Anomalies transactionnelles

Adapté du cours de Philippe Rigaux (cnam)

Objectifs de cette session

Un catalogue des principales anomalies dues à un défaut dans le contrôle de concurrence

- les **mises à jour perdues** : la plus importante, car autorisée par les systèmes dans la configuration par défaut.
- Les **lectures non répétables** : des données apparaissent, disparaissent, changent de valeur, au cours de l'exécution d'une transaction.
- **Lectures sales** : on peut lire une donnée modifiée mais non validée.

Nous verrons que les **niveaux d'isolation** servent à éviter tout ou partie de ces anomalies.

Mise à jour perdues

C'est **le** cas d'anomalie permis par **tous** les systèmes, en mode transactionnel par défaut.

Retenir : deux transactions **lisent** une même donnée, et **l'écrivent** ensuite, l'une après l'autre : une des écritures est perdue.

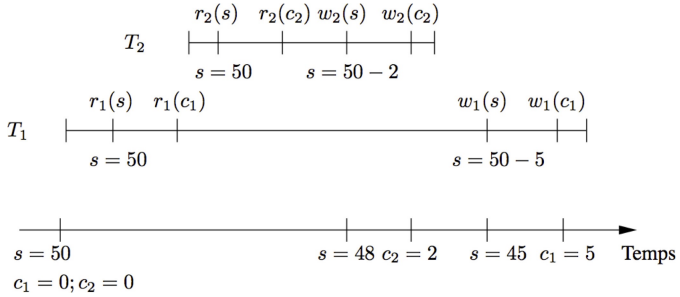
Exemple d'exécution concurrente avec deux transactions de réservation

$$r_1(s)r_1(c_1)r_2(s)r_2(c_2)w_2(s)w_2(c_2)w_1(s)w_1(c_1)$$

On effectue d'abord les lectures pour T_1, puis les lectures pour T_2 enfin les écritures pour T_2 et T_1 dans cet ordre.

L’anomalie

- il reste 50 places libres, c_1 et c_2 n’ont encore rien réservé ;
- T_1 veut réserver 5 places pour s ;
- T_2 veut réserver 2 places pour s.



Le déroulement

Pas à pas, voici ce qui se passe.

- T_1 lit s et c_1. Nb places libres : 50.
- T_2 lit s et c_2. Nb places libres : 50.
- T_2 écrit s avec nb places = 50 − 2 = 48.
- T_2 écrit le nouveau compte de c_2.
- T_1 écrit s avec nb places = 50 − 5 = 45.
- T_1 écrit le nouveau compte de c_1.

À l'arrivée, 5 places réservées, 7 places payées.
Incohérence.

Pour bien comprendre

À la fin de l'exécution, il reste 45 places vides sur les 50 initiales alors que 7 places ont effectivement été réservées et payées.

Cette anomalie ne survient qu'en cas d'entrelacement défavorable. Dans la plupart des cas, une exécution concurrente ne pose pas de problème.

Le programme est correct. On peut le regarder 1000 fois, le tester 10000 fois sans jamais détecter d'anomalie.

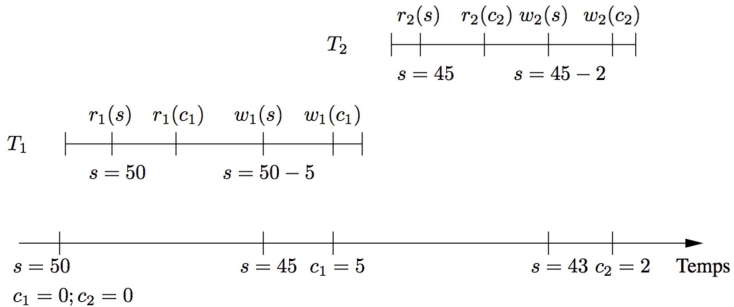
Si on ne sait pas qu'une anomalie de concurrence est possible, l'erreur est incompréhensible.

Solution radicale : exécution en série

Si on force l'exécution en série :

$$r_1(s)r_1(c)w_1(s)w_1(c)r_2(s)r_2(c)w_2(s)w_2(c)$$

On est sûr qu'il n'y a pas de problème :

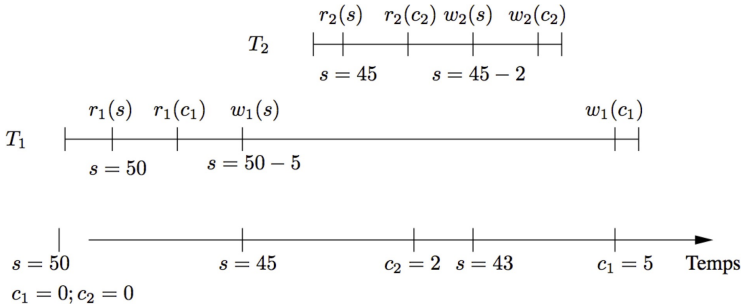


Très pénalisant.. Je débute une petite transaction, je vais déjeuner, je bloque tout le monde.

Les exécutions concurrentes sont possibles

Un exemple qui ne pose pas de problème :

$$r_1(s)r_1(c_1)w_1(s)r_2(s)r_2(c_2)w_2(s)w_1(c_1)w_2(c_2)$$



Exécution dite sérialisable car **équivalente** à une exécution en série. C'est ce que doit assurer le contrôle de concurrence.

Lectures non répétables et autres fantômes

Deuxième catégorie d'anomalies. Prenons l'exemple du programme Contrôle.

```
Procédure Contrôle()
Début
  Lire tous les clients et effectuer la somme des places prises
  Lire le spectacle
  SI (Somme(places prises) <> places réservées)
    Afficher ("Incohérence dans la base")
Fin
```

Vérifie la cohérence de la base. Une transaction T_c a la forme :

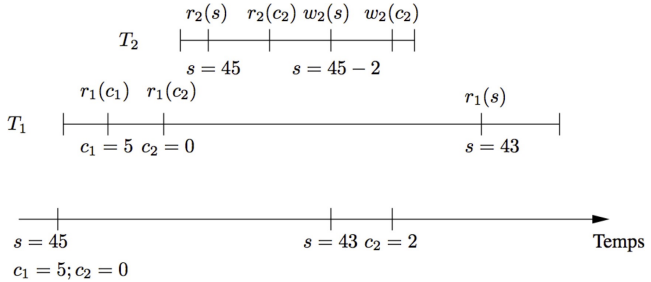
$$r_c(c_1) \ldots r_c(c_n) r_c(s)$$

Une exécution concurrente avec réservation

Entrelacement de Contrôle() et $Res(c_1, s, 5)$:

$r_1(c_1) r_1(c_2) Res(c_2, s, 2) \ldots$

$r_1(c_n) r_1(s)$



Le contrôle en déduit (à tort) que la base est incohérente.

Que s'est-t-il passé ?

Une même transaction (le contrôle) a pu lire deux états **différents** de la base.

On a donc des problèmes liés au manque d'isolation. Deux types :

- La même donnée, lue deux fois de suite, a changé : **lecture non répétable**.
- Des données sont apparues (ou ont disparu) : **tuple fantômes**.

Dans les deux cas, isolation partielle (on voit les résultats d'une ou plusieurs autres transactions) et donc risque d'anomalie.

Un dernier exemple d'anomalie : lectures sales

C'est un autre type de problème (dit "de recouvrabilité") : **l'entrelacement empêche une bonne exécution des commit et rollback**.

Exemple :

$$r_1(s)r_1(c_1)w_1(s)r_2(s)r_2(c_2)w_2(s)w_2(c_2)C_2w_1(c_1)R_1$$

Notez : T_2 a lu la donnée écrite par T_1 ; T_2 valide, T_1 annule.

Comment gérer cette annulation ?

Problème insoluble

Annuler T_1 : les mises à jour de T_1 n'ont pas eu lieu.

Oui mais, T_2 a lu une des données qui vient d'être effacée.

Alors il faudrait annuler T_2 aussi ? Mais T_2 a fait un `commit`.

Et ainsi de suite... ingérable.

À retenir

Des anomalies plus ou moins graves apparaissent en cas de défaut d'isolation.

La plus sévère est celle des **mises à jour perdues** : elle peut apparaître même avec un niveau d'isolation très élevé.

Les anomalies de concurrence sont **très difficiles** à reproduire et à interpréter.

Comprendre et utiliser correctement les niveaux d'isolation est impératif pour les applications transactionnelles.