de stocker 3,9 To sur un support à peine plus épais qu'un DVD mais de même diamètre. Il reste tout de même à savoir s'il aura une meilleure durée de vie que les CD et DVD. Il serait dommage de remplacer les bandes par des supports ayant une durée de vie encore plus réduite.

Les supports ne sont pas les seuls à évoluer, certains constructeurs travaillent actuellement pour nous proposer d'utiliser le protocole Fiber Channel sur notre infrastructure réseau grâce à sa version Fiber Channel Over Ethernet (FCOE). Est-ce que l'arrivée de ce protocole aura pour effet de supprimer totalement nos SANs pour les transporter complètement sur nos infrastructures Ethernet ? Il est encore un peu tôt pour le dire.

9 Conclusion

Nous avons fini notre petit tour d'horizon des architectures de sauvegarde actuelles. Ce renouvellement nous a permis de mettre sérieusement à jour notre idée de la sauvegarde. Il nous semble maintenant qu'il n'y a plus qu'une architecture standard mais tout un lot de possibilités qui s'offrent à nous, chacune étant plus ou moins adaptée à l'environnement et aux données à sauvegarder. D'ailleurs les choix qui ont été fait au LAAS et à l'INSA sont bien éloignés de l'architecture « serveur plus robotique » et reposent sur une architecture beaucoup plus complexe afin de prendre en compte toutes nos nouvelles contraintes. Nous détaillerons ces choix lors de notre présentation.