Bases de données documentaires et distribuées, http://b3d.bdpedia.fr

Réplication et reprise sur panne

Répliquer, à quoi ça sert ?

Outil indispensable, universel pour la robustesse des systèmes distribués.

- **Tolérance aux pannes**
  Vous cherchez un document sur S_1, qui est en panne ? On le trouvera sur S_2
- **Distribution des lectures**
  Répartissons les lectures sur $S_1, S_2, \ldots, S_n$ pour satisfaire les millions de requêtes de nos clients.
- **Distribution des écritures ?**
  Oui, mais attention, il faut **réconcilier** les données ensuite.
- et autres avantages, comme la construction d'un index sur un des serveurs sans affecter les autres,

Le bon niveau de réplication ? **Trois copies pour une sécurité totale ; deux au minimum**.

Méthode générale de réplication

Une **application** (le client) demande au **système** (le serveur) S_1 **l'écriture** d'un document (unité d'information).

- le serveur écrit le document sur le disque ;
- S_1 **transmet la demande d'écriture à un ou plusieurs autres serveurs** $S_2, \ldots, S_n$, créant des **replicas** ou **copies** ;
- S_1 "rend la main" au client.

Essentiel, réplication synchrone/asynchrone ?

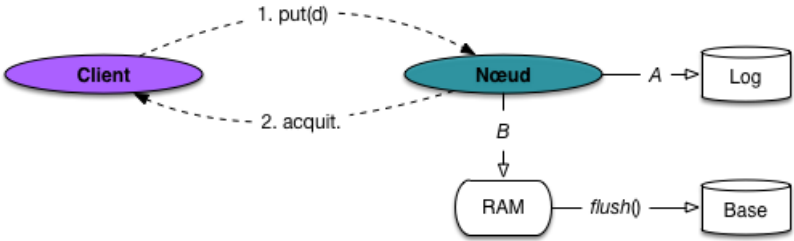
- **synchrone** : S_1 **attend** confirmation de $S_2, \ldots, S_n$ avant de rendre la main ;
- **asynchrone** : S_1 rend la main **sans attendre**.

Conséquences

Une réplication **asynchrone** est beaucoup plus rapide, mais elle favorise les **incohérences**, au moins temporaires.

Pour éviter la latence disque : le fichier journal

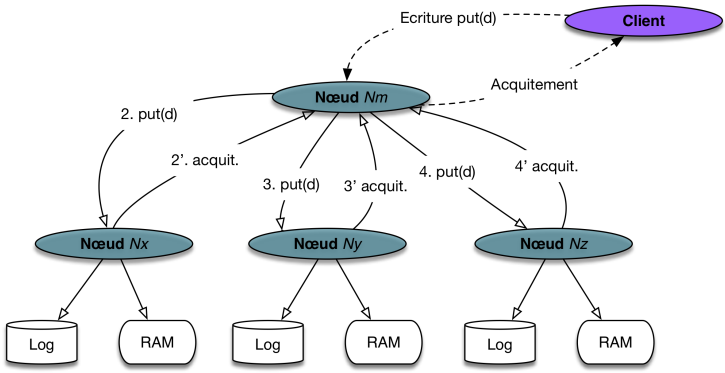
Technique universellement utilisée en centralisé



Permet de se ramener à des entrées/sorties **séquentielles**.

Réplication avec écritures synchrones

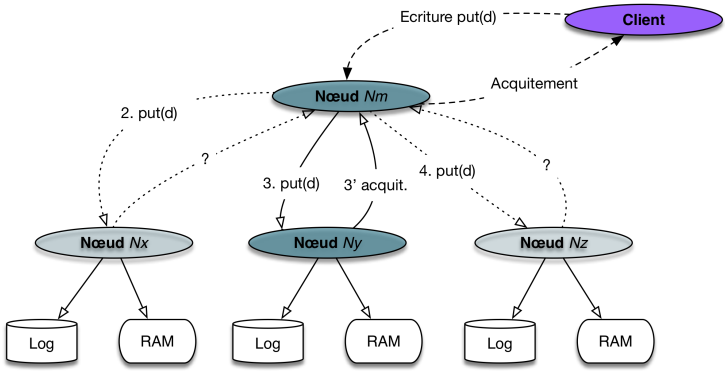
Le client est acquitté quand **tous** les serveurs ont effectué l'écriture.



Sécurité totale ; cohérence forte ; **très lent**.

Réplication avec écritures asynchrones

Le client est acquitté quand **un** des serveurs a effectué l'écriture. Les autres écritures se font indépendamment.



Sécurité partielle ; cohérence faible ; **Efficace**.

Parlons cohérence

La cohérence est la capacité d'un système de gestion de données à refléter fidèlement les opérations d'une application.

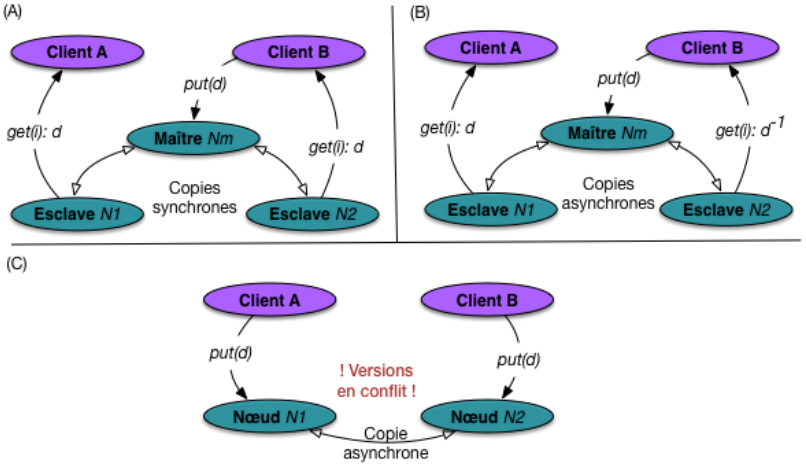
- toute opération (validée) est immédiatement visible et permanente.
- si je fais une écriture de d suivie d'une lecture, je dois constater les modifications effectuées ;
- si je refais une lecture un peu plus tard, ces modifications doivent toujours être présentes.

Cohérence forte = une des fonctionnalités marquantes des systèmes relationnels.

Dans les systèmes NoSQL

La cohérence forte est sacrifiée au profit des performances.

Architectures avec réplication : topologie et (a)synchronicité



Soyons cohérents (ou pas...)

Plusieurs niveaux de cohérence dans les systèmes distribués / NoSQL.

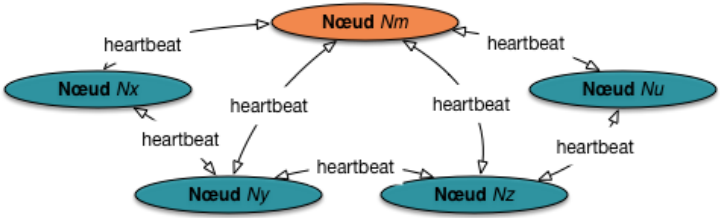
- **Cohérence forte** (ACID) – nécessite une réplication synchrone, et potentiellement des verrouillages complexes (*two phases commit*).
- **Cohérence faible** – on accepte le risque de lectures ne reflétant pas les mises à jour.
- **Cohérence à terme** (*Eventual consistency*) – le système garantit que les incohérences ne sont que transitoires.

Le NoSQL

Les systèmes NoSQL dans l'ensemble abandonnent la cohérence forte pour favoriser la réplication asynchrone, et donc le débit en écriture/lecture.

Réplication et reprise sur panne

Principe général : tout le monde est interconnecté et échange des messages (*heartbeat*.

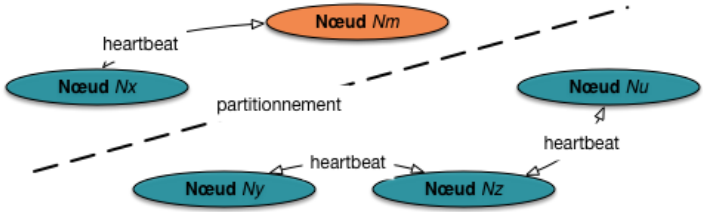


Si un **esclave** tombe en panne, le système continue à fonctionner, **tant qu'il est en contact avec une majorité d'esclaves**

Si le **maître** tombe en panne, les **esclaves** doivent **élire** un nouveau maître.

Cas du partitionnement réseau

Un **partitionnement** divise la grappe en deux groupes.



Principe de majorité

Seul le groupe représentant la **majorité** des participants initiaux peut élire un maître.

Election : algorithme de négociation, voir par exemple Paxos.

Culture, culture : le théorème CAP

Un “théorème” qui dit qu’un système distribué ne peut satisfaire à la fois

- La cohérence (**C**)
- La disponibilité (**A***vailability*)
- La tolérance au **P**artitionnement

Exprime une limitation intrinsèque aux systèmes distribués, applicable à tout système NoSQL, et expliquant qu’il faut toujours faire un compromis.