Master d'Informatique

BDR - 4I803 - Cours 10

Reprise sur pannes

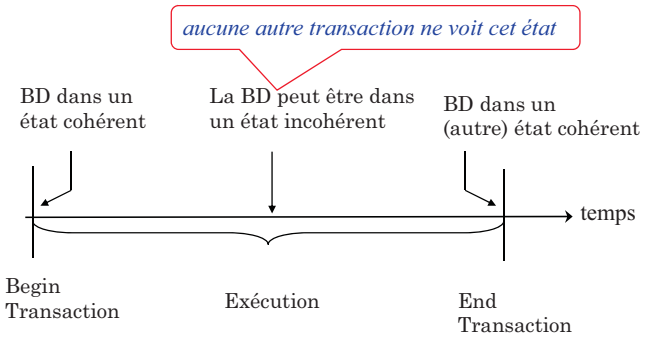
Gestion de transactions

Définition
Exemples
Propriétés des transactions
Fiabilité et tolérance aux pannes
Journaux
Protocoles de journalisation
Points de reprise

Transaction

Ensemble d'actions qui réalisent des transformations cohérentes de la BD

- opérations de lecture ou d'écriture de données, appelées *granules* (tuples, pages, etc.)



Exemple de transaction

Stock (numP, v, s)
v : nombre d'exemplaires vendus
s : nombre d'exemplaires en stock

Commande (numC, numP, ...)

Ne pas vendre plus d'exemplaires v que la quantité en stock s

Transaction Achat(*client*, *produit*)
Begin
select v from Stock where numP=*produit*
if (v < s) then
update Stock set v = v+1 where numP = *produit*
insert into Commande values(*client*, *produit*, ...)
Commit;
else **Rollback;**
End

Fiabilité

Problème:

Comment maintenir

atomicité

durabilité

des transactions

Types de pannes

Rollback d'une transaction

- Normal : if ou dû à un interblocage
- Anormal : Arrêt de l'appli: environ 3% des cas

Panne système

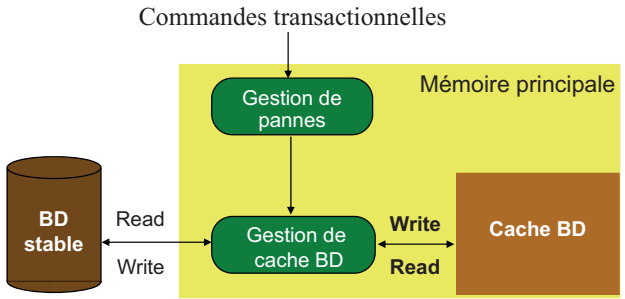
- panne de processeur, mémoire, alimentation, …
- le contenu de la mémoire principale est perdu mais disque ok

Panne disque

- panne matérielle
- les données de la BD sur disque sont perdues

gravité

Architecture pour la gestion de pannes



Stratégies de mise-à-jour

Mise-à-jour en place

- chaque mise-à-jour cause la modification de données dans des pages dans le cache BD
- l'ancienne valeur est écrasée par la nouvelle

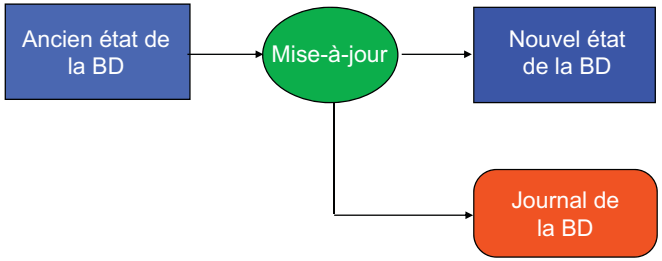
Mise-à-jour hors-place

- les nouvelles valeurs de données sont écrites séparément des anciennes dans des pages ombres
- peu utilisé en pratique car très cher
- mises-à-jour des index compliquée

Journalisation

Chaque action d'une transaction doit

1. réaliser l'action
2. écrire un enregistrement dans le journal



Journal de la BD

Le journal contient les informations nécessaires à la restauration d'un état cohérent de la BD

- Identifiant de transaction
- Type d'opération (action)
- Granules accédés par la transaction pour réaliser l'action
- Ancienne valeur de granule (image avant)
- Nouvelle valeur de granule (image après)
- …

Fichier en ajout seulement (append only)

Structure du journal

Structure d'un enregistrement :

- N° transaction (Trid)
- Type enregistrement {début, update, insert, commit, abort}
- TupleId (rowid sous Oracle)
- [Attribut modifié, Ancienne valeur, Nouvelle valeur] ...

Problème de taille

- on tourne sur N fichiers de taille fixe
- possibilité d'utiliser un fichier haché sur Trid/Tid

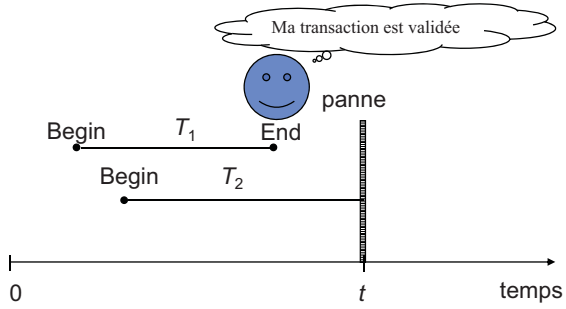
Exemple de journal

Début du journal →

T_1, begin
T_1, x, 99, 100
T_2, begin
T_2, y, 199, 200
T_3, begin
T_3, z, 51, 50
T_2, w, 1000, 10
T_2, commit
T_4, begin
T_3, abort
T_4, y, 200, 50
T_5, begin
T_5, w, 10, 100

Fin du journal → T_4, commit

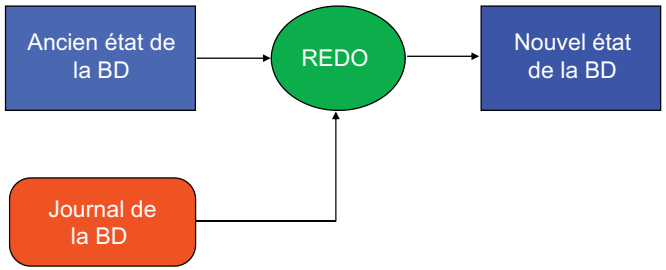
Pourquoi journaliser?



Lors de la reprise

- toutes les mises-à-jour de T_1 doivent être faites dans la BD (REDO)
- aucune mise-à-jour de T_2 ne doit être faite dans la BD (UNDO)

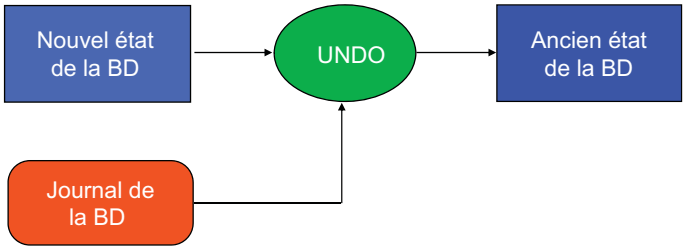
Protocole REDO



L'opération REDO utilise l'information du journal pour refaire les actions qui ont été exécutées ou interrompues

Elle génère la nouvelle image

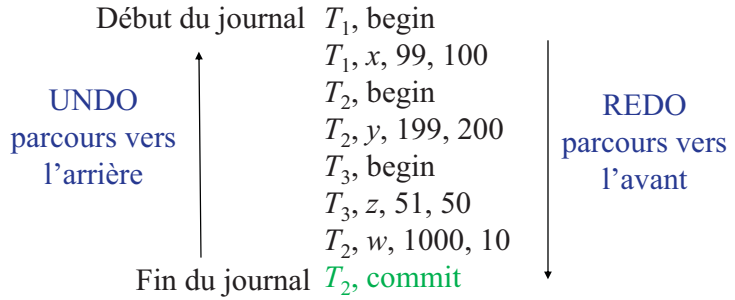
Protocole UNDO



L'opération UNDO utilise l'information du journal pour restaurer l'image avant du granule.

Faite en principe avant le REDO

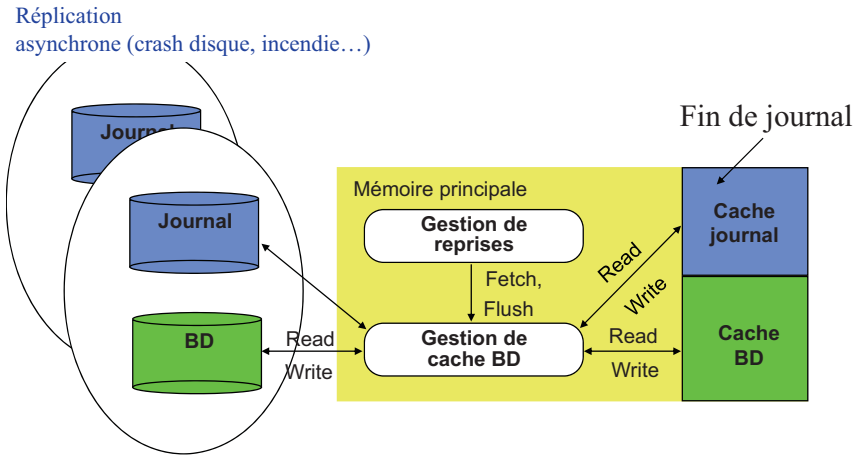
Appliquer le journal



UNDO : T_2 rien (marquée pour Redo), z:=51, x:=99

REDO : y:=200, w:=10

Interface du journal



Gestion du cache BD

Le cache améliore les performances du système, mais a des répercussions sur la reprise (dépend de la politique de migration du cache vers le disque).

Pour simplifier le travail de reconstruction, on peut :

- Empêcher des migrations
  - FIX = Ne rien migrer *pendant* la transaction
- Forcer la migration en fin de transaction
  - FLUSH = Doit migrer à chaque commit

Fix et flush facilite le recouvrement mais contraignent la gestion du cache

Gestion du cache BD

Impact sur la reprise :

- No-fix/no-flush : UNDO/REDO

Undo nécessaire car les écritures de transactions non validées ont peut être été écrites sur disque et donc rechargées à la reprise.

Redo nécessaire car les écritures de transactions validées n'ont peut être pas été écrites sur disque

- Fix/no-flush : REDO
- No-fix/flush : UNDO
- Fix/Flush : rien à faire

Ecriture du **journal** sur disque (1/3)

- A chaque ajout d'un enregistrement
  - ralentit la transaction
  - facilite la reprise
- Périodique ou quand le buffer est plein ou…
  - Au plus tard quand la transaction valide

→ Besoin de coordonner les écritures de la BD et du journal sur disque

Quand écrire le journal sur disque ? (2/3)

Supposons une transaction *T* qui modifie la page *P*

Cas chanceux

1) Ecrire *P* dans la BD sur disque
2) Ecrire le journal sur disque pour cette opération
- PANNE!... (avant la validation de *T*)

→ Reprise possible : appliquer le journal UNDO pour restaurer P

Cas à **éviter**

1) Ecrire *P* dans la BD sur disque
- PANNE!... avant d'écrire le journal

☹ Reprise impossible, l'ancien état de P est perdu.

Solution: le protocole Write-Ahead Log (WAL)

Protocole WAL (3/3)

Observations

- Panne avant validation de T :
  - Pouvoir défaire T en appliquant la partie *undo* du journal
- T validée :
  - Pouvoir refaire T en appliquant la *partie redo* du journal

Protocole WAL

- Toujours écrire la partie *undo* du journal sur disque **avant** de mettre à jour la BD sur disque.
- Quand T valide, écrire la partie *redo* du journal sur disque **avant** de mettre à jour la BD sur disque.

Points de reprise (checkpoint)

Réduit la quantité de travail à refaire ou défaire lors d'une panne

Un point de reprise enregistre une liste de transactions actives

Pose d'un point de reprise:

- écrire un enregistrement begin_checkpoint dans le journal
- écrire les pages du journal et de la BD sur disque
- écrire un enregistrement end_checkpoint dans le journal

Remarque :

- Procédure similaire pour rafraichissement des sauvegardes

Procédures de reprise

Reprise à chaud

- perte de données en mémoire, mais pas sur disque
- à partir du dernier point de reprise, déterminer les transactions
  - validées : REDO
  - non validées : UNDO

Reprise à froid

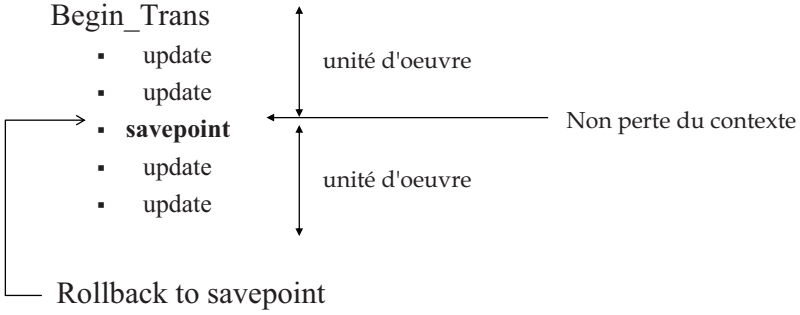
- perte de données sur disque
- à partir de la dernière sauvegarde et du dernier point de reprise, faire REDO des transactions validées
- UNDO inutile

Il peut y avoir des pannes pendant la procédure de reprise….

Point de Sauvegarde

Introduction de points de sauvegarde intermédiaires

- (savepoint, commitpoint)



Conclusion

- Reprise sur panne = solution pour garantir la durabilité
- Perspectives :
  - Durabilité plus ou moins forte selon les données et la transaction.
  - Exploiter la réplication pour mettre en place la durabilité
  - Utiliser le journal pour interroger un état de la base à une date antérieure quelconque (flash back query).
  - Stockage des données dans une structure inspirée d'un journal
    - Log-Structured Merge (LSM) tree
    - Utilisé dans la plupart des systèmes de stockage répartis