

LA CONCURRENCE

Objectifs

Les bases

Le verrouillage deux phases

L'ordonnancement par estampilles

Les applications avancées

©Gardarin 2001

1

1. Objectifs

- Permettre l'exécution simultanée d'un grand nombre de transactions
- Régler les conflits lecture / écriture
- Garder de très bonne performance
- Eviter les blocages

©Gardarin 2001

2

Les problèmes de concurrence

➤ Perte d'opérations

- { T1 : Read A->a; T2 : Read A->b; T2 : b+1 -> b;
T2 : Write b->A; T1: a*2 ->a; T1: Write a -> A }

Que contient A ?

➤ Introduction d'incohérence

- $A = B$ { T1 : A*2->A; T2 : A+1->A; T2 : B+1 -> B; T1 : B*2 -> B }

➤ Non reproductibilité des lectures

- { T1 : Read A->a; T2 : Read A->b; T2 : b+1 -> b; T2 : Write b->A; T1: Read A -> a }

©Gardarin 2001

3

2. Les bases

➤ Chaque transaction T_i est composée d'une séquence d'actions $\langle a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in_i} \rangle$

➤ Une exécution simultanée (Histoire) des transactions $\{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ est une séquence d'actions

- $H = \langle a_{i1j1}, a_{i2j2} \dots, a_{ijk} \rangle$ telle que $a_{ij} < a_{ij+1}$ pour tout i et tout j et quel que soit a_{ij} de T_1, \dots, T_n , a_{ij} est dans H
- C'est une séquence d'actions complète respectant l'ordre des actions des transactions

➤ Une exécution est sérielle si toutes les actions des transactions ne sont pas entrelacées

- elle est donc de la forme
- $\langle T_p(1), T_p(2), \dots, T_p(n) \rangle$ où p est une permutation de 1, 2, ... n.

©Gardarin 2001

4

Sérialisabilité

➤ Exécution sérialisable

- Une exécution est dite sérialisable si elle est équivalente à une exécution sérielle

➤ Plusieurs critères d'équivalence possibles

- Equivalence de vue : tous les résultats visibles sont identiques
- Equivalence du conflit : toutes les actions conflictuelles sont effectuées dans le même ordre sur les objets de la base

©Gardarin 2001

5

Graphe de précédence

➤ Précérences

- Techniques basées sur la seule sémantique des opérations de lecture / écriture
- T_i lit O avant T_j écrit $\Rightarrow T_i$ précède T_j
- T_i écrit O avant T_j écrit $\Rightarrow T_i$ précède T_j
- T_i écrit O avant T_j lit $\Rightarrow T_i$ précède T_j

➤ Condition de sérialisabilité

- Le graphe de précédence doit rester sans circuit

©Gardarin 2001

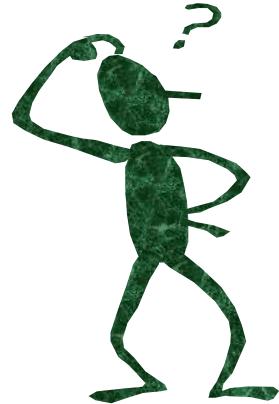
6

Bilan Problématique

- La sérialisabilité est une condition suffisante de correction

➤ Exercice

- Démontrer que les cas de perte d'opérations et d'incohérences sont non sérialisables



©Gardarin 2001

7

3. Le Verrouillage 2 phases

➤ PRINCIPES

- verrouillage des objets en lecture/écriture
- opérations Lock(g, M) et Unlock(g)
- compatibilité:

	L	E
L	V	F
E	F	F

- toute transaction attend la fin des transactions incompatibles
- garantie un graphe de précédence sans circuit
- les circuits sont transformés en verrous mortels

©Gardarin 2001

8

Algorithmes Lock

```
➤ Bool Function Lock(Transaction t, Objet O, Mode M){  
    Cverrou := 0 ;  
    Pour chaque transaction i ≠ t ayant verrouillé l'objet O faire {  
        Cverrou := Cverrou U t.verrou(O) } ; // cumuler les verrous sur O  
        si Compatibile (Mode, Cverrou) alors {  
            t.verrou(O) = t.verrou(O) U M; // marquer l'objet verrouillé  
            Lock := true ; }  
        sinon {  
            insérer (t, Mode) dans la queue de O ; // mise en attente de t  
            bloquer la transaction t ;  
            Lock := false ; } ;  
    }  
}
```

©Gardarin 2001

9

Algorithme Unlock

```
➤ Procédure Unlock(Transaction t, Objet O){  
    t.verrou(O) := 0 ;  
    Pour chaque transaction i dans la queue de O {  
        si Lock(i, O,M) alors {  
            enlever (i,M) de la queue de O ;  
            débloquer i ; } ;  
    }  
}
```

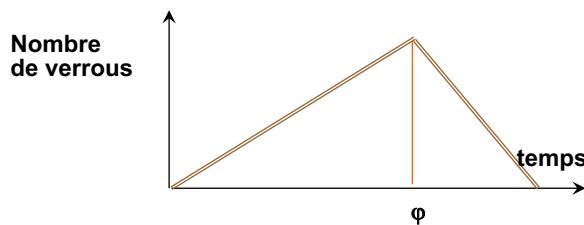
©Gardarin 2001

10

Condition de corrections

➤ Transactions deux phases

- une transaction ne peut relâcher de verrous avant de les avoir tous acquis



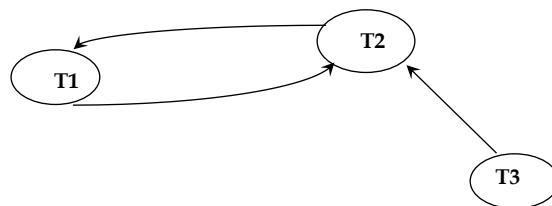
©Gardarin 2001

11

Problèmes du Verrouillage

➤ Verrou mortel

- risques de circuit d'attentes entre transactions



➤ Granularité des verrous

- page : en cas de petits objets, trop d'objets verrouillés
- objet : trop de verrous, gestion difficile

©Gardarin 2001

12

Résolution du verrou mortel

➤ Prévention

- définir des critères de priorité de sorte à ce que le problème ne se pose pas
- exemple : priorité aux transactions les plus anciennes

➤ Détection

- gérer le graphe des attentes
- lancer un algorithme de détection de circuits dès qu'une transaction attend trop longtemps
- choisir une victime qui brise le circuit

©Gardarin 2001

13

Améliorations du verrouillage

➤ Relâchement des verrous en lecture après opération

- - non garantie de la reproductibilité des lectures
- + verrous conservés moins longtemps

➤ Accès à la version précédente lors d'une lecture bloquante

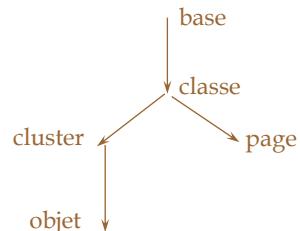
- - nécessité de conserver une version (journaux)
- + une lecture n'est jamais bloquante

©Gardarin 2001

14

Granularité Variable

- Plusieurs granules de verrouillage sont définis, inclus l'un dans l'autre
- Le verrouillage s'effectue en mode intention sur les granules supérieurs et en mode effectif sur les granules choisis
 - les modes intentions sont compatibles
 - les modes effectifs et intentions obéissent aux compatibilités classiques



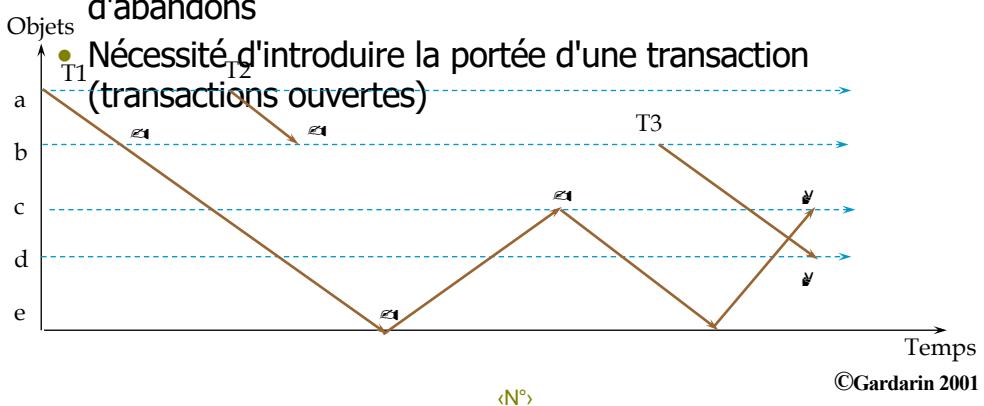
©Gardarin 2001

15

Verrouillage Altruiste

- Restitution des verrous sur les données qui ne seront plus utilisées

- L'abandon d'une transaction provoque des cascades d'abandons



©Gardarin 2001

16

Degré d'isolation en SQL2

➤ Définition de degrés d'isolation emboîtés

- Degré 0
 - garantit les non perte des mises à jour
 - pose de verrous courts exclusifs lors des écritures
- Degré 1
 - garantit la cohérence des mises à jour
 - pose de verrous longs exclusifs en écriture
- Degré 2
 - garantit la cohérence des lectures individuelles
 - pose de verrous courts partagés en lecture
- Degré 3
 - garantit la reproductibilité des lectures
 - pose de verrous longs partagés en lecture

©Gardarin 2001

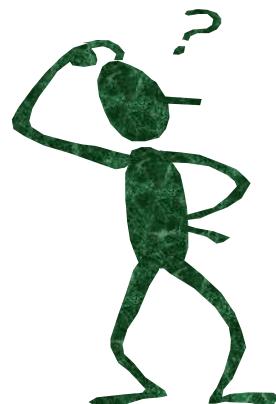
«N°»

17

Bilan Verrouillage

➤ Approche pessimiste

- prévient les conflits
- assez coûteuse
- assez complexe



➤ Approche retenue

- dans tous les SGBD industriels

➤ Difficile de faire mieux !

©Gardarin 2001

«N°»

18

4. Ordonnancement par estampillage

➤ Estampille (TimeStamp) associée à chaque transaction

- date de lancement de la transaction
- garantie d'ordre total (unicité)

➤ Conservation des estampilles

- dernier écrivain : Writer
- plus jeune lecteur : Reader

➤ Contrôle d'ordonnancement

- en écriture: estampille écrivain > Writer et > Reader
- en lecture: estampille lecteur > Writer

➤ Problèmes

- reprise de transaction en cas d'accès non sérialisé
- risque d'effet domino en cas de reprise de transaction

©Gardarin 2001

◀N°

19

Algorithme d'ordonnancement

➤ Fonction READ (Transaction t, Objet O) {

```
  si O.Writer ≤ t.estampille alors {
    Read := Get(O) ; // effectuer la lecture
    O.Reader := MAX (O.Reader,t.estampille) ; // mettre à
    jour dernier lecteur }
  sinon Abort(t); } .
```

➤ Fonction Write (Transaction t, Objet O, Contenu C){

```
  si O.Writer ≤ t.estampille et O.Reader ≤ t.estampille alors{
    Set(O,C) ; // effectuer l'écriture
    O.Writer := t.estampille ; // mettre à jour dernier
    écrivain }
  sinon Abort(t); } .
```

©Gardarin 2001

◀N°

20

La Certification Optimiste

➤ Les contrôles s'effectuent seulement en fin de transaction

- Phase d'accès : on garde les OID des objets lus/écrits
- Phase de certification : on vérifie l'absence de conflits (L/E ou E/E même objet) avec les transactions certifiées pendant la phase d'accès
- Phase d'écriture (commit) pour les transactions certifiées

➤ Avantages et inconvénients

- + test simple d'intersection d'ensembles d'OID en fin de transaction
- - tendance à trop de reprises en cas de conflits fréquents (effondrement)

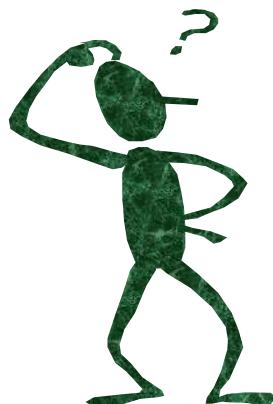
©Gardarin 2001

21

Bilan Estampillage

➤ Approche optimiste

- coût assez faible
- détecte et guérit les problèmes



➤ Guérison difficile

- catastrophique en cas de nombreux conflits
- absorbe mal les pointes

➤ Sophistication

- ordonnancement multiversions

©Gardarin 2001

22

5. Techniques avancées

➤ Transactions longues

- mise à jour d'objets complexes
- sessions de conception

➤ Prise en compte de la sémantique des application

- opérations commutatives (e.g., ajouts d'informations)
- essais concurrents

➤ Travail coopératif

- modèles concurrents plutôt que séquentiels

◀N°

©Gardarin 2001

23

Commutativité d'Opérations

➤ Possibilité de distinguer d'autres opérations que Lire/Ecrire

- chaque objet possède sa liste d' opérations (méthodes)
- les opérations commutatives n'entraînent pas de conflits
- la commutativité peut dépendre du résultat

➤ Cas des ensembles

	[Ins,ok]	[Del,ok]	[In, true]	[In, False]
[Ins,ok]	1	0	0	0
[Del,ok]	0	1	0	1
[In, true]	0	0	1	1
[In, False]	0	1	1	1

◀N°

©Gardarin 2001

24

Contrôleur de Commutativité

- Chaque objet possède un contrôle de concurrence défini au niveau de la classe
 - laisse passer les opérations commutatives
 - bloque les opérations non commutatives (ordonnancement)
- Le modèle est ouvert et nécessite
 - soit des transactions de compensations
 - soit la gestion de listes de transactions dépendantes
- Un potentiel pour les SGBDO non encore implémenté (complexe)

◀N°

©Gardarin 2001

25

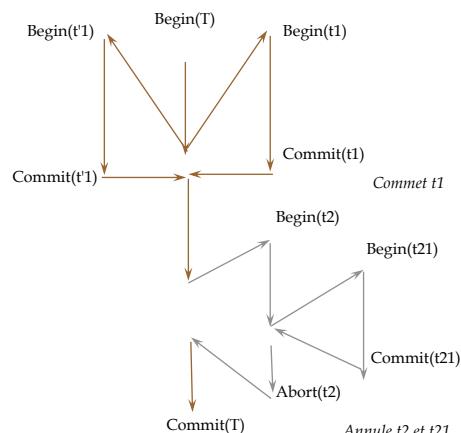
Transactions Imbriquées

➤ OBJECTIFS

- Obtenir un mécanisme de reprise multi-niveaux
- Permettre de reprendre des parties logiques de transactions
- Faciliter l'exécution parallèle de sous-transactions

➤ SCHEMA

- Reprises et abandons partiels
- Possibilité d'ordonner ou non les sous-transactions



◀N°

©Gardarin 2001

26

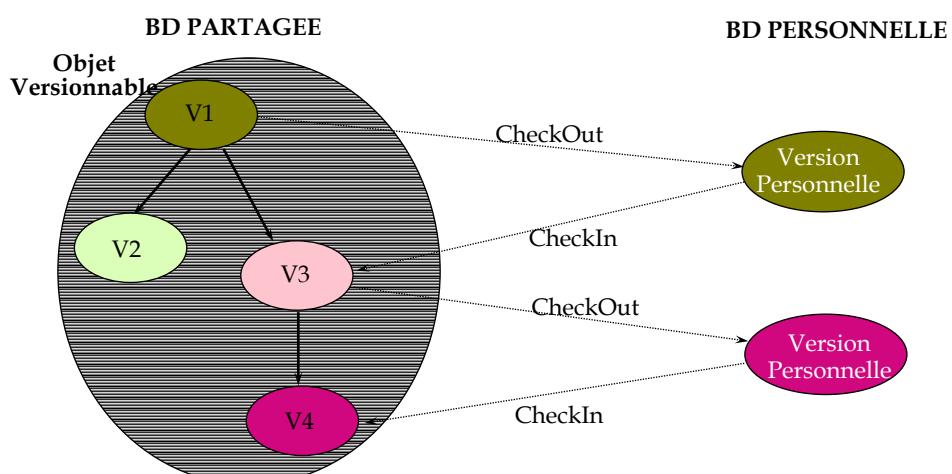
Verrouillage et Transactions Imbriquées

- Chaque transaction peut acquérir ou relâcher des verrous
- Un verrou est accepté si l'objet est libre ou verrouillé par un ancêtre
- Les verrous non relâchés sont rendus à la transaction mère
- Problèmes de conflits entre sous-transactions parallèles
 - risque de verrous mortels
 - l'ancêtre commun peut trancher
- Gestion de journaux multiniveaux
 - organisation sous forme de piles
 - nécessité de journaux multiples en cas de parallélisme

©Gardarin 2001

27

Versions



©Gardarin 2001

28

CheckOut / CheckIn

➤ CheckOut

- extrait un objet de la BD afin d'en dériver une nouvelle version

➤ CheckIn

- réinstalle une nouvelle version de l'objet dans la BD

	Lecture	Ecriture	COut P	COut E
Lecture	1	0	1	0
Ecriture	0	0	0	0
COut Partagée	1	0	1	0
COut Exclusif	0	0	0	0

◀N°

©Gardarin 2001

29

Fusion des Versions

➤ Maintient différentiel

- seuls les objets/pages modifiés sont maintenus

➤ Pas d'objets communs modifiés

- la fusion est une union des deltas

➤ Des objets communs modifiés

- nécessité d'intervention manuelle (choix)

◀N°

©Gardarin 2001

30

6. Conclusion

➤ Amélioration du verrouillage

- Transactions ouvertes
- Granularité variable
- Commutativité des opérations
- Transactions imbriquées
- Versions

➤ Amélioration des modèles transactionnels

- Transactions imbriquées
- Sagas, Activités, Versions

➤ Beaucoup d'idées, peu d'implémentations originales

- la plupart des systèmes utilisent le verrouillage type SQL

◀ N°

©Gardarin 2001