Gestion de transactions centralisée

Patricia Serrano Alvarado
Laboratoire d' Informatique de Nantes Atlantique (LINA)
Patricia.Serrano-Alvarado@univ-nantes.fr

Transaction

- Un utilisateur manipule une base en écrivant des programmes d'application qui font des appels au SGBD. L'exécution d'un programme fait naître au niveau du SGBD l'occurrence d'une transaction

- Une transaction (T) est un groupe d'actions (lectures, écritures) sur une base de données

- Les notions de cohérence et tout ce qui concerne le support transactionnel sont indépendantes du modèle de données utilisé par la base de données

Cycle de vie d'une transaction

- Une transaction peut :
  - se dérouler normalement,
  - être tuée en cours d'exécution ou
  - s'arrêter par elle même avant la fin.

- Les opérations d'une transaction
  - début
  - fin (validation, annuler)
  - lire : lecture de la valeur d'un objet à partir de la BD et stockage de la valeur dans l'espace de travail de la transaction
  - écrire : à partir d'une valeur stockée dans l'espace de travail de la transaction et écrire cette valeur dans la base pour l'objet désigné
  - abandonner (rollback, abort) : défaire toute les màj faites par la transaction depuis son début

Propriétés ACID (1)

- Atomicité, Cohérence, Isolation, Durabilité
- Atomicité
- Cohérence

Propriétés ACID (2)

- Isolation

- Durabilité

Le travail du gestionnaire des transactions

- Initialiser chaque transaction et contrôler son exécution.

  Si celle-ci se passe bien => confirmer la transaction
  Sinon annuler la transaction en défaisant ses opérations.

- Contrôler les *accès concurrents* *en synchronisant* les transactions en conflit.

- Assurer la *reprise après panne* : refaire le travail des transactions ayant atteint leur point de confirmation (commit/ validation) avant la panne et défaire celles qui n'avaient pas atteint ce point au moment de la panne.

Deux problématiques

1. Gestion des accès concurrents
   - TRANSACTION Ti = séquence d'actions (LIRE, ECRIRE)
   - Exécution concurrente de N TRANSACTIONS:
     ORDONNANCEMENT (S) dans le temps des actions (A) de ces transactions

S = < ..... (T1, A1, x) ..... (T2, A2, x) .....>

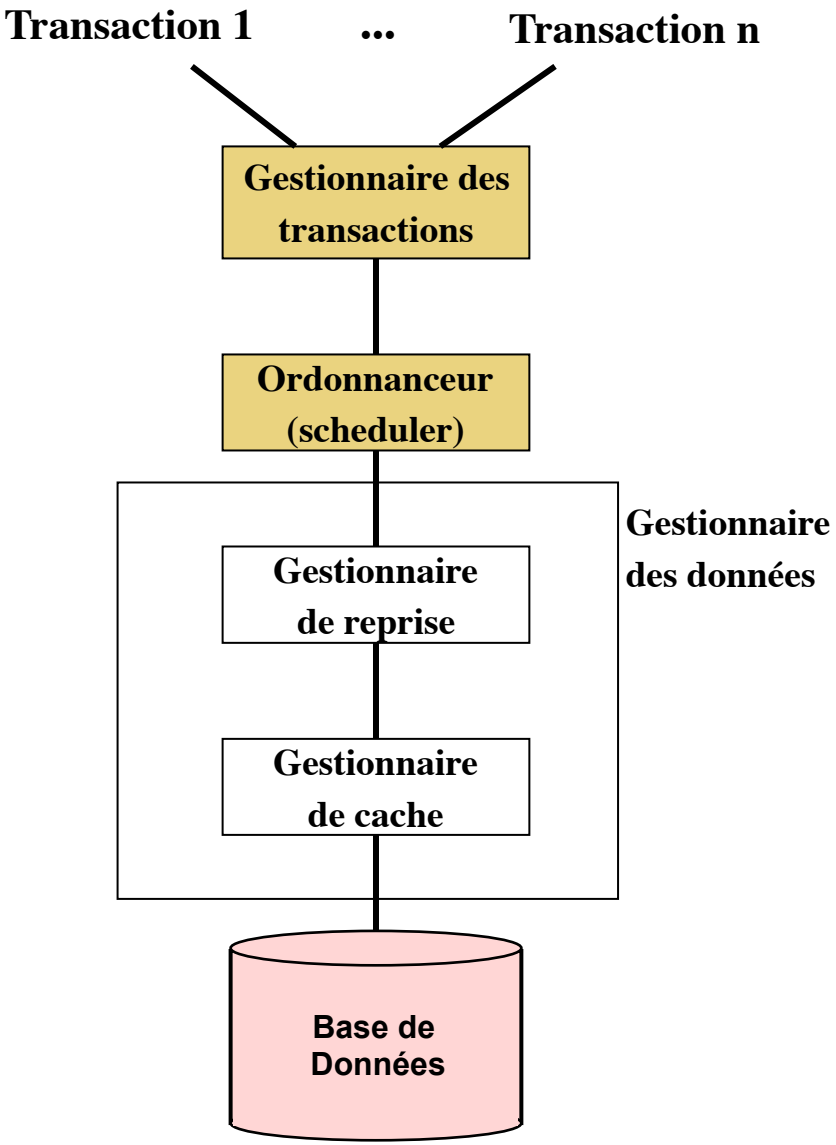
----------|----------|----------> temps

2. Reprise après pannes pour remettre la base dans un état cohérent (fiabilité)

Reprise après pannes

RECOVERY

SGBD centralisé
Architecture abstraite



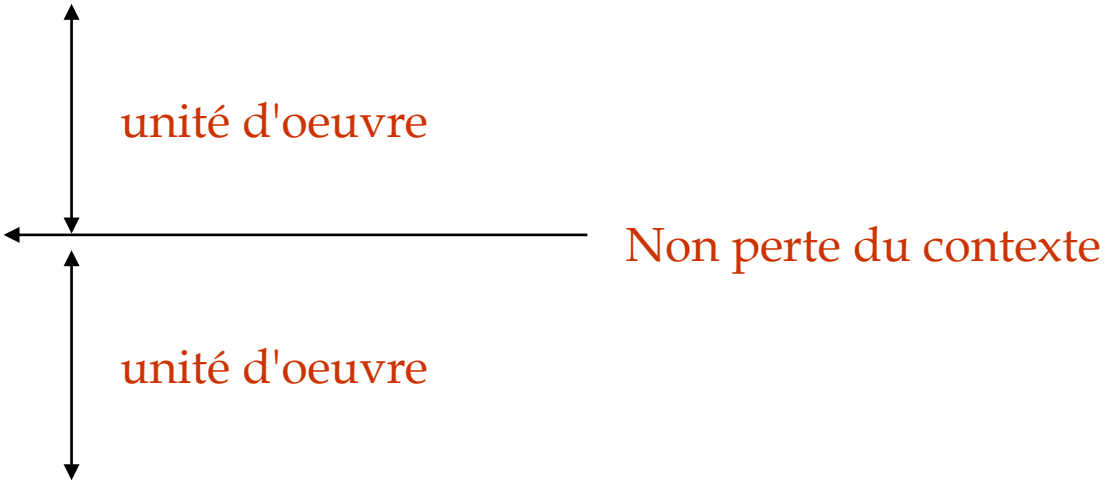
Les menaces

- Problèmes de concurrence
  - pertes d'opérations
  - introduction d' incohérences
  - verrous mortels (deadlock)
- Panne de transaction/opération
  - erreur en cours d'exécution du programme applicatif
  - nécessité de défaire les mises à jour effectuées
- Panne système
  - perte de la mémoire centrale
  - toutes les transactions en cours doivent être défaites
- Panne disque
  - perte de données de la base

Panne d'une transaction

- Points de reprise au sein d'une transaction
  - *Savepoint*, *commitpoint*
- Permet au programmeur d'avoir un contrôle sur comment la transaction va être récouverte (*rolled-back)* en cas d'erreur ou panne

- Begin_Trans
  - update
  - update
  - **Savepoint A**
  - update
  - update
- Commit
- Roll-back A



Panne système

- Utilisation de la journalisation (*logging*) et de **points de reprise** (*checkpoints*)

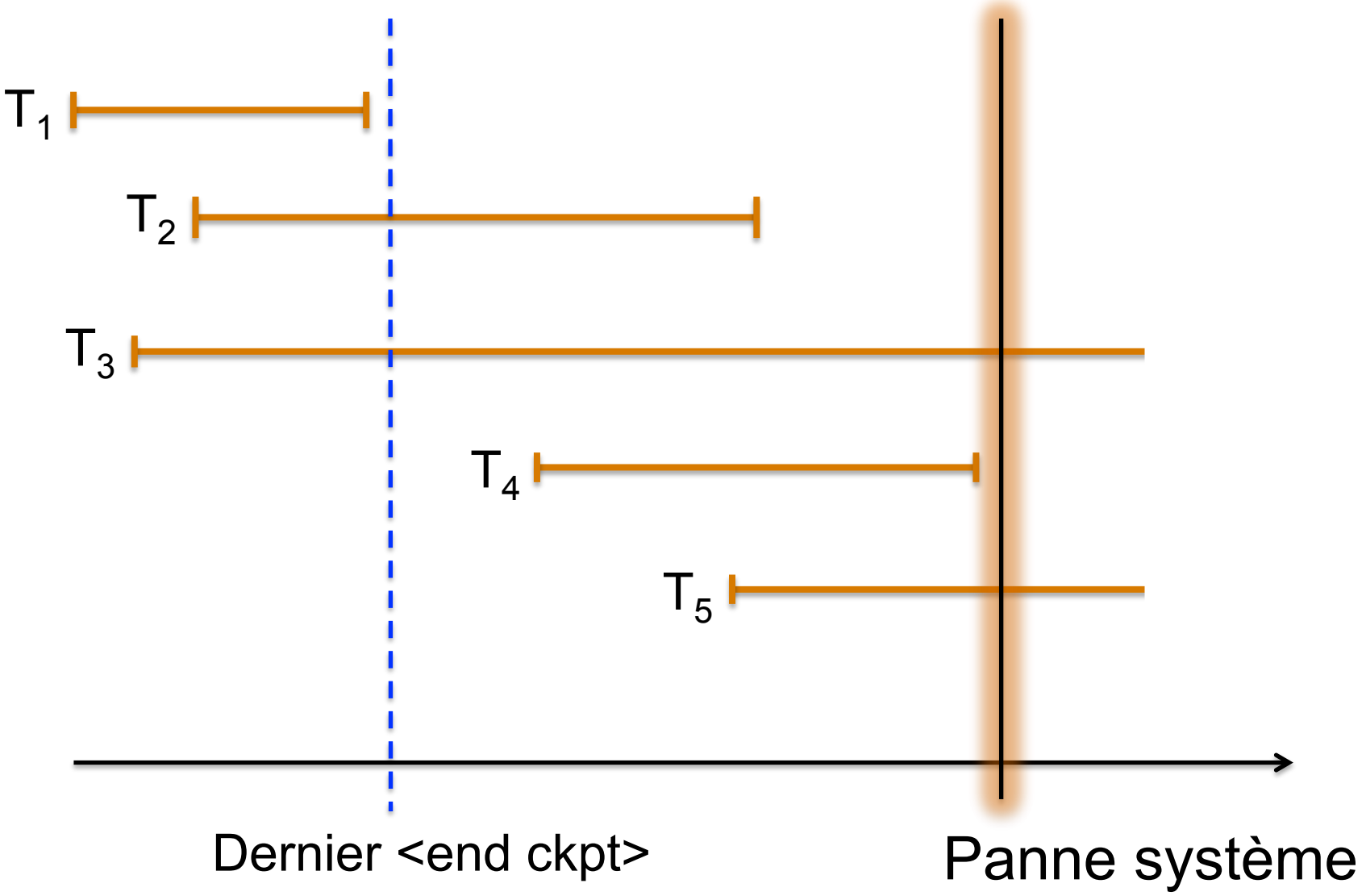
- Un journal est un fichier d'enregistrements qui dit ce qui a été fait dans une transaction

- Un checkpoint (*quiescent*) est un enregistrement particulier sur le *log* demandant :
  1. Arrêter d'accepter de transactions
  2. Attendre la fin des transactions actives
  3. Flush du log
  4. Écrire <ckpt> sur le log
  5. Flush du nouveau
  6. Accepter à nouveau des transactions

Nonquiescient checkpoint

- Dans la plupart de systèmes impossible d'arrêter d'accepter de nouvelles transactions
- Pour un nonquiescent checkpoint:
  1. Écrire un enregistrement <start ckpt (T1,…,TK)> avec toutes les transactions actives
  2. Flush du log
  3. Attendre la fin des transactions actives
  4. Ne pas interdire de nouvelles transactions
  5. Lorsque les transactions T1,…,TK ont fini, écrire <end ckpt>
  6. Flush du log

Exécution de transactions concurrentes



Récupération après pannes

- Transaction T1 n'a pas besoin de récupération
- Toute transaction en exécution au moment de la panne doit être défaite et relancée
  - C'est le cas de T3 et T5
- Toute transaction validée après le dernier point de reprise doit être refaite
  - C'est le cas de T2 et T4

Comment choisir les transactions à faire ou refaire ?

- Algorithme simple

UNDO = all transactions running at the last checkpoint

REDO = empty

For each entry in the log, starting at the last checkpoint

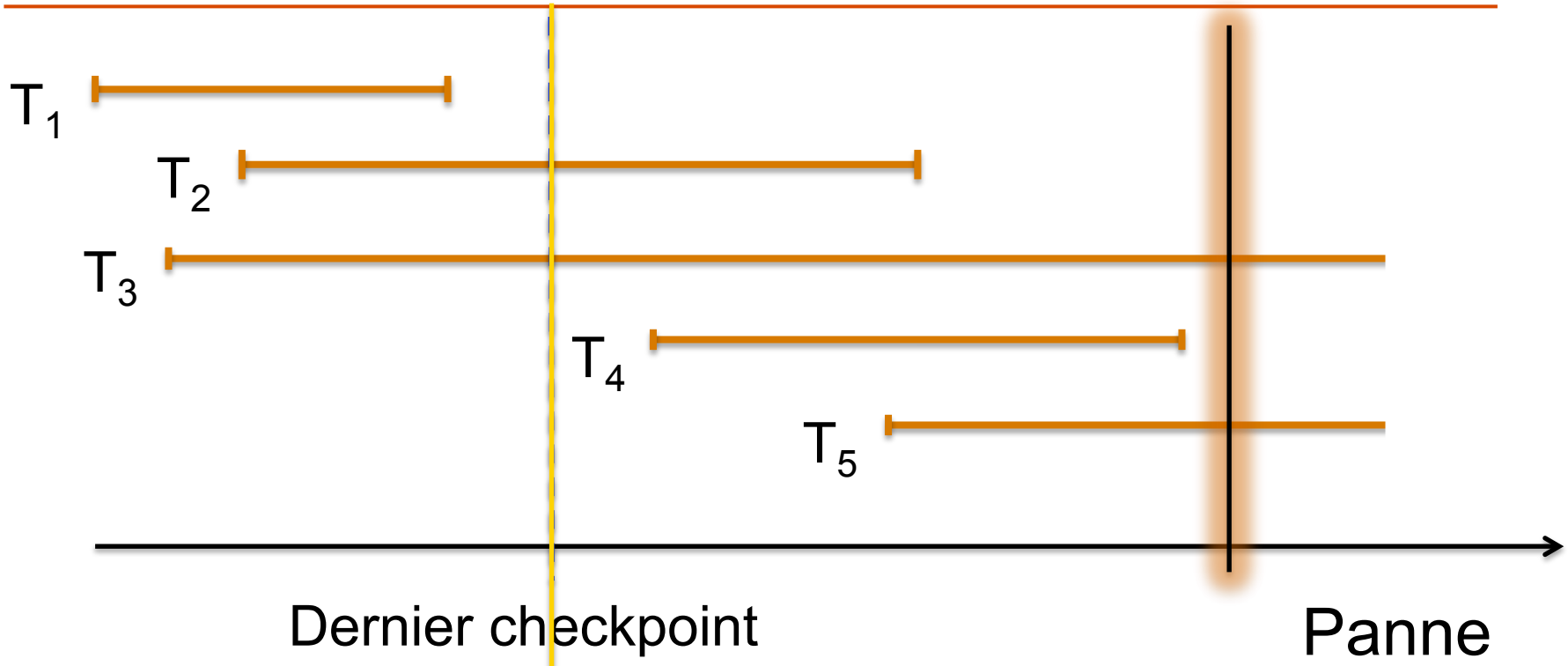
    If a BEGIN TRANSACTION entry is found for T

        Add T to UNDO

    If a COMMIT entry is found for T

        Move T from UNDO to REDO

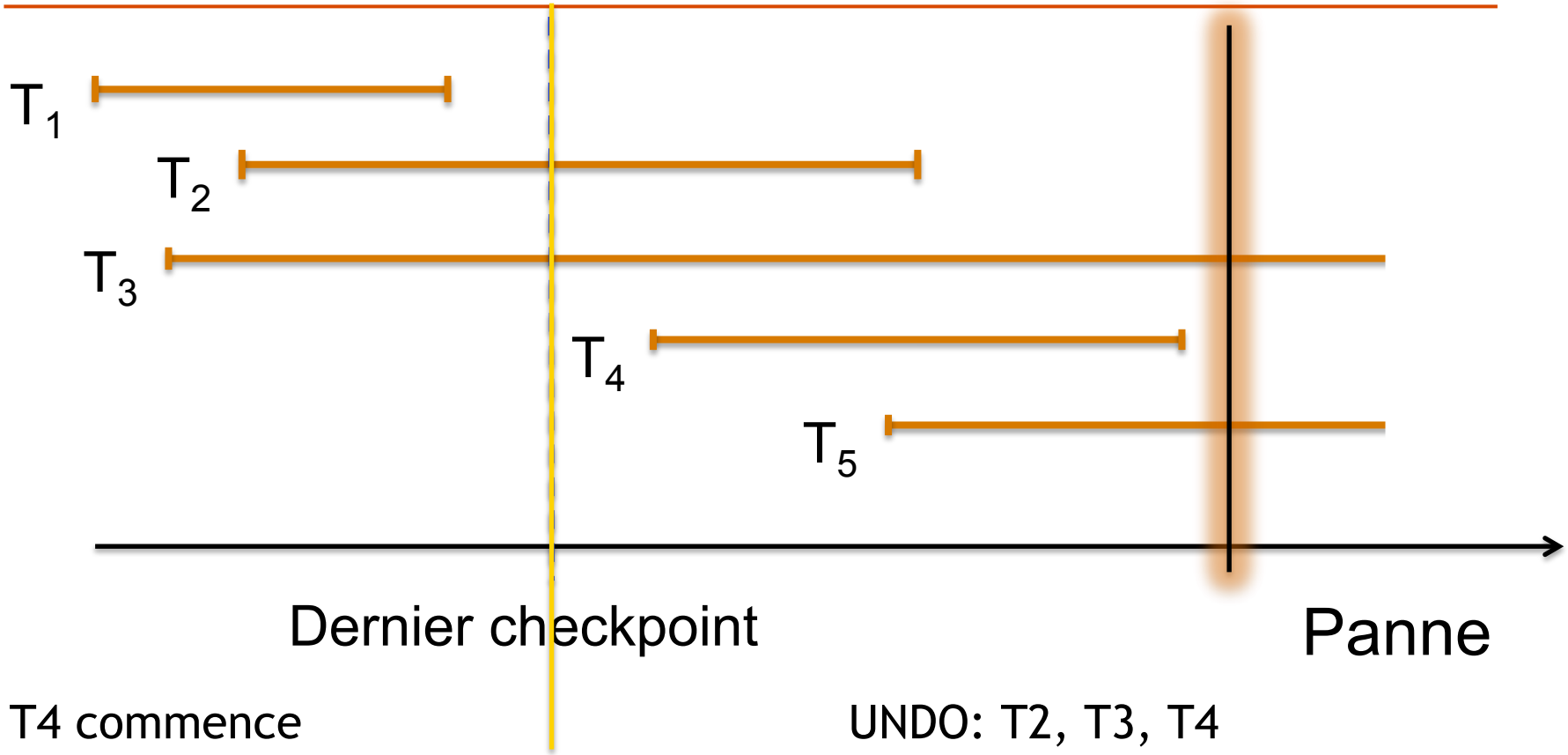
Cont.



Au dernier checkpoint
transactions actives : T2 et T3

UNDO: T2, T3
REDO:

Cont.



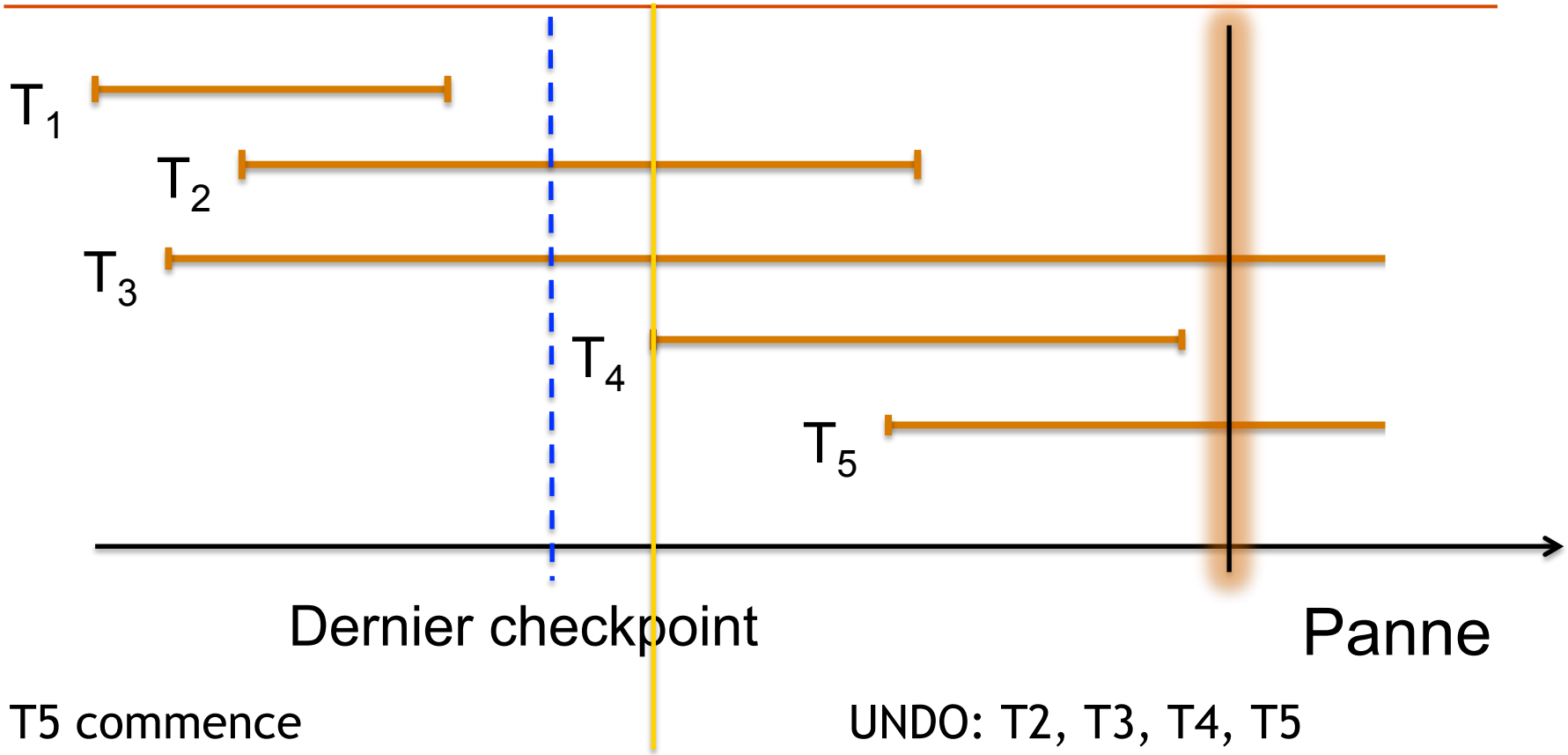
T4 commence

Ajouter T4 to UNDO

UNDO: T2, T3, T4

REDO:

Cont.



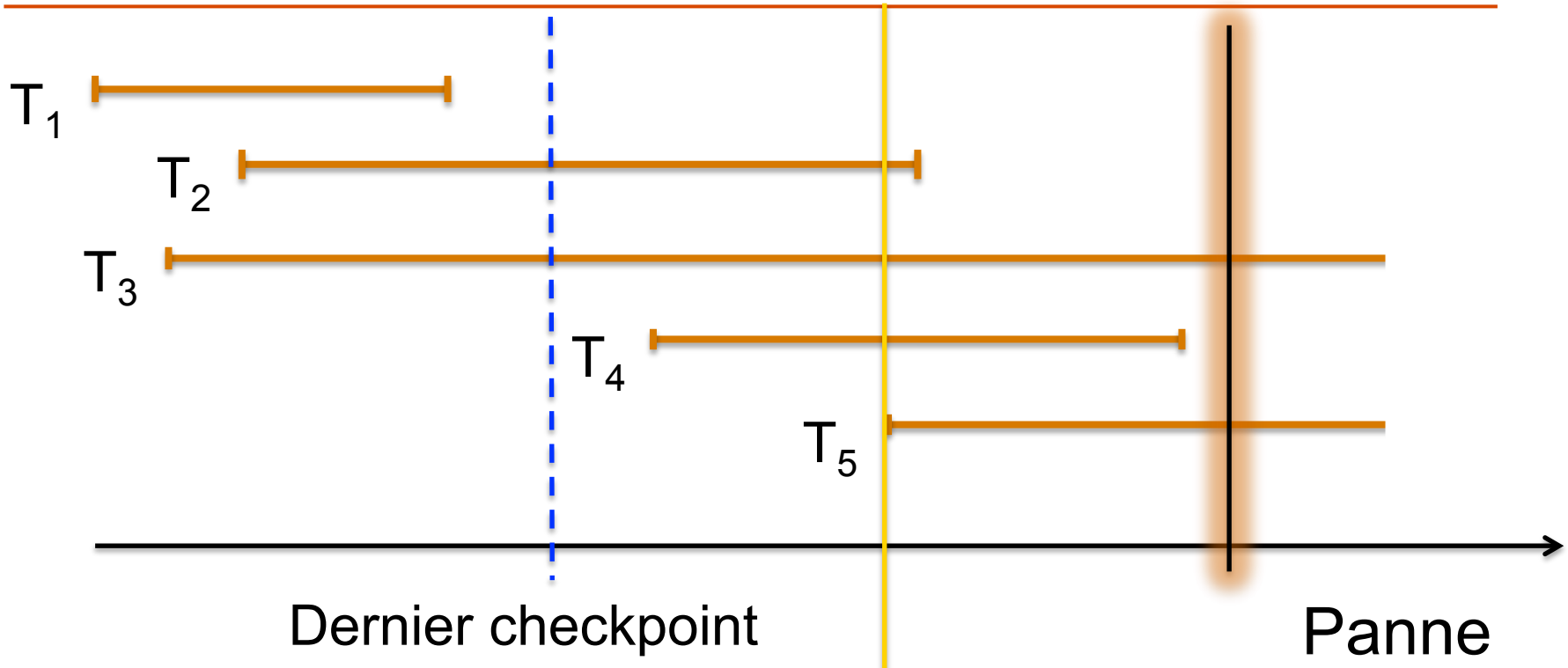
T5 commence

Ajouter T5 à UNDO

UNDO: T2, T3, T4, T5

REDO:

Cont.



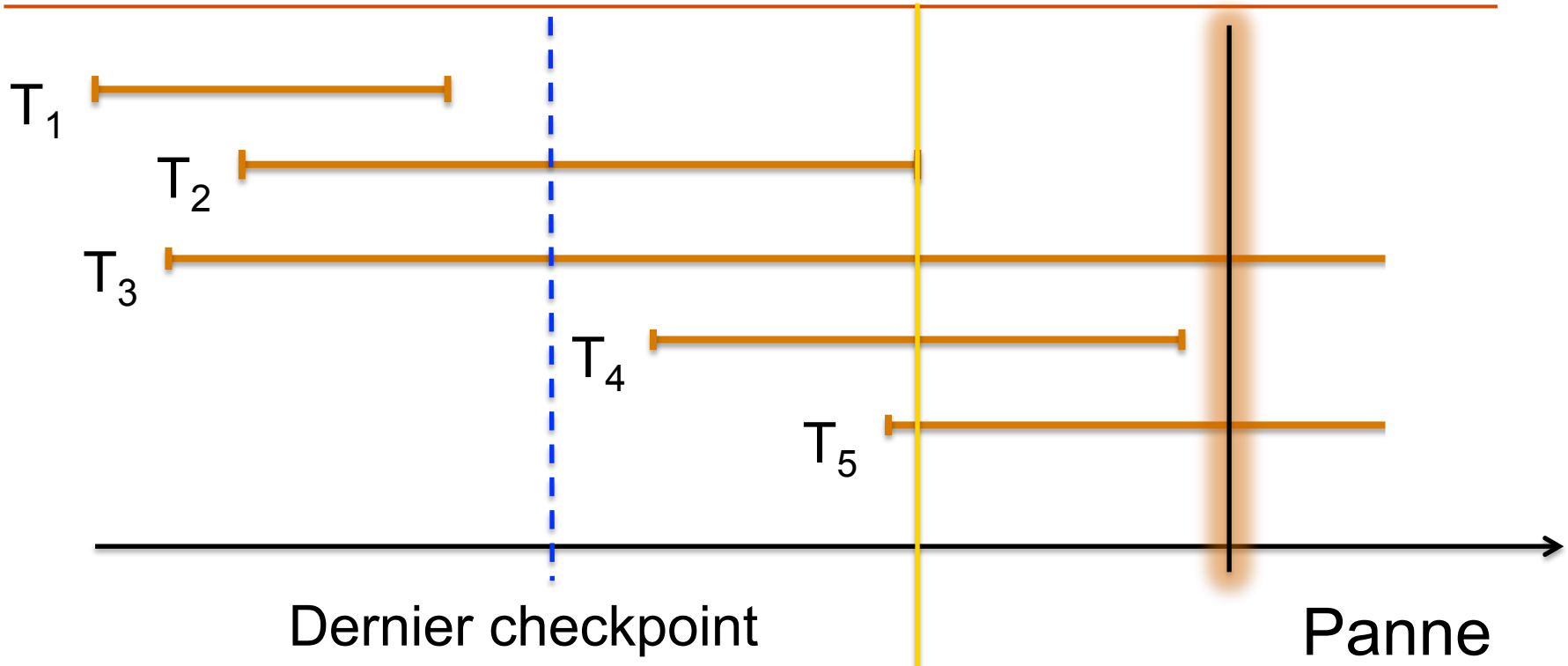
T2 valide

Déplacer T2 à REDO

UNDO : T3, T4, T5

REDO : T2

Cont.



T4 valide

Déplacer T4 à REDO

UNDO : T3, T5

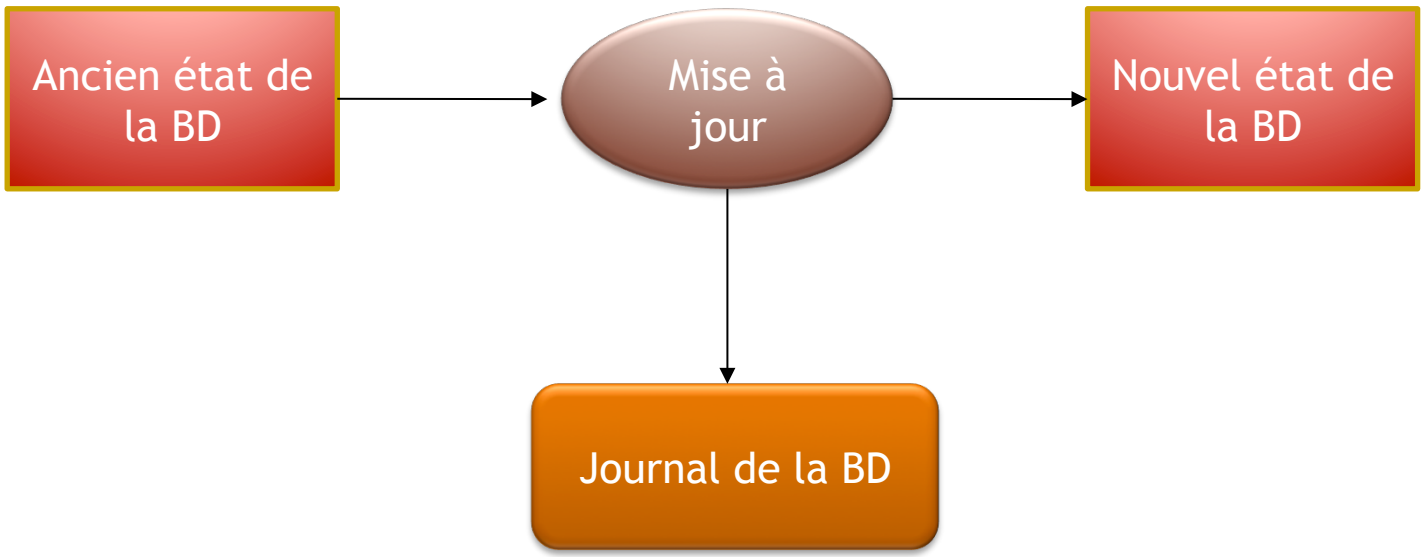
REDO : T2, T4

Comment faire et refaire ?

- Utilisation de journaux (*logs*)
- Récupération en arrière (*backward recovery*)
  - Parcourir les journaux en arrière
  - Permet de défaire les transactions
  - Rends la BD cohérente
- Récupération en avant (*forward recovery*)
  - Parcourir les journaux en avant, à partir du dernier *checkpoint*,
  - Permet de refaire les transactions
  - Rends la BD à jour

Journalisation (*logging*)

- Stocker sur un support de mémorisation fiable, différent de celui de la base de données, les informations nécessaires pour défaire (*undo*) et refaire (*redo*) les transactions
- Règle *write ahead log* -> les entrées sur le journal doivent être faites avant que les opérations soient écrites sur la BD

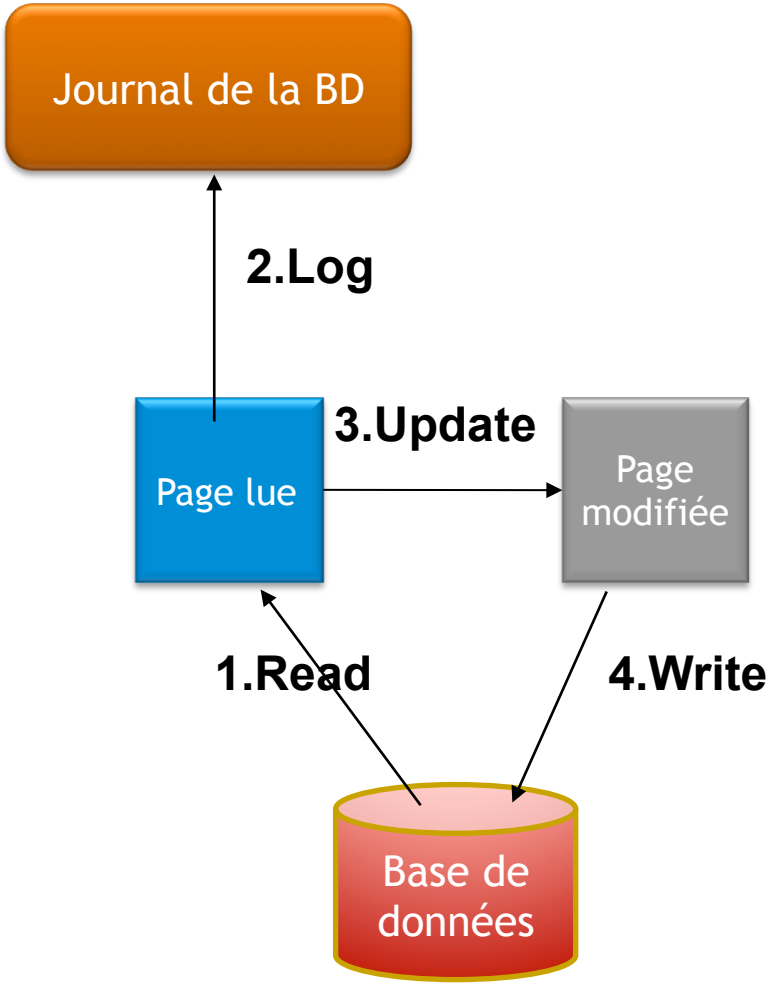


Type de journaux

- Journal des images avant
  - contient les débuts de transactions, les valeurs d'enregistrement avant mises à jour, les fins de transactions (commit ou abort)
  - permet de défaire les mises à jour effectuées par une transaction no validé
  - lecture à partir de la fin du journal
- Journal des images après
  - contient les débuts de transactions, les valeurs d'enregistrement après mises à jour, les fins de transactions (commit ou abort)
  - permet de refaire les mises à jour effectuées par une transaction validé
  - lecture à partir du début du journal

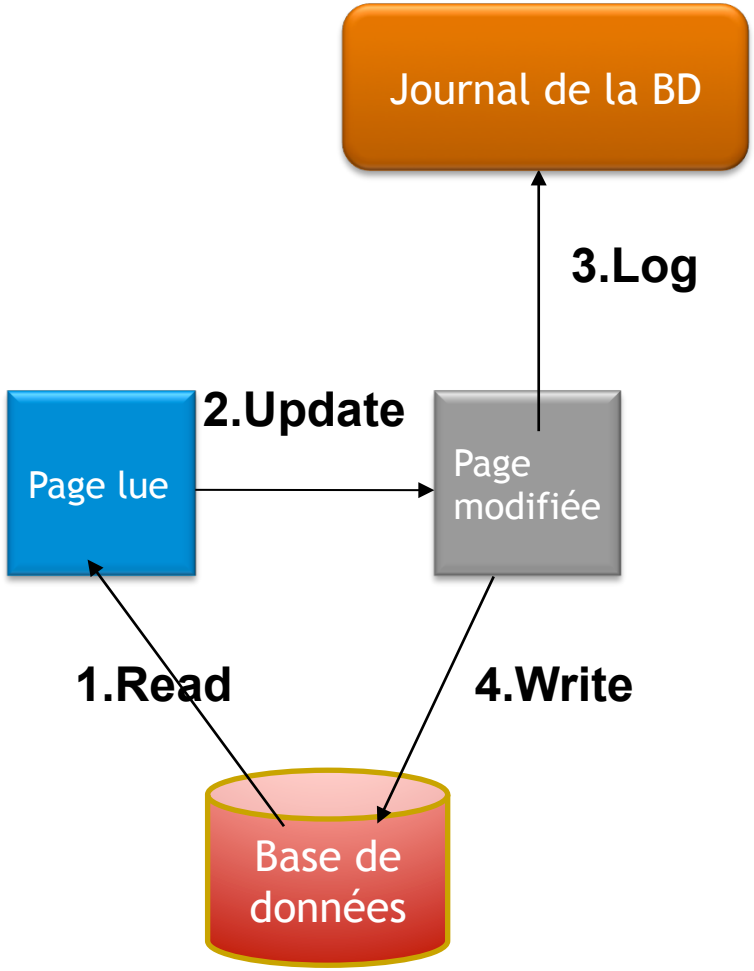
Journal des images avant

- Utilisé pour défaire les mises à jour : Undo



Journal des images après

- Utilisé pour refaire les mises à jour : Redo



Gestion du journal

- Journal avant et après sont unifiés
- Écris dans un tampon en mémoire et vidés (*flush*) sur disque en début de commit
- Structure d'un enregistrement :

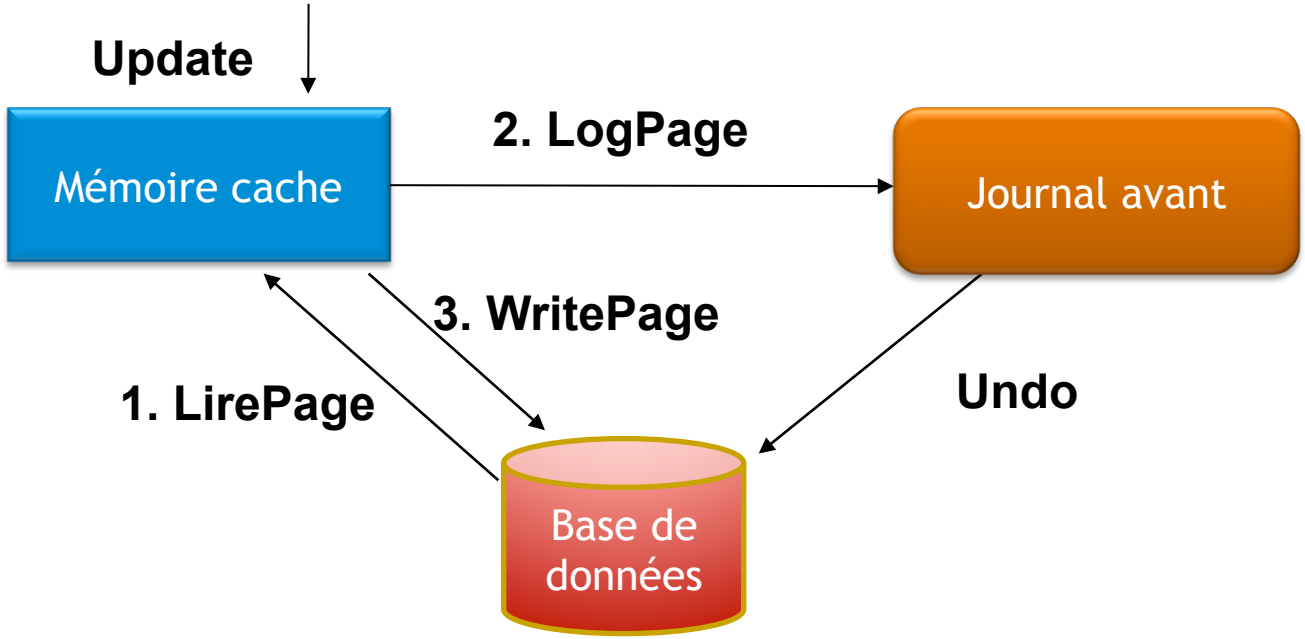
  - N° transaction (Tid)
  - Type enregistrement: début|update|insert|commit|abort
  - Donnée (TupleId, attribut, …)
  - Ancienne valeur (image avant)
  - Nouvelle valeur (image après)

Scénarios de reprise

- En place : Les mises à jour sont effectuées directement dans la base
  - la base est mise à jour immédiatement, ou au moins dès que possible pendant que la transaction est active
- Différé : Les mises à jour sont effectuées en mémoire et installées dans la base à la validation (*commit*)
  - le journal est écrit avant d'écrire les mises à jour

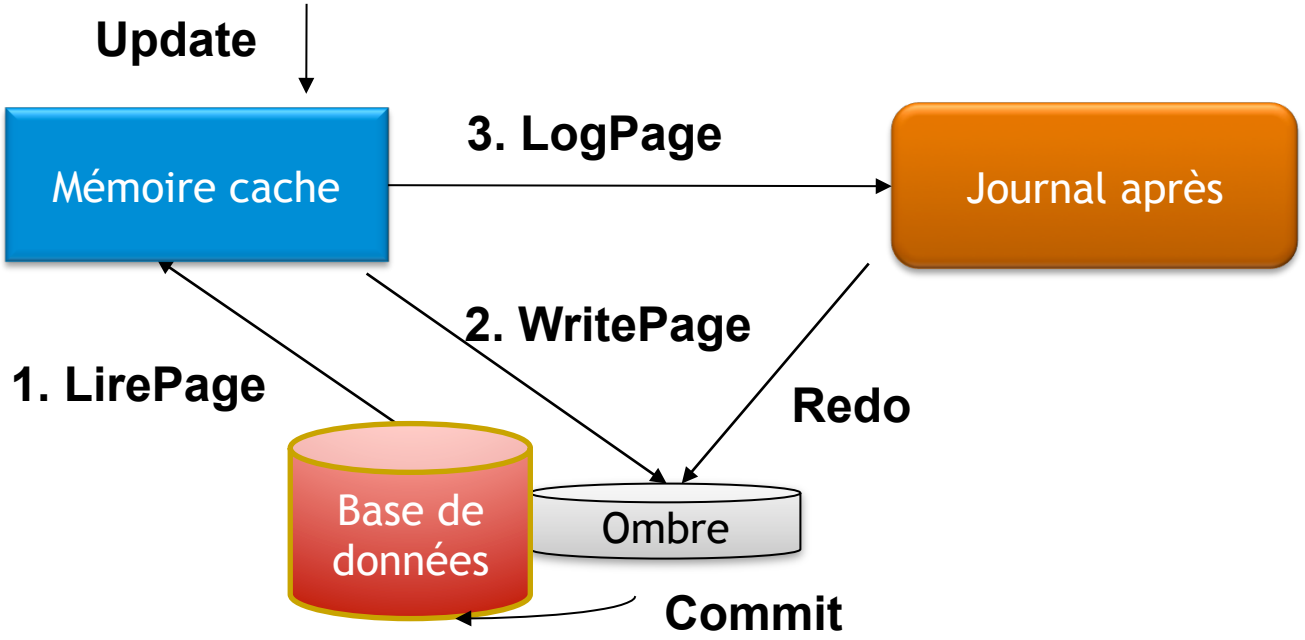
Stratégie *do-undo*

- Mises à jour en place
  - l'objet est modifié dans la base
- Utilisation des images avant
  - copie de l'objet avant mise à jour (*do*)
  - utilisée pour défaire en cas de panne (*undo*) à partir de la fin du journal



Stratégie *do-redo*

- Mises à jour en différentiel
  - l'objet est modifié en page différentielle (dans une ombre)
- Utilisation des images après
  - copie de l'objet en journal après mise à jour (*do*)
  - utilisée pour refaire en cas de panne (*redo*) à partir du début du journal



Conclusions

- Les transactions garantissent la gestion cohérente des données
- L'ordonnancement de transactions concurrentes est garanti par la sérialisabilité
- La reprise après panne garantit la fiabilité de la base de données
- Méthode de reprise
  - Undo, redo, points de sauvegarde, points de reprise

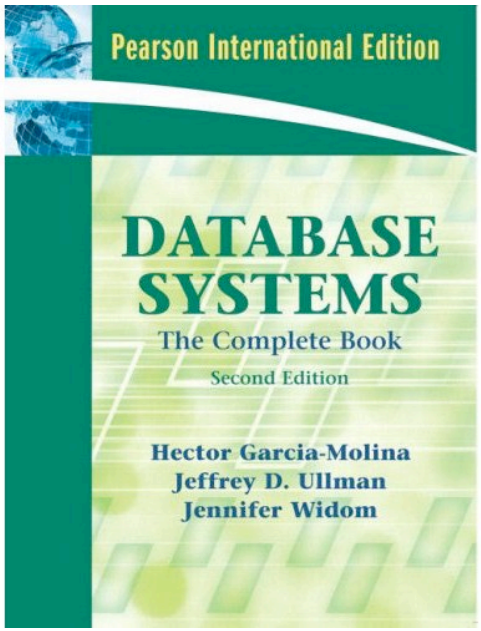
Méthodes de reprise

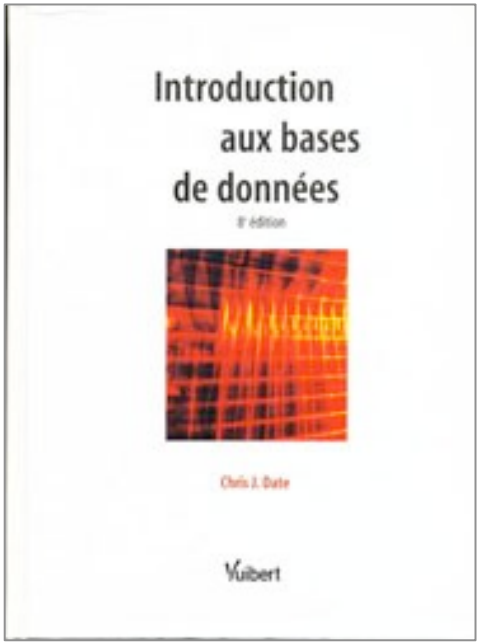
- Journalisation concept vital
- Journal des images avant permet de défaire (undo)
- Journal des images après permet de réfaire (redo)
- Points de sauvegarde : se récupérer d'une panne physique, coût très cher
- Points de reprise : permettent de espacer la durée entre deux points de sauvegarde

Bibliographie

- Hector Garcia Molina, Jeffrey D. Ulman and Jennifer Widom. Database Systems. Second Edition, Pearson Prentice all, International Edition. 2009.

- Chris J. Date. Introduction aux bases de données. 8e édition. Vuibert. 2004.





Panne système

- **Backup** -> Sauvegarde périodique de la base dans un support de stockage **différent** de la base
  - toutes les heures, jours, ...
  - doit être effectuée en parallèle aux mises à jour
  - opération longue et couteuse

- **Checkpoint**-> Un point de reprise est écrit dans le journal pour le synchroniser par rapport à la sauvegarde
  - permet de situer les transactions effectuées après la sauvegarde
  - l'objectif est d'espacer la durée entre deux sauvegardes

- Pose d'un point de reprise :
  - écrire les buffers de journalisation (Log)
  - écrire les buffers de pages (DB)
  - écrire un record spécial "checkpoint" dans le journal

Reprise à froid (*hard crash*)

- En cas de perte physique d'une partie de la base
- On repart de la dernière sauvegarde
- Le système retrouve le checkpoint du journal associé
- Ré-exécution de toutes les transactions validées depuis ce point (*redo*)

Reprise à chaud (*soft crash*)

- En cas de perte de la mémoire principale
- Recherche dans le journal du dernier point de reprise
- Ré-exécution des transactions mémorisées après le point de reprise (*redo*)
- Annulation des transactions journalisées mais non validées (*undo*)

Exécution de transactions concurrentes