Bases de données

Cours 6 : Introduction à des notions avancées (Index, Déclencheurs, Transactions)

Nicolas DURAND

ESIL
Université de la Méditerranée - Aix-Marseille II
nicolas.durand@esil.univmed.fr
http://nicolas.durand.perso.esil.univmed.fr/pub/

Préambule

Exemple utilisé dans ce cours

Client(numClient, nom, prénom, ca)
Article(numArticle, description, prixUnitaire, quantitéEnStock)
Commande(numCommande, numClient, dateCommande, montant)
LigneCommande(numCommande, numArticle, quantité)

Sommaire

Définition

- Pour compléter le schéma d'une table (relation), on peut créer des **index**.
- Permet une **recherche rapide d'une information**.
- Notion d'index : même que pour un livre

Livre	Base de données
Mots-clés de l'index	Valeurs d'un attribut
Pages	Adresses mémoires où sont stockées ces valeurs

Caractéristiques

- Objet optionnel associé à une table.
- Mis à jour automatiquement lors de modifications de la table.
- Possibilité de créer plusieurs index sur une même table.
- Peut concerner plusieurs attributs d'une même table (*index composé*).

Exemple

Exemple

SELECT * FROM Client WHERE nom = 'Martin' ;

- Un moyen pour récupérer la ou les lignes répondant à la clause nom='Martin' est de balayer toute la table.
- Le temps de réponse sera prohibitif dès que la table dépasse quelques centaines de lignes.
- Afin d'optimiser ce type de requête, on pourra indexer l'attribut "nom".

Création et suppression d'un index

Création

```
CREATE INDEX nom_index ON nom_table (nom_attribut1, . . .) ;
```

Exemple

```
CREATE INDEX idxNomClient ON Client (nom) ;
```

Suppression

```
DROP INDEX nom_index ;
```

- Création **implicite** d'index : chaque fois qu'une **clé primaire** ou une **contrainte d'unicité** sur un attribut est définie pour une table.
- Pour vérifier l'existence d'index : consulter les vues (ORACLE) USER_INDEXES, USER_IND_COLUMNS, ALL_INDEXES, ALL_IND_COLUMNS ou DBA_INDEXES.

Critères d'indexation

On choisira de créer un index sur :

- Les attributs utilisés comme **critère de jointure**,
- Les attributs servant souvent de **critères de sélection**,
- Sur une table de gros volume (d'autant plus intéressant si les requêtes sélectionnent peu de lignes).

L'adjonction d'index accélère la recherche des lignes.
Mais il ne faut pas créer des index à tort et à travers.

- Impact négatif sur les commandes d'insertion et de suppression (car mise à jour de tous les index portant sur la table) $\longrightarrow$ coût.

Critères d'indexation

Remarque :

- Les *valeurs non renseignées* ne sont pas stockées dans l'index (pour minimiser le volume), l'index n'est donc d'aucune utilité pour retrouver les valeurs non renseignées (lorsque le critère de recherche est IS NULL ou IS NOT NULL).
- L'index n'est pas mis en oeuvre lors de l'évaluation d'une requête si la(les) attribut(s) correspondant(s) sont utilisés par l'intermédiaire d'une *expression*, d'une *fonction* ou d'une *conversion implicite*.

Exemples

- La table "Client" bénéficie d'un index sur l'attribut "nom", d'un index sur "numClient" et d'un index sur le champs "ca".
- Les index sont utilisés dans les cas suivants :

```
SELECT * FROM Client WHERE numClient = 500 ;
SELECT * FROM Client WHERE numClient >= 412 ;
SELECT * FROM Client WHERE numClient BETWEEN 300 AND 500 ;
SELECT * FROM Client WHERE nom ='Martin' ;
SELECT * FROM Client WHERE nom LIKE 'M%' ;
```

- Les index sont inutiles dans les cas suivants :

```
SELECT * FROM Client WHERE nom IS NULL ;
SELECT * FROM Client WHERE ca*10 >= 10000 ;
```

Sommaire

Définition

- Un **déclencheur** (ou triggers) est une règle, dite *active*, de la forme : "événement-condition-action".
- **Procédure stockée** dans la base qui est déclenchée automatiquement par des *événements spécifiés par le programmeur* et ne s'exécutant que lorsqu'une condition est satisfaite.

Utilité

Les déclencheurs permettent :

- La possibilité d'**éviter les risques d'incohérence** dus à la présence de redondance.
- L'**enregistrement automatique** de certains événements.
- La spécification de **contraintes liées à l'évolution de données**.
  - Exemple : un salaire ne peut qu'augmenter.
- De définir toutes **règles complexes liées à l'environnement d'exécution** (restrictions sur des horaires, des clients, . . .).

Principe

Séquence *Evénement-Condition-Action* :

- Trigger déclenché par un **événement** spécifié par le programmeur
  - Insertion, destruction, modification sur une table.
- Test de la **condition** : si cette dernière n'est pas vérifiée, alors l'exécution s'arrête.
- Si vérifiée, l'**action** est réalisée (toutes opérations sur la base de données).

Caractéristiques

- **Un seul déclencheur par événement sur une table**.
- Les déclencheurs permettent de rendre une base de données **dynamique**.
  - Une opération peut en déclencher d'autres, qui elles-mêmes peuvent entraîner en cascade d'autres déclencheurs. . .
- ***Ce mécanisme n'est pas sans danger !***
  - Risque de boucle infinie.

Caractéristiques

- *Manipulation simultanée* de l'**ancienne** et de la **nouvelle** valeur d'un attribut ($\longrightarrow$ tests sur l'évolution).
- Un déclencheur peut être exécuté :
  - **Une fois** pour un seul ordre SQL,
  - Ou **à chaque ligne concernée** par cet ordre.
- L'action peut être réalisée **avant** ou **après** l'événement.

Caractéristiques

Concernant "**action**" :

- SQL n'est pas procédural
  $\longrightarrow$ Les SGBD fournissent une extension du langage SQL
  - instructions de branchement conditionnel, instructions de répétition, affectations, . . .
- Langage impératif permettant de créer des véritables procédures (procédures stockées)
  - **PL/SQL** pour ORACLE
  - T-SQL pour SQL Server
  - norme SQL2003 pour DB2 et MySQL5.

Création et suppression (ORACLE)

CREATE [OR REPLACE] TRIGGER nom_trigger
BEFORE | AFTER
INSERT | DELETE | UPDATE [OF col,. . .,col]
[OR INSERT | DELETE | UPDATE [OF col,. . .,col] . . .]
ON nom_table
[[REFERENCING [OLD [AS] old] [NEW [AS] new]]
[FOR EACH ROW] [WHEN (condition)]]
bloc_pl/sql ;

Recompilation : ALTER TRIGGER nom_trigger COMPILE ;
Activation/désact. : ALTER TRIGGER nom_trigger {ENABLE | DISABLE} ;
Suppression : DROP TRIGGER nom_trigger ;

Création (ORACLE)

- **REPLACE** : lorsque l'on veut installer une nouvelle version du trigger
- **BEFORE/AFTER** : précise le moment de déclenchement du trigger (avant ou après la mise à jour)
- **DELETE/UPDATE/INSERT** : précise le ou les évènements concernés par le déclenchement. S'il y a plusieurs événements, on sépare les évènements par un "OR".
- **ON TABLE** précise le nom de la table concernée.
- **FOR EACH ROW** : précise si le trigger doit être déclenché pour chaque ligne mise à jour. Dans ce cas, il existe deux variables :new et :old qui contiennent respectivement le nouveau et l'ancien contenu de la ligne.
- **WHEN(condition)** : l'action peut n'être déclenchée que pour une partie des lignes mises à jour.

Déclencheur : exemple 1

Vérification qu'un prix ne peut baisser.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER pas_baisse_prix
BEFORE UPDATE OF prixUnitaire ON Article
FOR EACH ROW
WHEN (OLD.prixUnitaire > NEW.prixUnitaire)
BEGIN
raise_application_error(-20100, ”le prix d'un article ne peut pas
diminuer”) ;
END ;
```

Déclencheur : exemple 2

Déclencheur insérant un enregistrement à l'intérieur d'une seconde table "Client100" lorsqu'une opération d'insertion s'est accomplie dans une première table "Client".
Il vérifie aussi si le nouveau n-uplet possède un attribut "ca" supérieur ou égal à 100.

```
CREATE TRIGGER declencheur1
AFTER INSERT ON CLIENT
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.ca >= 100)
BEGIN
INSERT INTO Client100
VALUES( :new.numClient, :new.nom, :new.prénom, :new.ca) ;
END ;
```

PL/SQL

- ProceduraL SQL
- Bloc PL/SQL

```
DECLARE
-- déclarations de variables locales
BEGIN
/* instructions, commandes SQL, structures de contrôle */
EXCEPTION
/* gestion des erreurs */
END ;
```

DECLARE est facultatif.
BEGIN. . .END est obligatoire.
EXCEPTION est facultatif.

PL/SQL : déclarations

- Dans "DECLARE" : déclaration de variables, constantes, curseurs, exceptions.

nom_var [CONSTANT]
{type | nom_table.identifiant_de_colonne%TYPE }
[NOT NULL] [{ := | DEFAULT} expression PL/SQL] ;

Exemple

```
/*déclaration de la variable Vnom de type varchar sur 20 caractères :*/
Vnom varchar2(20) ;
/*déclaration de la variable Vprenom du même type que la colonne
"prénom" de la table Client :*/
Vprenom client.prenom%type ;
```

PL/SQL : assignation des variables

Il y a plusieurs façons d'assigner une valeur à une variable :

- par l'intermédiaire d'un INTO dans un SELECT ne renvoyant qu'une ligne résultat.
- par l'intermédiaire d'un :=

Exemple d'utilisation de INTO

```
DECLARE
– déclaration de la variable Vnom –
Vnom Client.nom%type ;
BEGIN
– récupération du contenu de la colonne nom de la table client –
– assignation de cette valeur à la variable vnom –
SELECT nom INTO Vnom FROM Client WHERE numClient = 1 ;
END ;
```

PL/SQL : assignation des variables

Exemple d'utilisation de :=

```
DECLARE
– déclaration de la variable vnom –
Vnom client.nom%type ;
BEGIN
– Vnom prend la valeur ”Toto” –
Vnom := ’Toto’ ;
INSERT INTO Client VALUES (1,Vnom,NULL,0) ;
END ;
```

PL/SQL : structures de contrôle

```
IF condition THEN liste_de_commandes ;
[ ELSEIF condition THEN liste_de_commandes ;
[ ELSEIF condition THEN liste_de_commandes ;] . . .]
[ ELSE condition THEN liste_de_commandes ;]
END IF ;
```

```
IF nom='Toto' THEN ca := ca * 2 ;
ELSEIF ca > 10000 THEN ca := ca / 2 ;
ELSE ca := ca * 3 ;
END IF ;
```

PL/SQL : boucles (for)

```
FOR compteur IN [REVERSE] limite_inf .. limite_sup
liste_de_commandes ;
END LOOP ;
```

```
DECLARE
x NUMBER(3) ;
BEGIN
FOR x IN 1..100
INSERT INTO Client VALUES (x, 'Toto', 'Machin', 1) ;
END LOOP ;
END ;
```

PL/SQL : boucles (while)

```
WHILE condition LOOP
liste_de_commandes ;
END LOOP ;
```

```
DECLARE
x NUMBER(3) :=1 ;
BEGIN
WHILE x<=100 LOOP
INSERT INTO Client VALUES (x, 'Toto', 'Machin', 1) ;
x :=x+1 ;
END LOOP ;
END ;
```

PL/SQL : gestion des erreurs

```
EXCEPTION
WHEN exception1 [OR exception2 OR . . .] THEN instructions
WHEN exception3 [OR exception2 OR . . .] THEN instructions
WHEN OTHERS THEN instructions
END ;
```

Quelques exceptions standards :

- NO_DATA_FOUND : devient vrai dès qu'une requête renvoie un résultat vide,
- TOO_MANY_ROWS : requête renvoie plus de lignes qu'escompté,
- INVALID_NUMBER : nombre invalide.

PL/SQL : gestion des erreurs (exemple)

```
DECLARE
Nom_anomalie EXCEPTION ;
. . . ;
BEGIN
. . . ;
IF montant=0 THEN
RAISE nom_anomalie ;
. . . ;
EXCEPTION
WHEN nom_anomalie THEN
/* traitement ; */
END ;
```

PL/SQL : quelques procédures utiles

- dbms_output.put_line(message_texte) ;

```
dbms_output.put_line('Bonjour') ;
```

- raise_application_error(error_number, message_texte) ;

```
raise_application_error(-20001, 'Le prix augmente :' ||
to_char( :old.prixUnitaire) || '->' || to_char( :new.prixUnitaire) || '. Cela
n'est pas autorisé.') ;
```

Déclencheur : exemple 3

Si insertion nouvelle commande alors mise à jour de Client pour assurer la cohérence de la base.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER maj_client
BEFORE INSERT ON Commande FOR EACH ROW DECLARE
Vclient Client.numClient%TYPE ;
BEGIN
SELECT numClient INTO Vclient FROM Client
WHERE numClient = :new.numClient ;
UPDATE Client SET ca = ca + :new.montant
WHERE numClient = :new.numClient ;
EXCEPTION
WHEN NO_DATA_FOUND
THEN
INSERT INTO Client VALUES ( :new.numClient,NULL,NULL,0) ;
END ;
```

Sommaire

Transaction

- Transaction = *séquence d'opérations* qui accèdent et modifient le contenu d'une base de données.
- *Unité de traitement atomique* qui fait passer la base de données d'un état ***cohérent*** à un état ***cohérent***. Pendant la transaction, l'état de la base de données peut être incohérent.

Une transaction s'effectue :

- ***Complètement***, les mises à jour qu'elle a effectuées sur la base de données sont **validées**.
- ***Incomplètement*** (annulation ou panne), toutes les mises à jour effectuées depuis le début de la transaction sont **invalidées**.

Etapes d'une transaction

- Délimitation par des instructions de début et de fin.
- Début si :
  - Connexion à la base de données, ou fin de la transaction précédente.
- Fin si :
  - *COMMIT* (validation de la transaction), *ROLLBACK* (abandon de la transaction), ou fin (normale) de session.

START	**START**
. . .suite d'opérations. . .	. . .suite d'opérations. . .
COMMIT	**ROLLBACK**

- Découpage d'une transaction en créant des points d'arrêt : SAVEPOINT point ;
- Annulation d'une partie de la transaction : ROLLBACK TO [SAVEPOINT] point ;

Transaction : exemple

```
BEGIN
INSERT INTO Client2 (nomClient) VALUES ('acheteur') ;
COMMIT ;
afficher('Le client a été inséré') ;
EXCEPTION
WHEN DUP_VAL_ON_INDEX THEN
afficher('Le client existe déjà') ;
ROLLBACK ;
WHEN OTHERS
afficher('Erreur inconnue à l insertion') ;
ROLLBACK ;
END ;
```

Propriétés (ACID) d'une transaction

Le SGBD doit assurer que toute transaction possède les propriétés suivantes :

- **Atomicité**
  - Une transaction est une unité atomique de traitement.
- **Cohérence**
  - Une transaction préserve la cohérence de la BD.
- **Isolation**
  - Les exécutions des transactions ne doivent pas interférer les unes avec les autres.
- **Durabilité**
  - Les changements appliqués à la BD par une transaction validée doivent persister (même suite à une défaillance).

Concurrence d'accès

- SGBD : **multi-utilisateurs**.
- Une même information peut manipulée par plusieurs utilisateurs à la fois.
  $\longrightarrow$ ***problèmes d'accès concurrents***
- Unité de la concurrence = **transaction**.

Cas d'un système de réservation

- Alice et Tom travaillent chacun dans une agence de voyage.
- Alice (transaction T1) veut annuler N réservations sur un vol V1 et réserver N places sur un vol V2.
- Tom (transaction T2) veut réserver M places sur le vol V1.
- L'exécution concurrente de T1 et de T2 *sans contraintes de synchronisation* peut produire un certain nombre de problèmes.

Problèmes dus à la concurrence

Si aucun contrôle du déroulement, les problèmes suivants peuvent apparaître :

- Perte de mise à jour.
- Lecture impropre.
  - Lecture de données incohérentes,
  - Lecture de données non confirmées.
- Lecture non reproductible.
- Objets fantômes.

Perte de mise à jour

T_1	T_2	*BD*
		$A = 10$
`read A`		
	`read A`	
`A = A + 10`		
`write A`		$A = 20$
	`A = A + 50`	
	`write A`	$A = 60$

On devrait avoir A=70 MAIS on a A = 60 : perte de la mise à jour de T_1.

Lecture impropre (données incohérentes)

T_1	T_2	BD
		$A + B = 200$
		$A = 120$ $B = 80$
`read A`		
`A = A - 50`		
`write A`		$A = 70$
	`read A`	
	`read B`	
	`display A + B` (150 est affiché)	
`read B`		
`B = B + 50`		
`write B`		$B = 130$

T_1 est cohérente MAIS T_2 devrait afficher la valeur 200.

Lecture impropre (données non confirmées)

T_1	T_2	BD
		$A = 50$
	`A = 70`	
	`write A`	$A = 70$
`read A` `(70 est lu)`		
	`rollback` (La valeur initiale de A est restaurée)	$A = 50$

T_1 a lu une valeur de A incorrecte : tout doit se passer comme si T_2 n'avait jamais changé A.

Lecture non reproductible

T_1	T_2	BD
		$A = 10$
	read A (10 est lu)	
A = 20		
write A		$A = 20$
	read A (20 est lu)	

T_2 (qui ne modifie pas A) devrait obtenir à chaque lecture la même valeur pour cette donnée.

Objet fantôme

T_1	T_2	BD
		E = {1, 2, 3}
display card(E) 3 est affiché		
	insert 4 into E	E = {1, 2, 3, 4}
display card(E) 4 est affiché		

T_1 n'a pas vu l'ajout de 4 dans E par T_2, pour T_1 4 est un objet fantôme.

Résolution des problèmes de concurrence

- Principe : la **sérialisabilité** de l'exécution d'un ensemble de transactions.
- Si les transactions sont exécutées les unes après les autres, il n'y a pas de problèmes de concurrence.
  - Appliquée systématiquement, cette solution serait très coûteuse en temps d'attente
- Solution adoptée : exécuter un ensemble de transactions concurrentes de façon à ce que le résultat soit ***équivalent à une exécution en série*** de ces transactions :
  - une telle exécution est alors dite ***sérialisable***.

Résolution des problèmes de concurrence

- Exécution en série : l'exécution d'un ensemble de transactions est dite en série si, pour tout couple de transactions, tous les événements de l'une précédent tous les événements de l'autre.
- Exécutions équivalentes : deux exécutions d'un même ensemble de transactions sont équivalentes ssi :
  - Elles sont constituées des mêmes événements,
  - Elles produisent le même état final de la BD et les mêmes résultats pour les transactions :
    - Les lectures produisent les mêmes résultats,
    - Les écritures sont réalisées dans le même ordre.

Une exécution concurrente d'un ensemble de transactions est dite sérialisable ssi il existe une exécution en série équivalente.

Condition de sérialisabilité

- Deux opérations sont dites **conflictuelles** si elles appartiennent à deux transactions différentes et si elles ne sont pas permutables.
- Deux opérations appartenant à deux transactions différentes sont conflictuelles si et seulement si elles portent sur la même donnée et que l'une des deux au moins est une opération d'**écriture**.
- Une exécution concurrente est sérialisable si elle peut être transformée en une exécution en série équivalente par une suite de **permutations d'opérations non conflictuelles**.

Conflits d'opérations

- Les opérations suivantes peuvent être permutées sans problème :
  - lecture, lecture.
  - opérations sur des données différentes.
- Opérations (sur une même donnée) non permutables :
  - lecture, écriture.
  - écriture, lecture.
  - écriture, écriture.

Exemple d'exécution sérialisable

T_1	T_2
read A	
write A	
	read A
read B	
	write A
write B	
	read B
	write B

T_1	T_2
read A	
write A	
read B	
	read A
write B	
	write A
	read B
	write B

T_1	T_2
read A	
write A	
read B	
write B	
	read A
	write A
	read B
	write B

Résolution des conflits

- Solution : **verrouillage** des données.
- Synchronise les accès aux données des bases.
- Dès qu'une transaction accède à des données, elle utilise un verrou.
- *Dégrade les performances* de la base de données.
  - A utiliser avec parcimonie,
  - Le moins longtemps possible.

Verrouillage

Le verrouillage est la technique la plus classique pour résoudre les problèmes dus à la concurrence :

- Avant de lire ou écrire une donnée une transaction peut demander un **verrou** sur cette donnée pour interdire aux autres transactions d'y accéder.
- Si ce verrou ne peut être obtenu, parce qu'une autre transaction en possède un, la transaction demandeuse est ***mise en attente***.

Afin de limiter les temps d'attente, on peut jouer sur :

- La **granularité** du verrouillage : pour restreindre la taille de la donnée verrouillée.
- Le **mode** de verrouillage : pour restreindre les opérations interdites sur la donnée verrouillée.

Verrouillage

Granularité de verrouillage : on peut verrouiller

- un n-uplet (donc toutes ses valeurs),
- une table (donc toutes ses lignes),
- la BD (donc toutes ses tables).

Modes de verrouillage

- Les deux modes les plus simples sont :
  - **partagé** (S) : demandé avant de lire une donnée,
  - **exclusif** (X) : demandé avant de modifier une donnée.
- Les règles qui régissent ces deux modes sont les suivantes :
  - Un verrou partagé ne peut être obtenu sur une donnée que si les verrous déjà placés sur cette donnée sont eux même partagés.
  - Un verrou exclusif ne peut être obtenu sur une donnée que si aucun verrou n'est déjà placé sur cette donnée.

```
lock t (A) /* avec t = X pour exclusif, = S pour shared */
unlock (A)
```

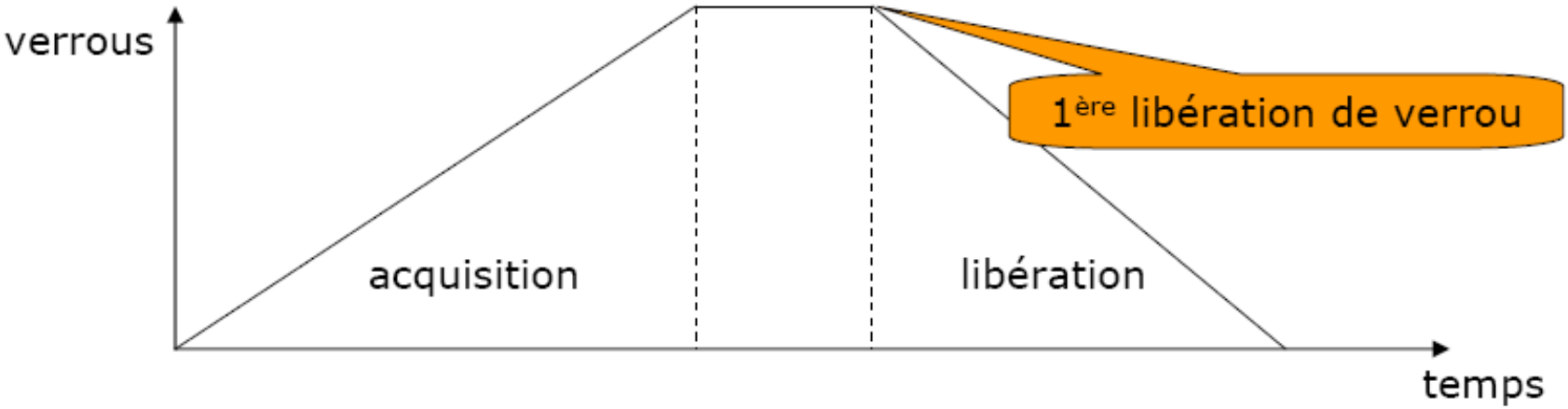
Verrouillage à deux phases

- Une transaction est bien formée si :
  - elle ***obtient*** un verrou sur une donnée avant de lire ou d'écrire cette donnée,
  - elle ***libère*** tous ses verrous avant de se terminer.
- Une transaction est **à deux phases** si elle est *bien formée* et si après avoir libéré un verrou elle *n'en acquiert plus*.

Verrouillage à deux phases

On distingue donc :

- une phase d'acquisition des verrous,
- une phase de libération des verrous.



Verrouillage à deux phases

- Il est démontré que l'exécution d'**un ensemble de transactions à deux phases est sérialisable**.
- En conséquence il ne peut y avoir ni pertes de mise à jour, ni lectures impropres, ni lectures non reproductibles.
- Les transactions sont sérialisées dans l'ordre du début de leur phase de libération.

Plus de perte de mise à jour

T_1	T_2	*BD*
		$A = 10$
`lock X A`		
`read A`		
	`lock X A`	
`A = A + 10`	*attente*	
`write A`	*attente*	$A = 20$
`unlock A`	*attente*	
	`read A`	
	`A = A + 50`	
	`write A`	$A = 70$
	`unlock A`	

Plus de lecture impropre

T_1	T_2	BD
		$A + B = 200$
		$A = 120$ $B = 80$
lock X A		
read A		
A = A - 50		$A = 70$
write A		
	lock S A	
lock X B	attente	
read B	attente	
B = B + 50	attente	
write B	attente	$B = 130$
commit	attente	

suite T_2

read A
lock S B
read B
display A + B (200 est affiché)

Plus de lecture non reproductible

T_1	T_2	*BD*
		$A = 10$
	`lock S A`	
	`read A` (10 est lu)	
`lock X A`		
attente	`read A` (10 est lu)	
attente	`unlock A`	
`A = 20`		
`write A`		$A = 20$

n-uplets fantômes

Le verrouillage des n-uplets ne résoud pas le problème.

T_1	T_2

`SELECT COUNT(*)`
`FROM livre`
`WHERE année = 2003;`
(réponse *n*)
 	
`SELECT COUNT(*)`
`FROM livre`
`WHERE année = 2003;`
(réponse *n* + 1)
`COMMIT`
	`INSERT INTO livre`
	`VALUES ("Les BD", 2003);`
	`COMMIT`

Chaque n-uplet de la table "livre" lu par T_1 est verrouillé en lecture, mais cela n'a pas d'influence sur la création d'un nouveau n-uplet par T_2.

n-uplets fantômes

Le verrouillage de tables empêche l'apparition de n-uplets fantômes.

T_1	T_2

`LOCK S livre`
`SELECT COUNT(*)`
`FROM livre`
`WHERE année = 2003;`
(réponse *n*)
 	
`SELECT COUNT(*)`
`FROM livre`
`WHERE année = 2003;`
(réponse *n*)
`COMMIT`
	
	`LOCK X livre`
	attente
	attente
	attente
	attente
	attente
	`INSERT INTO livre`
	`VALUES ("Les BD", 2003);`
	`COMMIT`

Niveau d'isolation d'une transaction

Niveaux d'isolation :

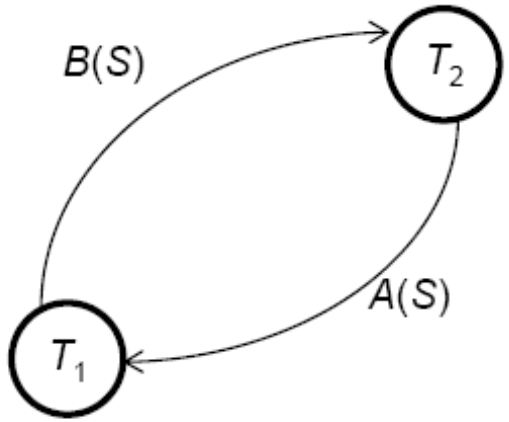
- serializable : aucun problème. (attention...)
- read committed (par défaut pour ORACLE) : pas de perte de mise à jour, ni de lecture impropre.
- read uncommitted (absent d'ORACLE) : pas de perte de mise à jour.
- read only

SET TRANSACTION <option> ;
<option> : := read only | isolation level <niveau-d-isolation>
| read write | use rollback segment <rollback_segment>
<niveau-d-isolation> : := serializable | read committed

SET TRANSACTION NAME ma_trans ;
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL ma_trans SERIALIZABLE ;

Interblocage

T_1	T_2
`lock X A`	
	`lock X B`
`lock S B`	
attente	`lock S A`
attente	*attente*



graphe d'attente

Résolution de l'interblocage :

- Prévention, détection.
- Estampillage : transactions estampillées avec l'heure de lancement (TimeStamp, TS). *die-wound*, *wound-wait*.
- Autres stratégies : *no waiting*, *cautious waiting*, *timeout*.

Récupération de bases de données (Reprise)

- ***Pannes*** d'un SGBD :
  - panne d'ordinateur,
  - panne de disque.
- La **reprise à chaud**, après un abandon de transaction ou une panne d'ordinateur, peut être réalisée automatiquement et rapidement, en s'appuyant sur la tenue d'un journal qui garde en mémoire tous les événements d'une transaction.
- La **reprise à froid**, après une panne de disque est plus longue à mettre en oeuvre. Elle nécessite de réaliser des copies régulières de la BD et un archivage des mises à jour entre deux copies.

Atomicité et durabilité

- Le respect de l'atomicité peut impliquer de défaire les effets d'une transaction lorsque celle-ci a été abandonnée.
- Le respect de la durabilité implique que le SGBD doit être capable de remettre la base de données en état après une panne :
  - les mises à jour faites par une transaction non confirmée avant la panne doivent être défaites.
- C'est le **gestionnaire de reprise** qui assure cette tâche.

Journalisation

- **Journal** : fichier séquentiel qui contient une suite d'enregistrements dont chacun décrit un événement concernant la vie des transactions et les modifications de la BD.
- Fichier séquentiel enregistré sur une mémoire stable, c.-à-d. une mémoire qui théoriquement ne peut pas être détruite.
- Si nécessaire, le journal est sauvegardé régulièrement sur un disque miroir, bandes magnétiques, . . .

Exemple d'événements journalisés

Evénement	**Signification**
(*T* start)	début de la transaction d'identificateur *T*
(*T D a*)	mise à jour la donnée *D* par la transaction *T* : son ancienne valeur était *a*
(*T D n*)	mise à jour la donnée *D* par la transaction *T* : sa nouvelle valeur est *n*
(*T* commit)	confirmation de la transaction *T*
(*T* abort)	abandon de la transaction *T*
(check point)	point de reprise

Un extrait de journal

T_1	T_2
start	
read A	
A = A + 10	
write A	
rollback	
	start
	read B
	B = B + 20
	write B
	commit

Journal
T_1 start
T_1 A 30 40
T_2 start
T_2 B 70 90
T_2 commit

Point de reprise (check point)

- **Point de reprise** = marque dans le journal indiquant un moment où :
  - Aucune transaction n'était en cours.
  - Toutes les données écrites par des transactions antérieures au point de reprise avaient été transférées sur disque.
- Pour obtenir un point de reprise, il faut donc :
  - Interdire le début de nouvelles transactions,
  - Laisser se terminer les transactions en cours.