UNIVERSITE PARIS DAUPHINE

Licence MI2E - 3ème année

Mention Informatique

et Mention Mathématiques Mineure Informatique

Notions d'architecture des SGBD

Maude Manouvrier

- Architecture générale d'un SGBD
- Organisation des données
- Évaluation et optimisation de requêtes
- Gestion de la concurrence / transactions
- Reprise sur pannes

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages de référence utilisés pour le cours :

R. Ramakrishnan et J. Gehrke, *Database Management Systems*, Second Edition; McGraw-Hill, 2000, disponible à la BU 055.7 RAM

H. Garcia Molina, J.D. Ullman et J. Widom, *Database System Implementation*, Prentice Hall, 2000, disponible à la BU 005.7 GAR

H. Garcia Molina, J.D. Ullman et J. Widom, *Database Systems - The Complete Book,* Prentice Hall, 2002

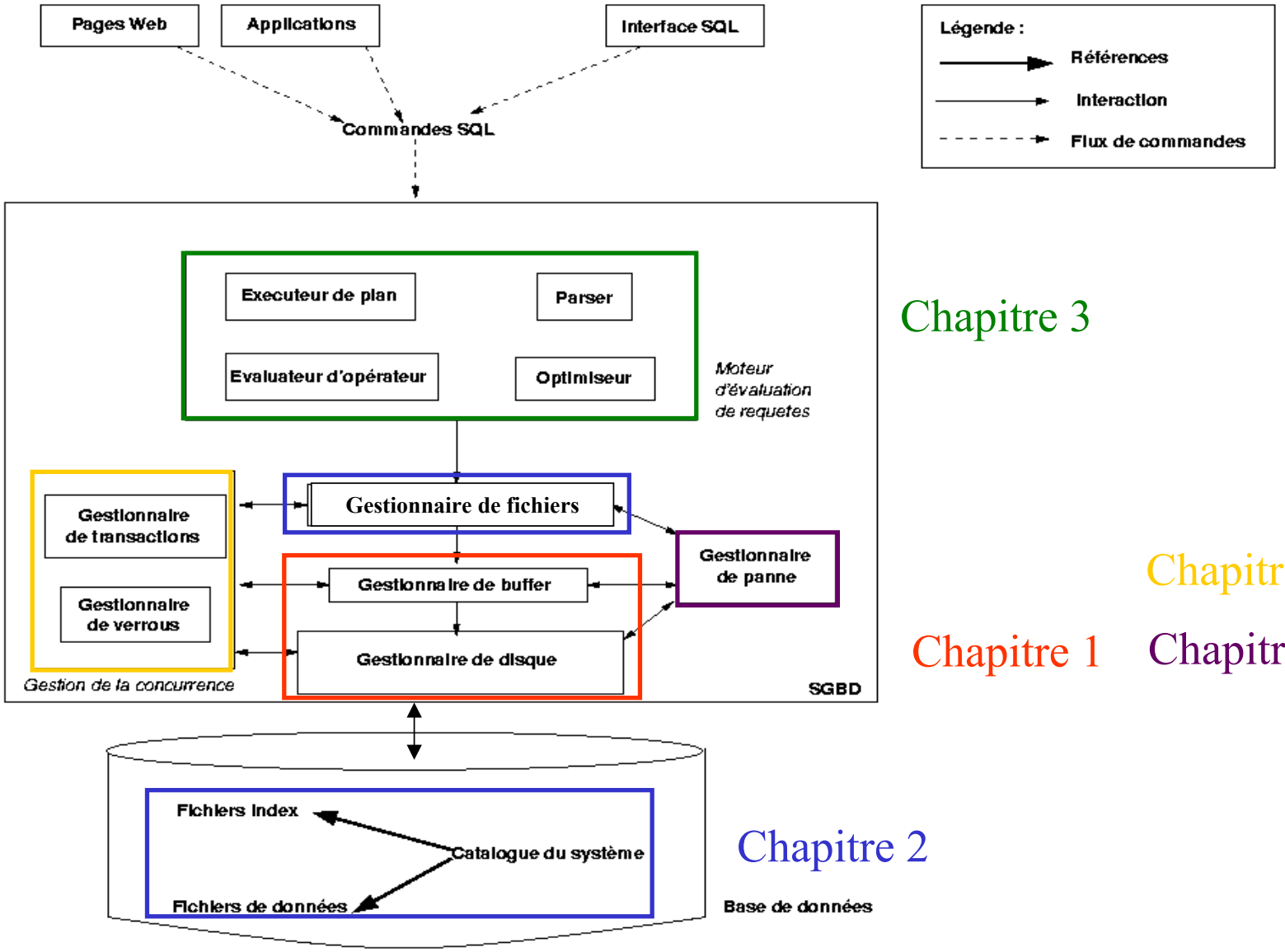
T. Connoly, C. Begg et A. Strachan, *Database Systems A Pratical Approach to Desigh, Implementation and Management*, 1998, disponible à la BU 055.7 CON

A. Silberschatz, H.F. Korth et S. Sudarshan, *Database System Concepts*, McGraw-Hill, 2002, version de 1996 disponible à la BU 005.7 DAT

C.J. Date, *An Introduction aux bases de données*, 6ème édition, Thomson publishing, 1998, disponible à la BU 005.7 DAT

R.A. El Masri et S.B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, Prentice Hall, disponible à la BU 005.7 ELM

G. Gardarin, *Bases de Données - objet/relationnel*, Eyrolles, 1999, disponible à la BU 005.74 GAR + *Le client - serveur*, Eyrolles, 1996004.21 GAR



Chapitre 3

Chapitre 4

Chapitre 1

Chapitre 5

Chapitre 2

Chap. I - Architecture d'un SGBD

- Vision des données par le SGBD : un **ensemble d'enregistrements mémoire**
- Vision des données par le **gestionnaire de fichiers** : un **ensemble de pages mémoire**
- Vision des données par le **gestionnaire de disque** : un **ensemble de pages disque**
- Rôle du **gestionnaire de buffer** : passage des pages du disque vers la mémoire (et inversement)

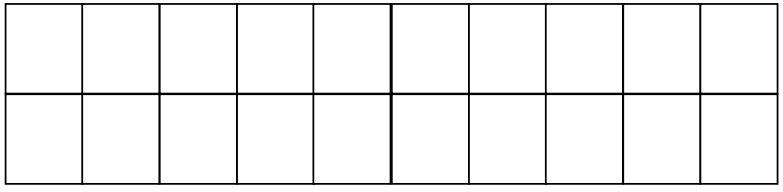
Gestionnaire de buffer

Rôle : placer, au moment voulu, une page du disque vers la mémoire et inversement

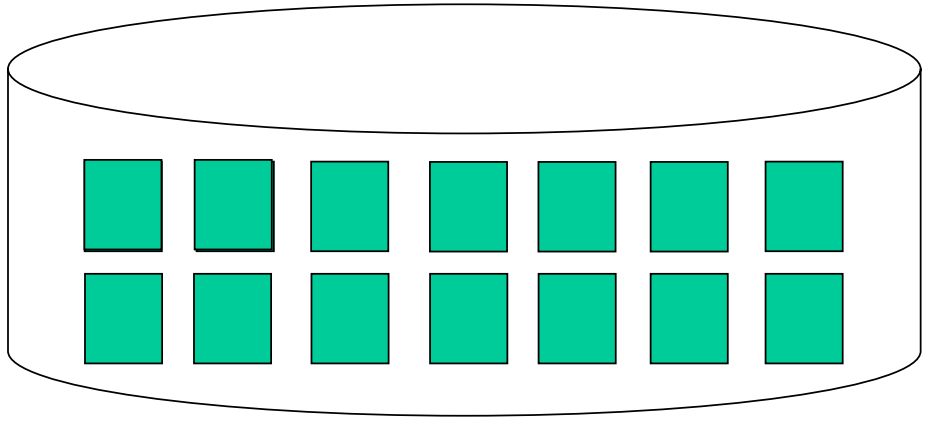
- Politique de remplacement (ex. LRU)
- Gestion des pages mises à jour
- Partition de la mémoire
- Vérification des droits sur les pages

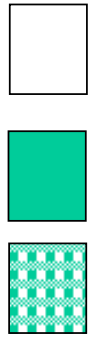
Gestionnaire de buffer

Mémoire

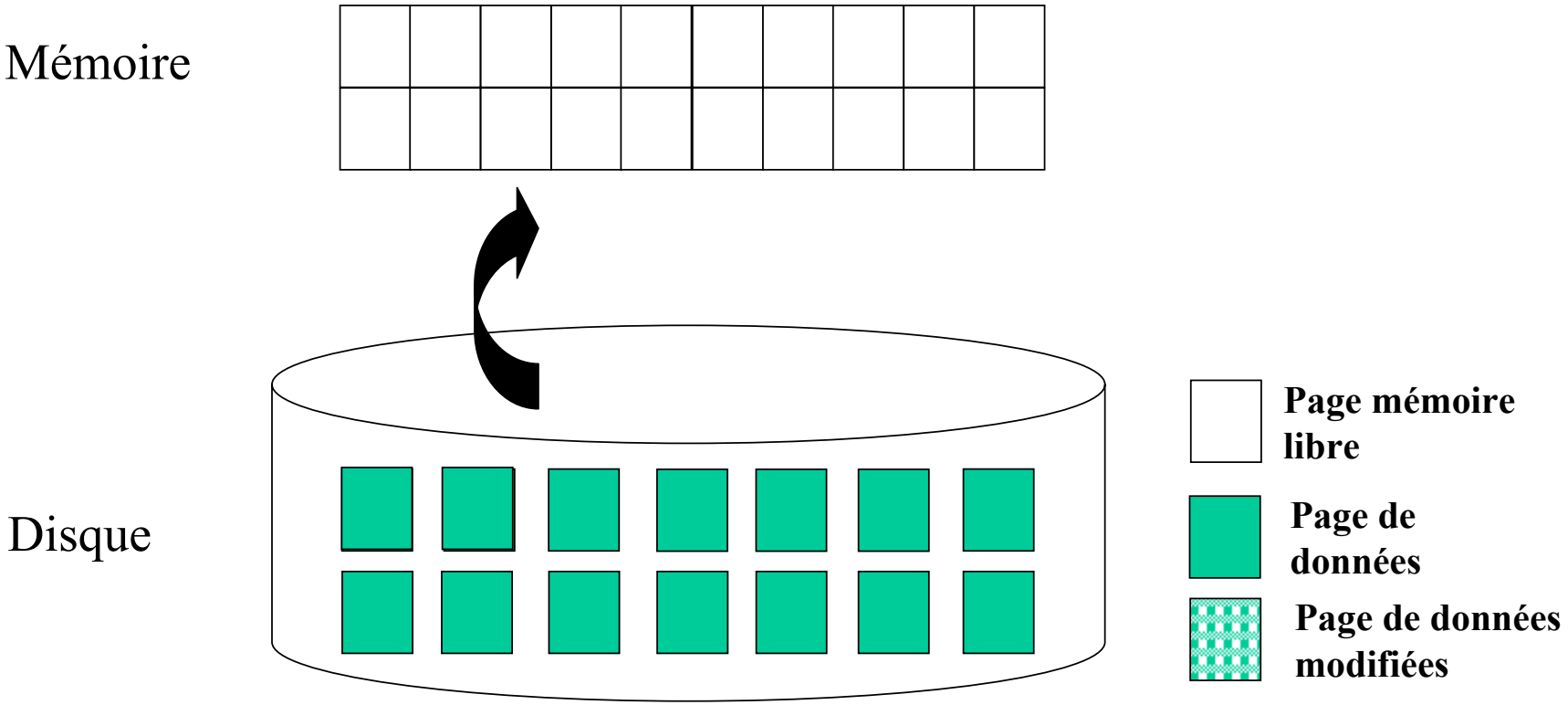


Disque

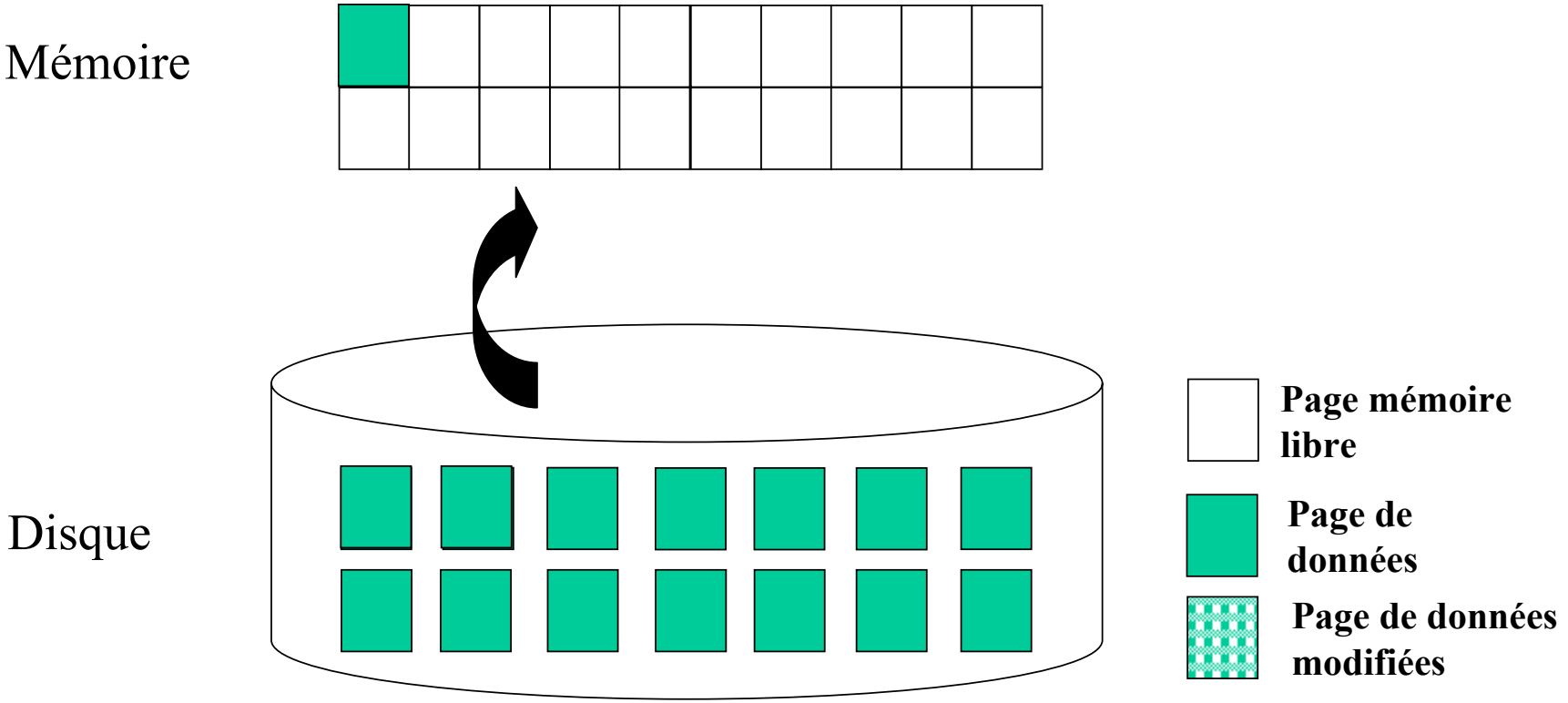




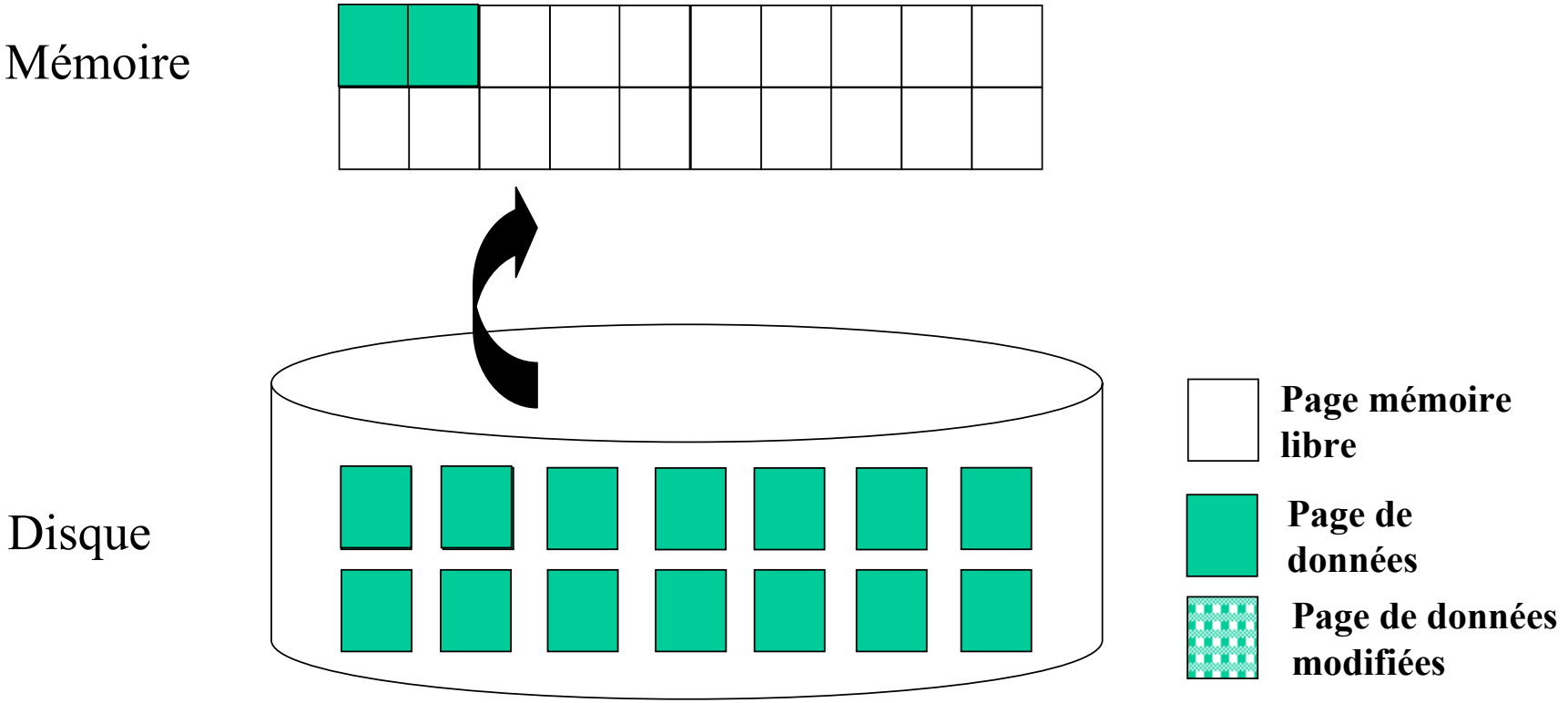
Gestionnaire de buffer



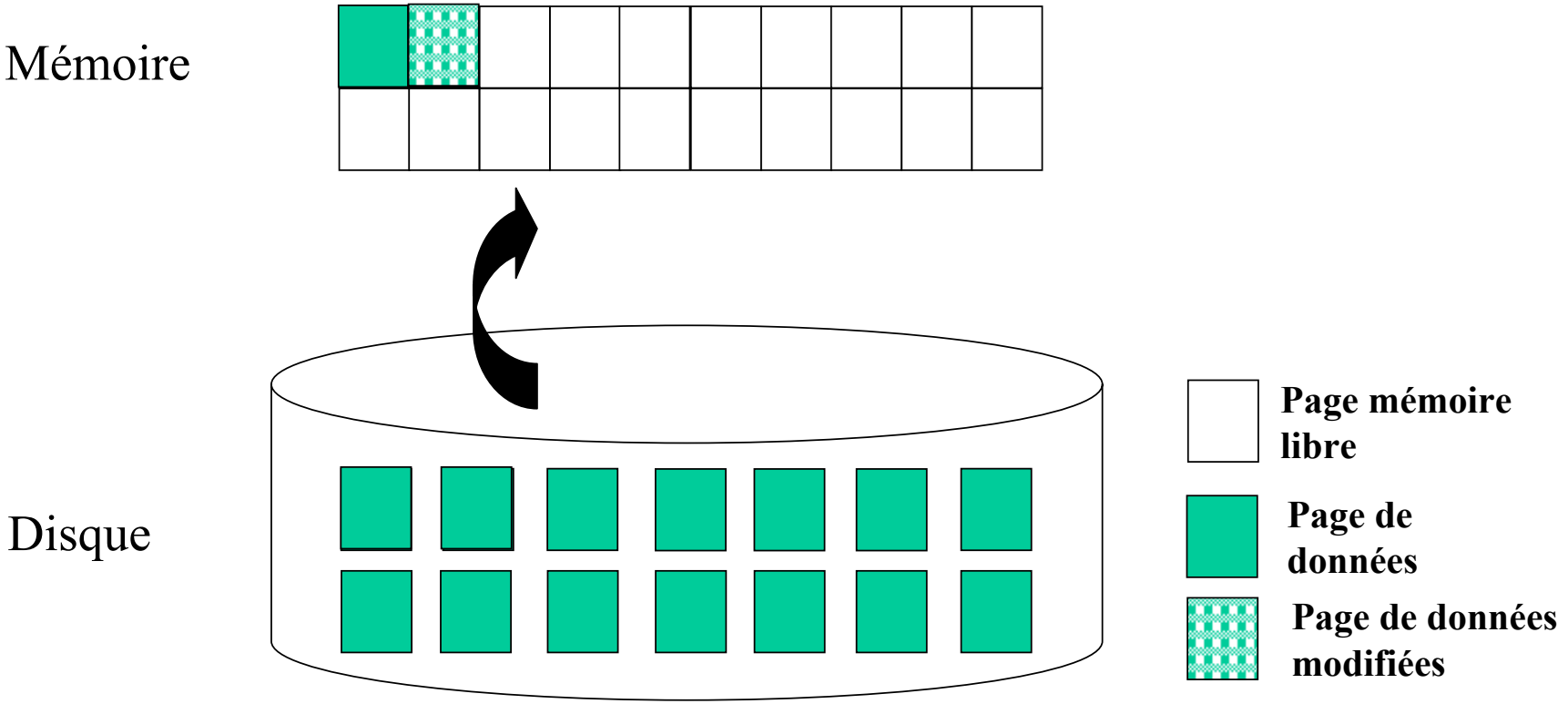
Gestionnaire de buffer



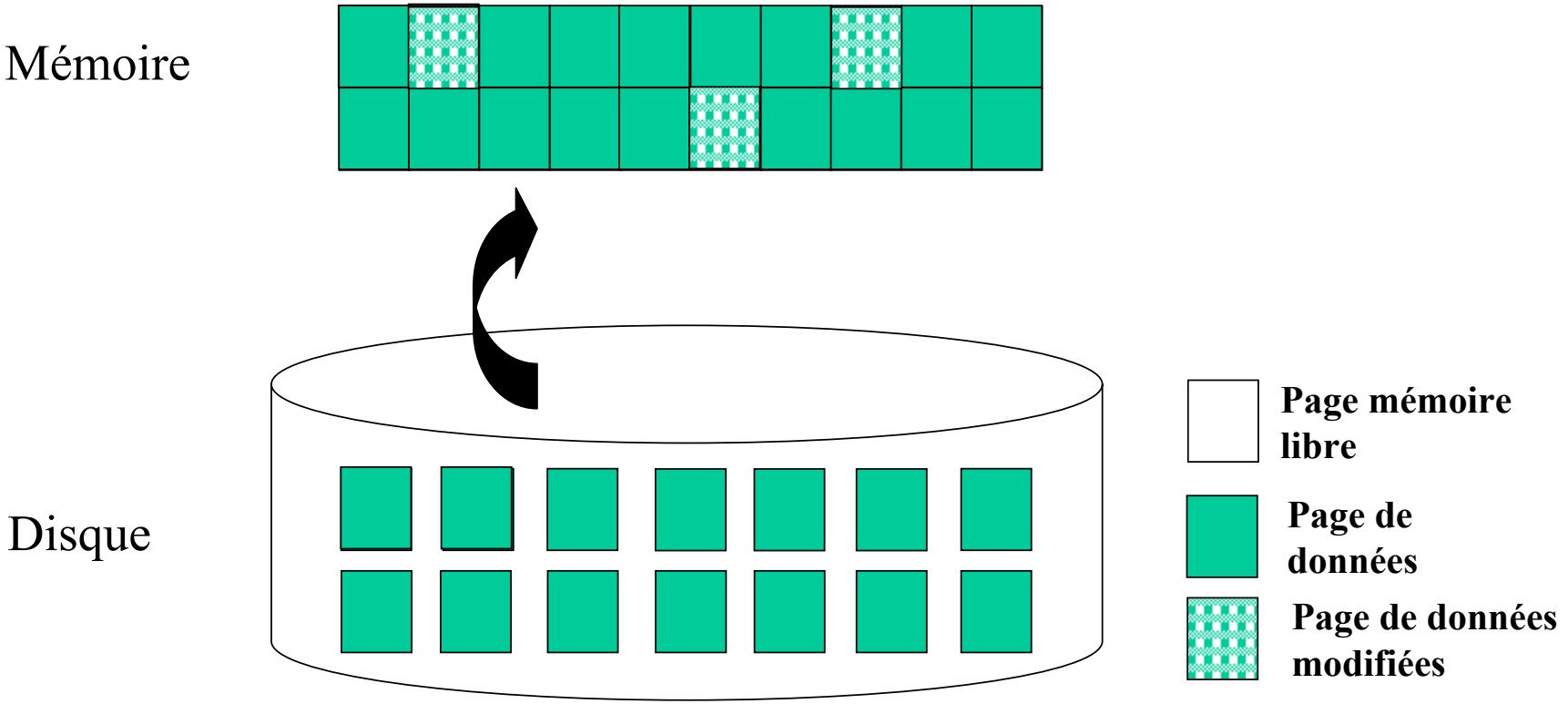
Gestionnaire de buffer



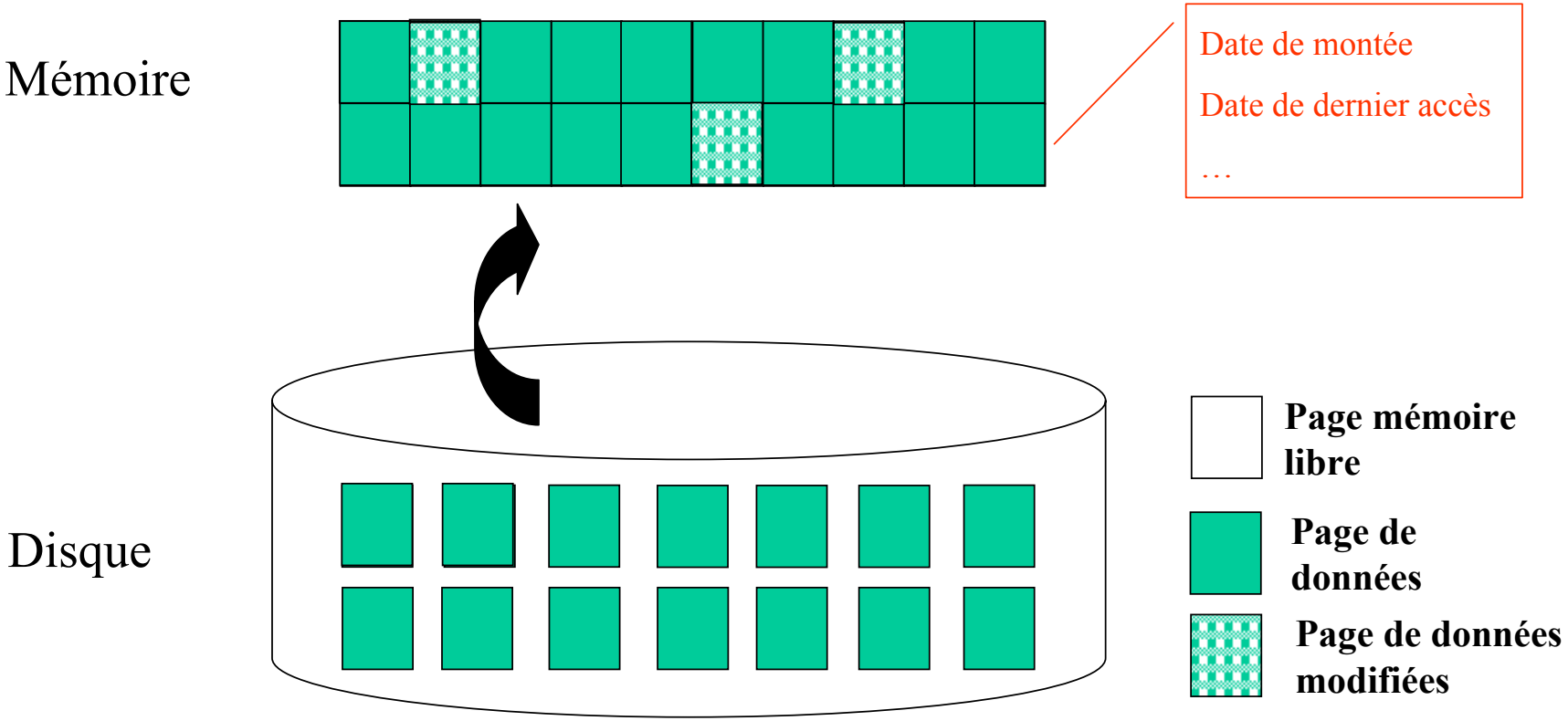
Gestionnaire de buffer



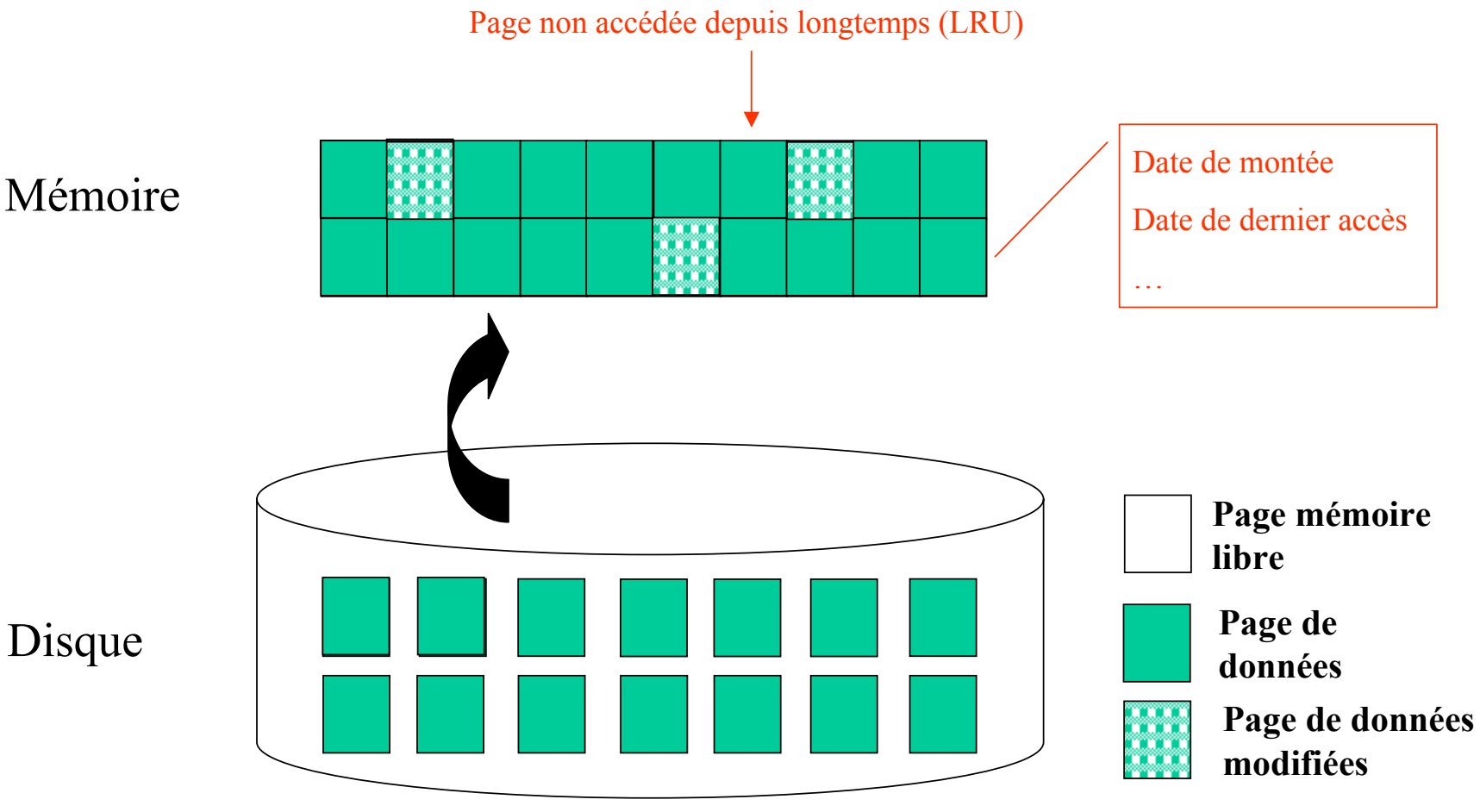
Gestionnaire de buffer



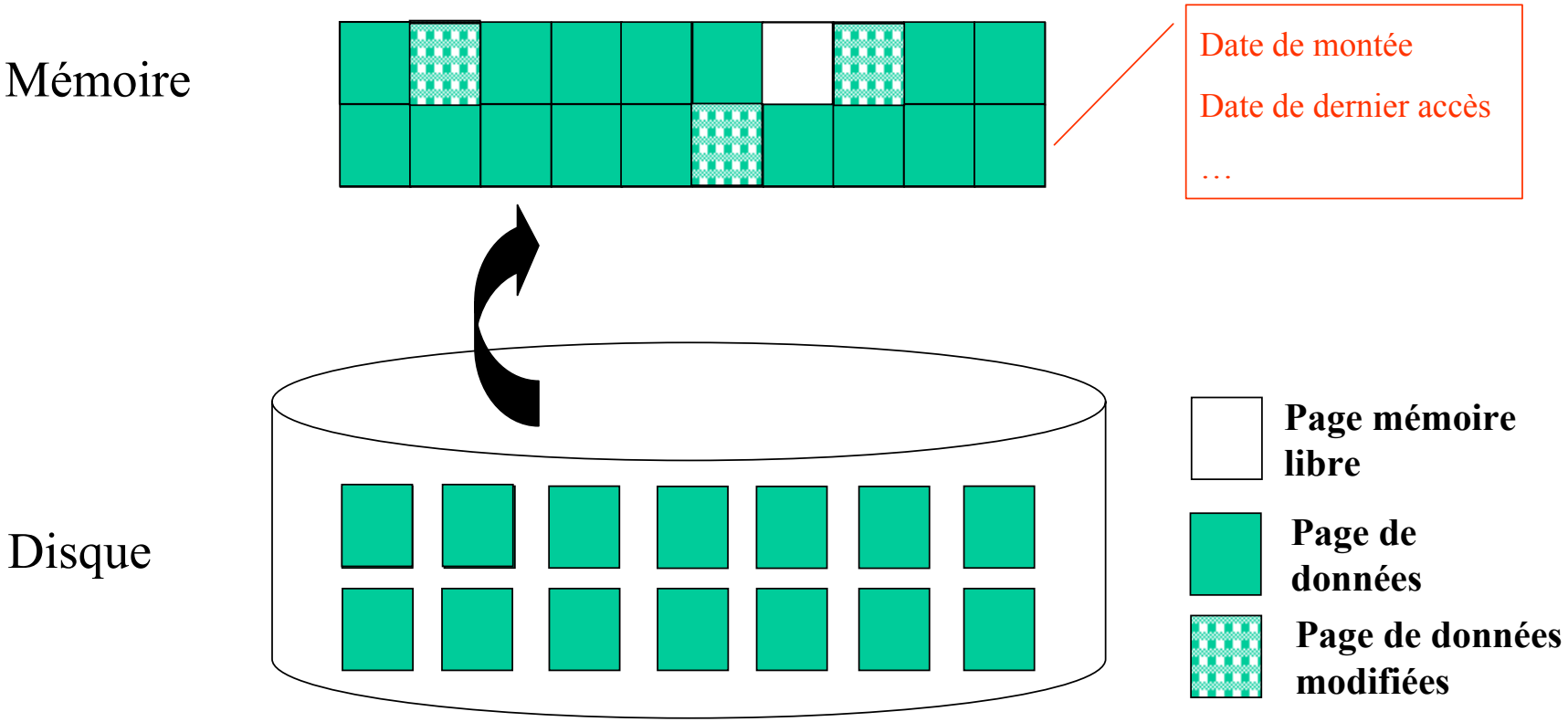
Gestionnaire de buffer



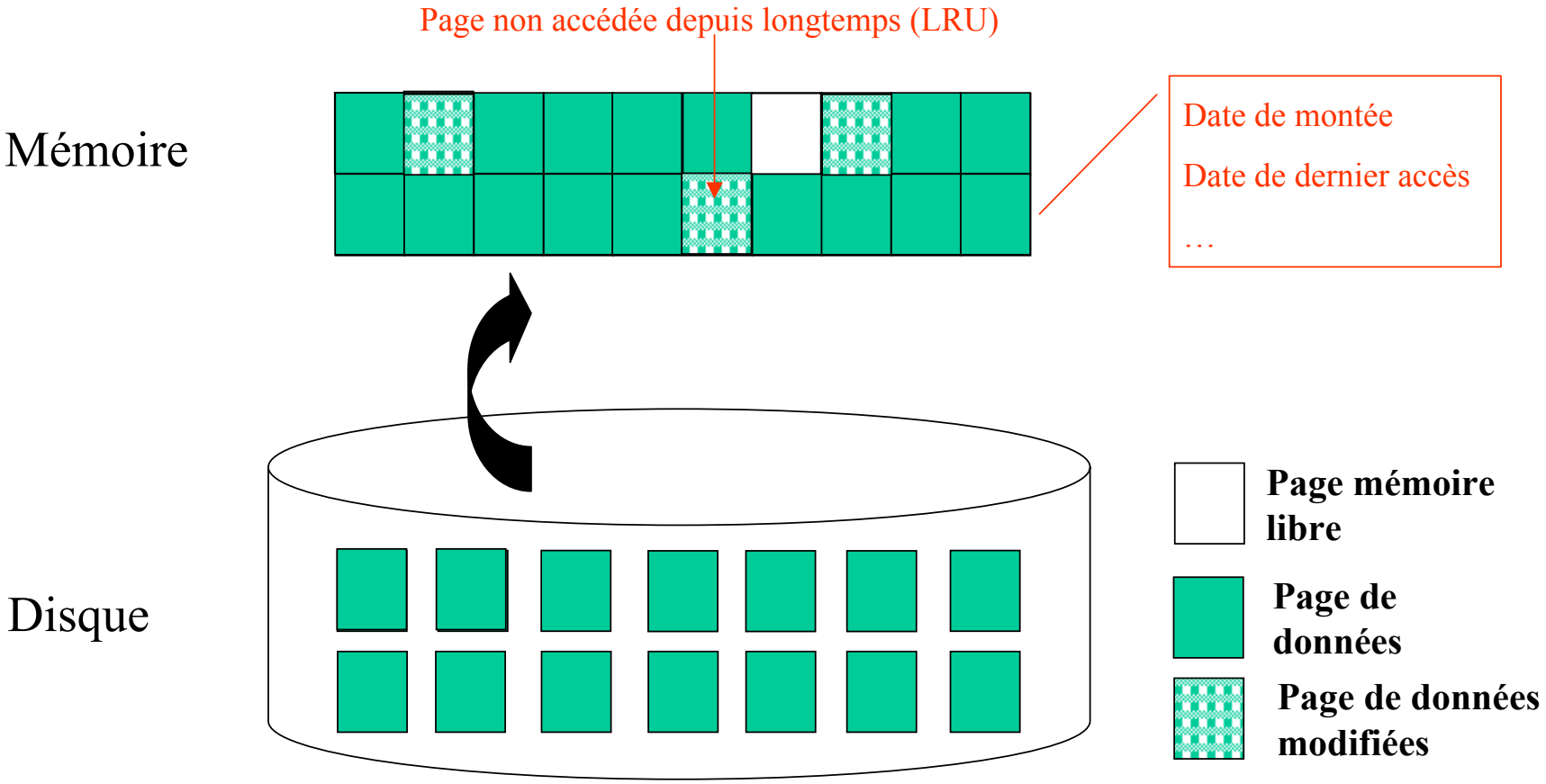
Gestionnaire de buffer



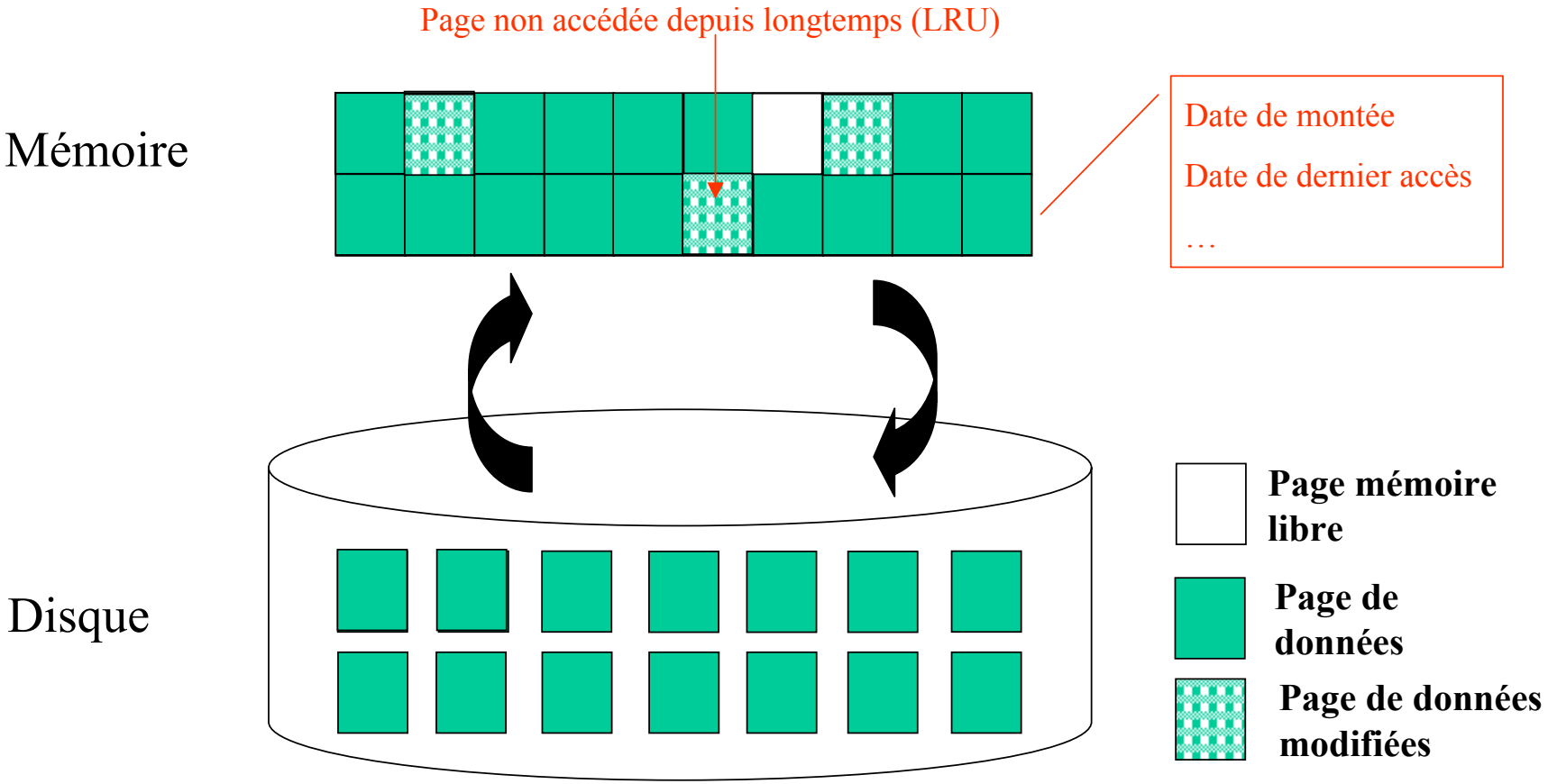
Gestionnaire de buffer



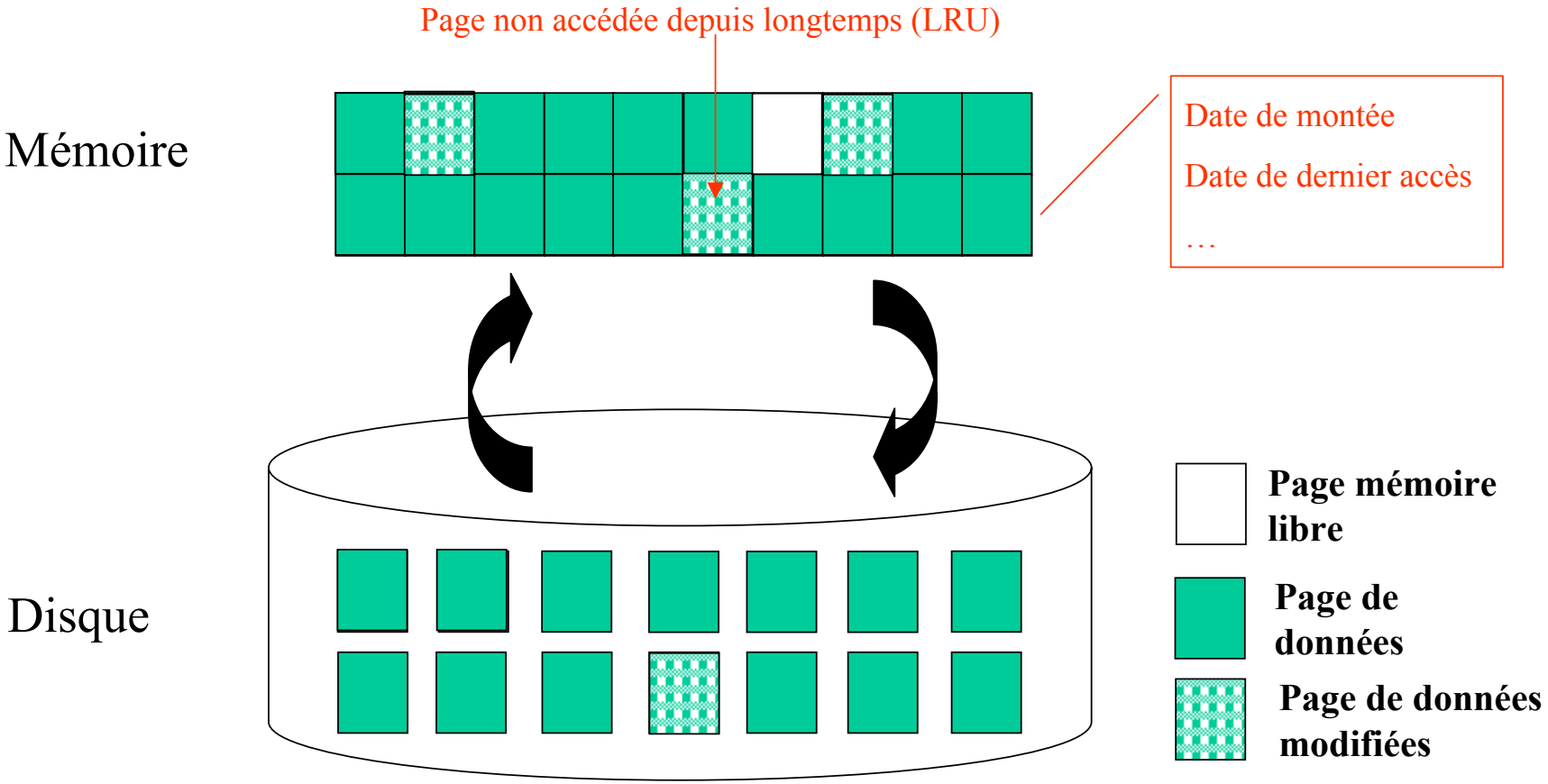
Gestionnaire de buffer



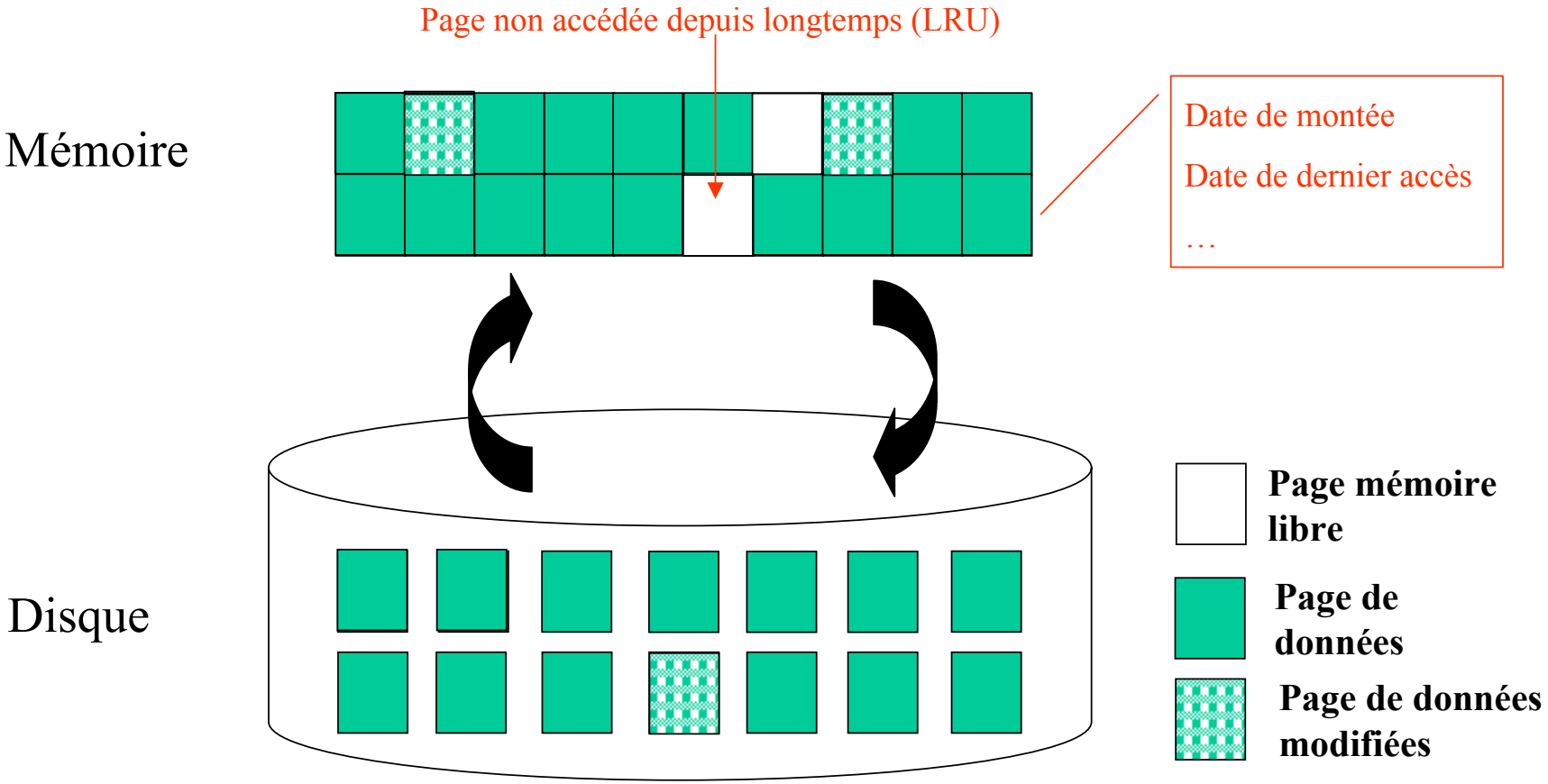
Gestionnaire de buffer



Gestionnaire de buffer



Gestionnaire de buffer



Système de fichiers

Intégration ou non des fonctionnalités du SGF du système d'exploitation :

① A chaque relation correspond un fichier

⇨ liaison forte du SGBD et du SGF

② Stockage de toute la base de données dans un seul fichier

⇨ le SGF donne accès aux différentes pages

⇨ le SGBD contrôle tout

Les pages doivent être connues du SGBD

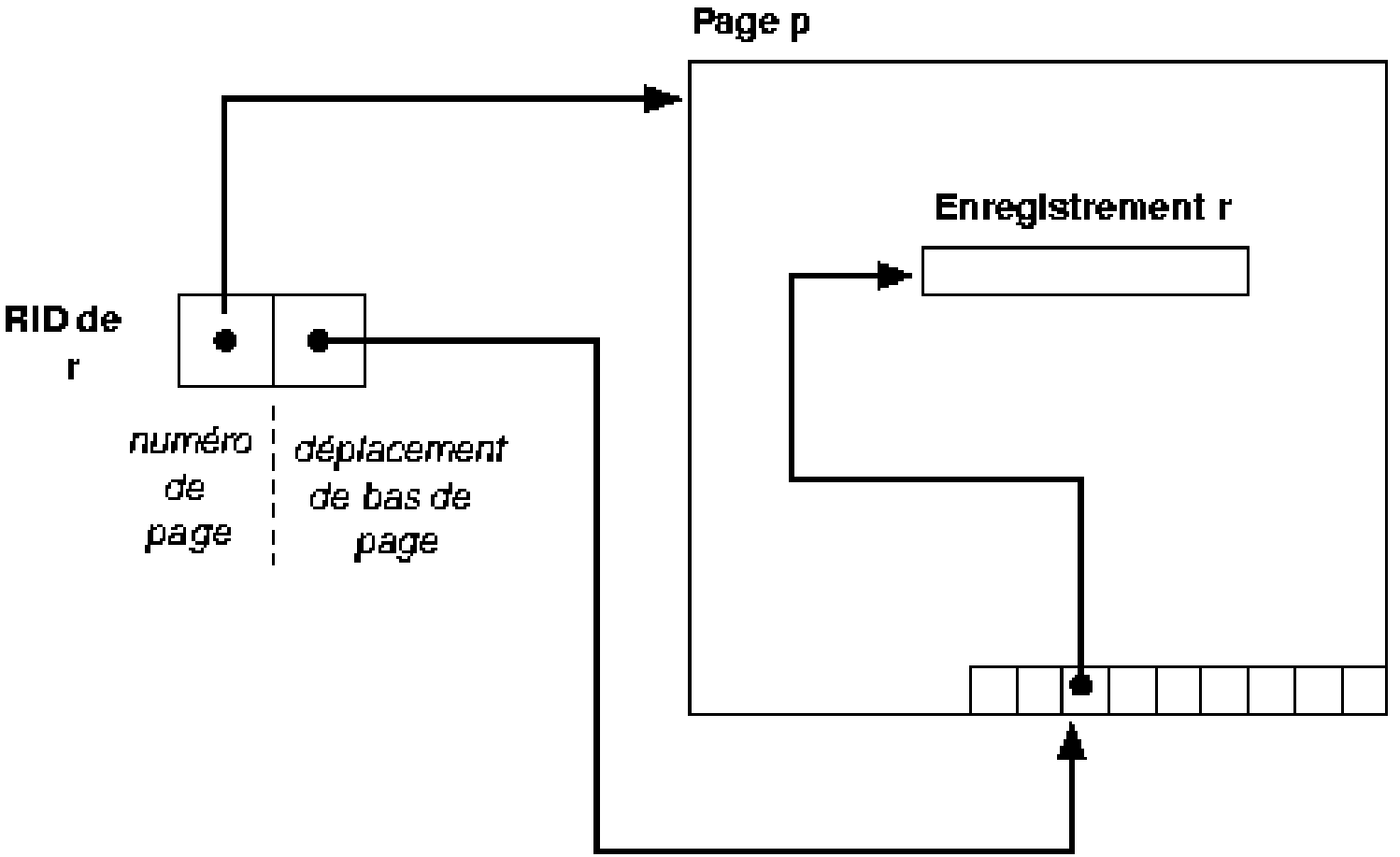
Chap. II - Organisation des données

- Stockage des données
  - → Conservation
  - → Accès
- Structuration des données
- Moyens de manipulation des données

Gestion des fichiers

- Relation : collection de **pages** ou **blocs** disque ou mémoire
- **champ** : séquences d'octets de taille fixe ou variable représentant la valeur d'un attribut de nuplet sur le disque ou en mémoire
- **enregistrement** : collection de taille fixe ou variable de champs

Identification des enregistrements



Index (1/4)

- **3 alternatives**

  →Les **entrées** de **clé de recherche** *k* sont les enregistrements mêmes

  → Les entrées sont des couples (*k,rid*)

  → Les entrées sont des couples (*k,liste_rid*)

- **Index primaire**

  Clé de recherche = clé primaire de la relation

- **Index secondaire**

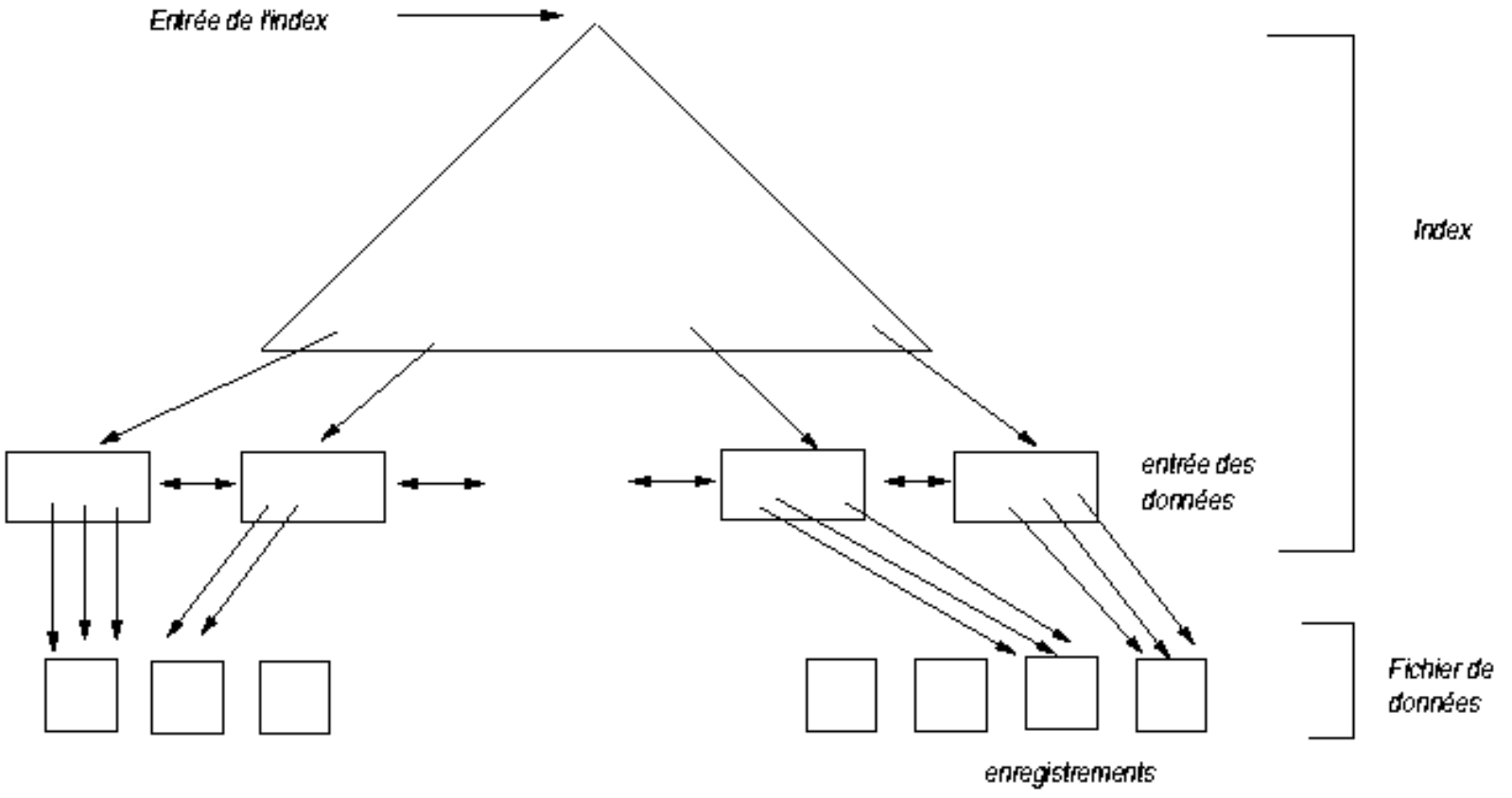
  → (***clé de recherche*, *valeur(s) de clé primaire***)

  → (***clé de recherche*, *pointeur(s) vers les pages du fichier***)

  ⇒ **l'index primaire doit être lu après l'index secondaire**

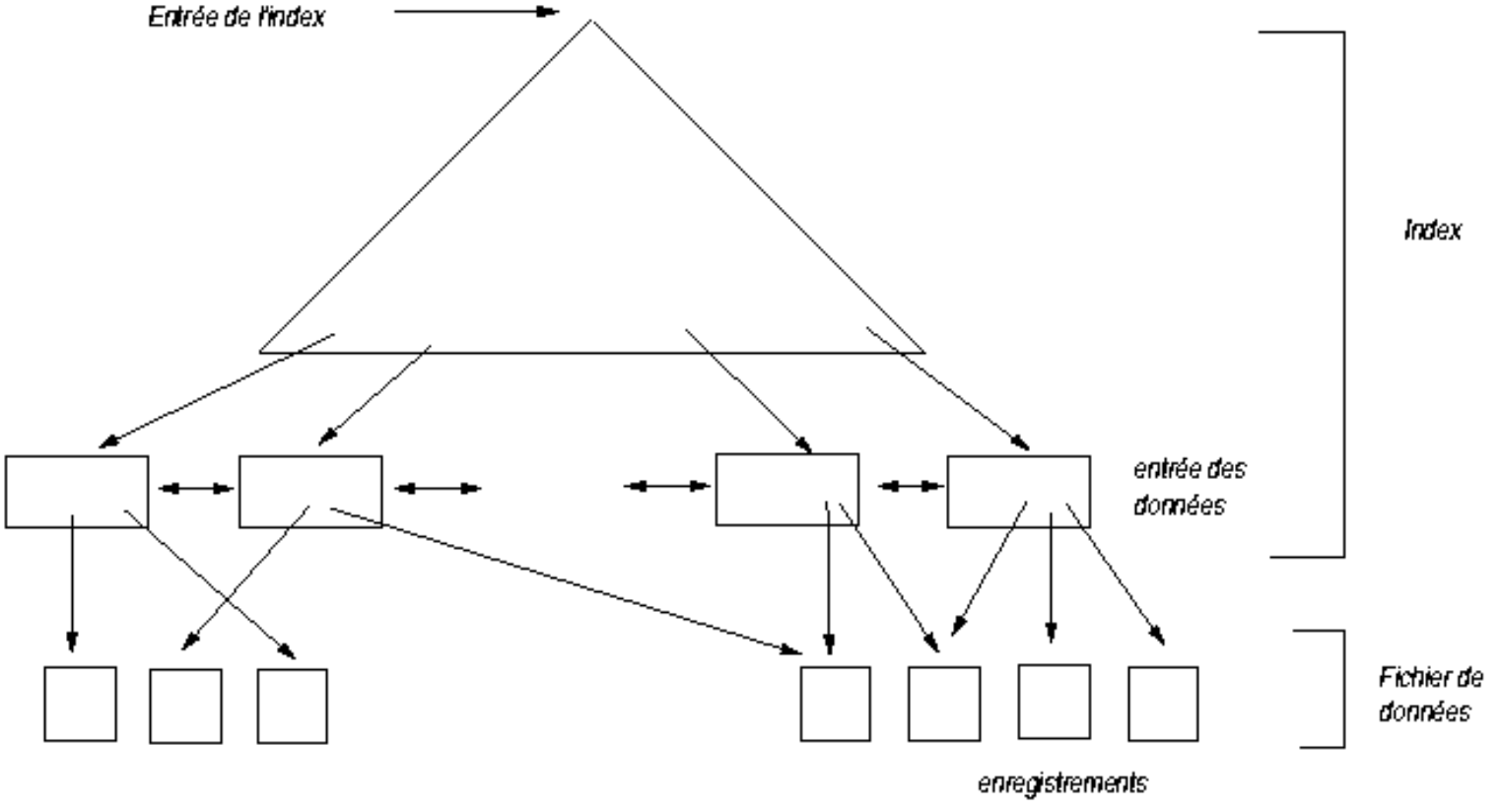
Index (2/4)

- **Clustered index**



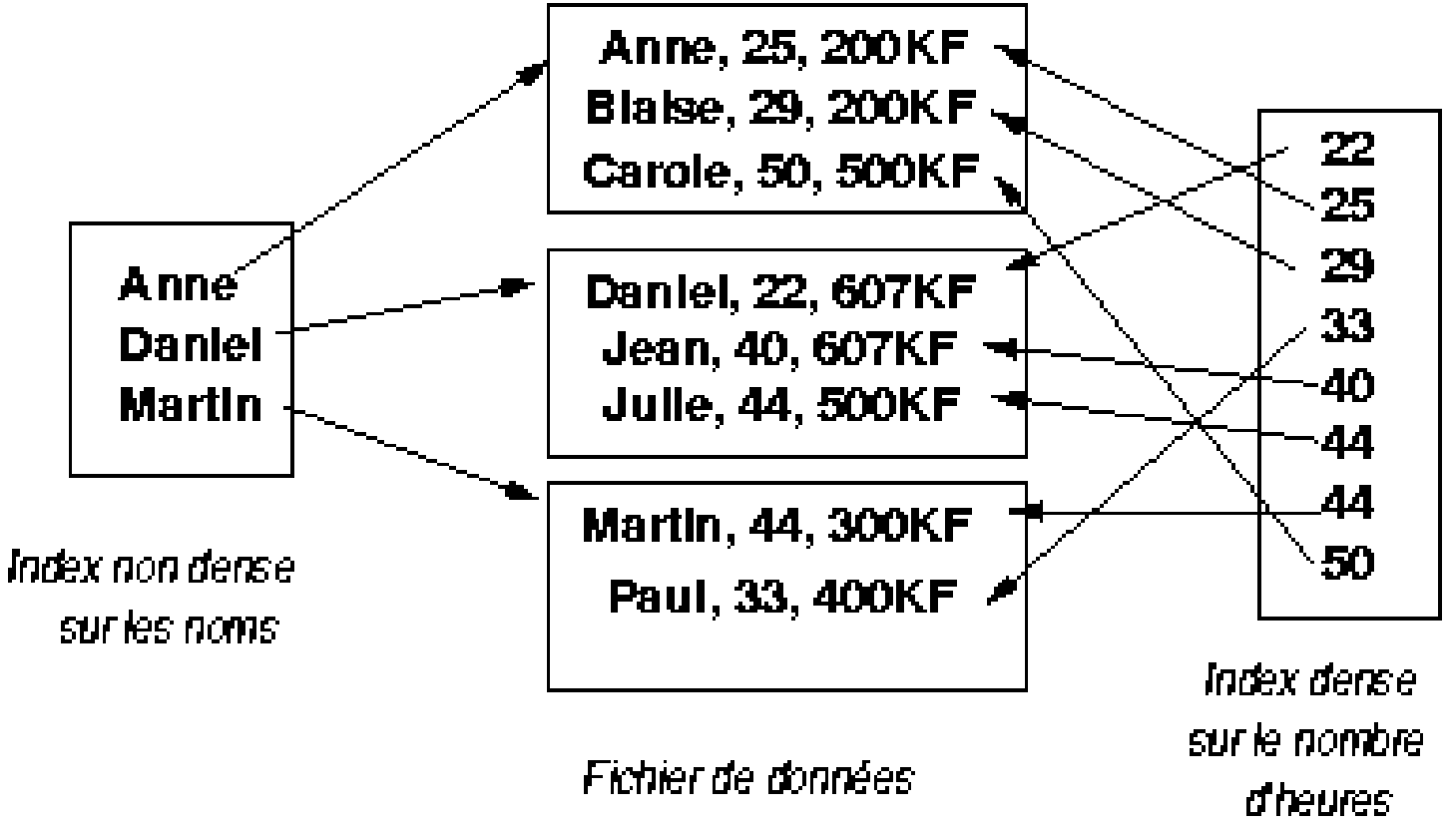
Index (3/4)

- **Unclustered index**



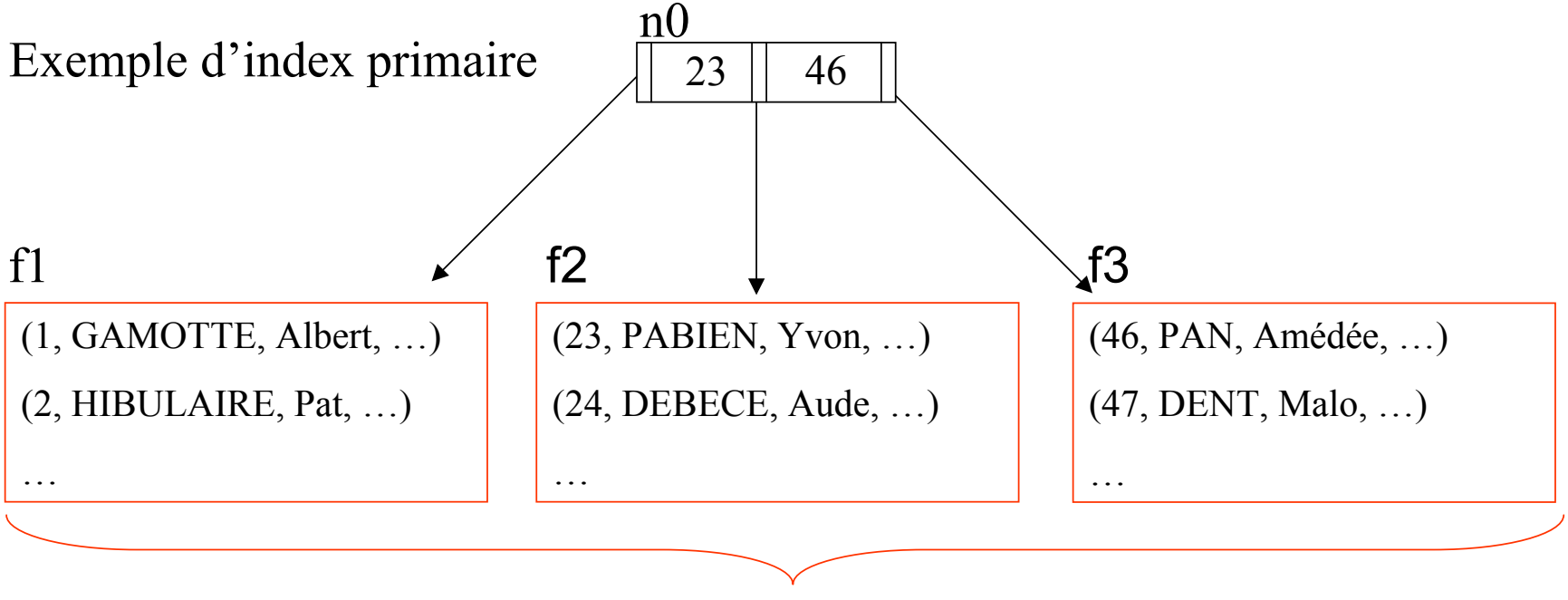
Index (4/4)

- **Index dense / non dense (*sparce*)**



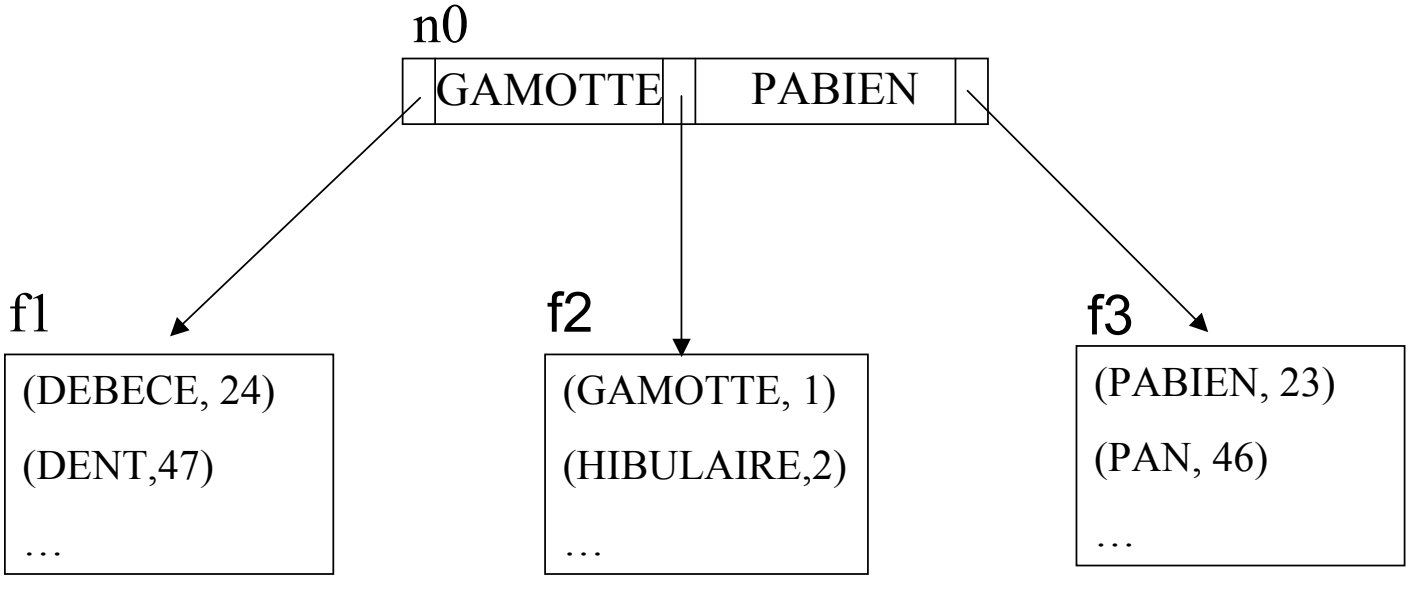
Index basé sur les structures arborescentes : Arbre B+ (1/3)

Exemple d'index primaire



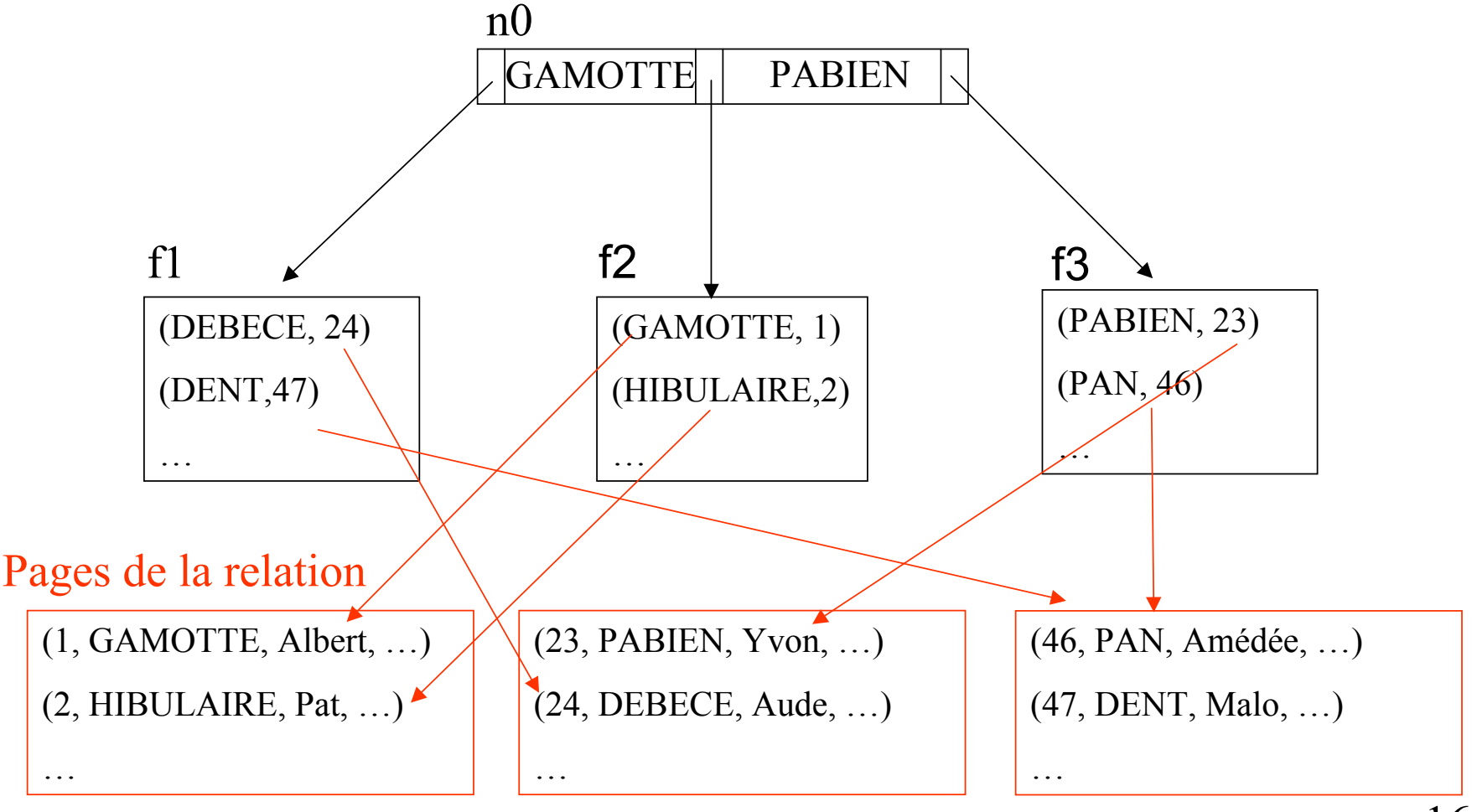
Arbre B+ (2/3)

Exemple d'index secondaire

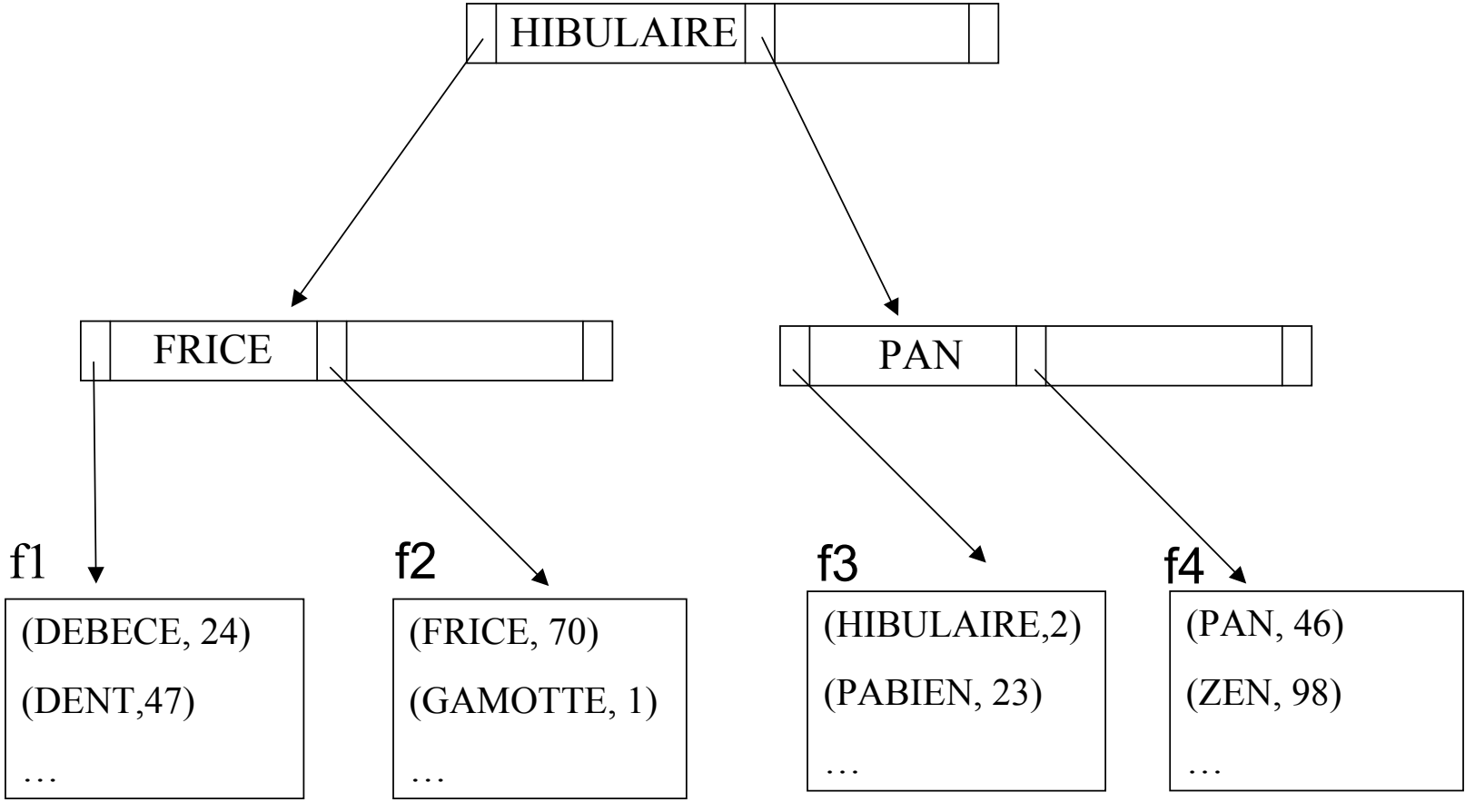


Arbre B+ (2/3)

Exemple d'index secondaire



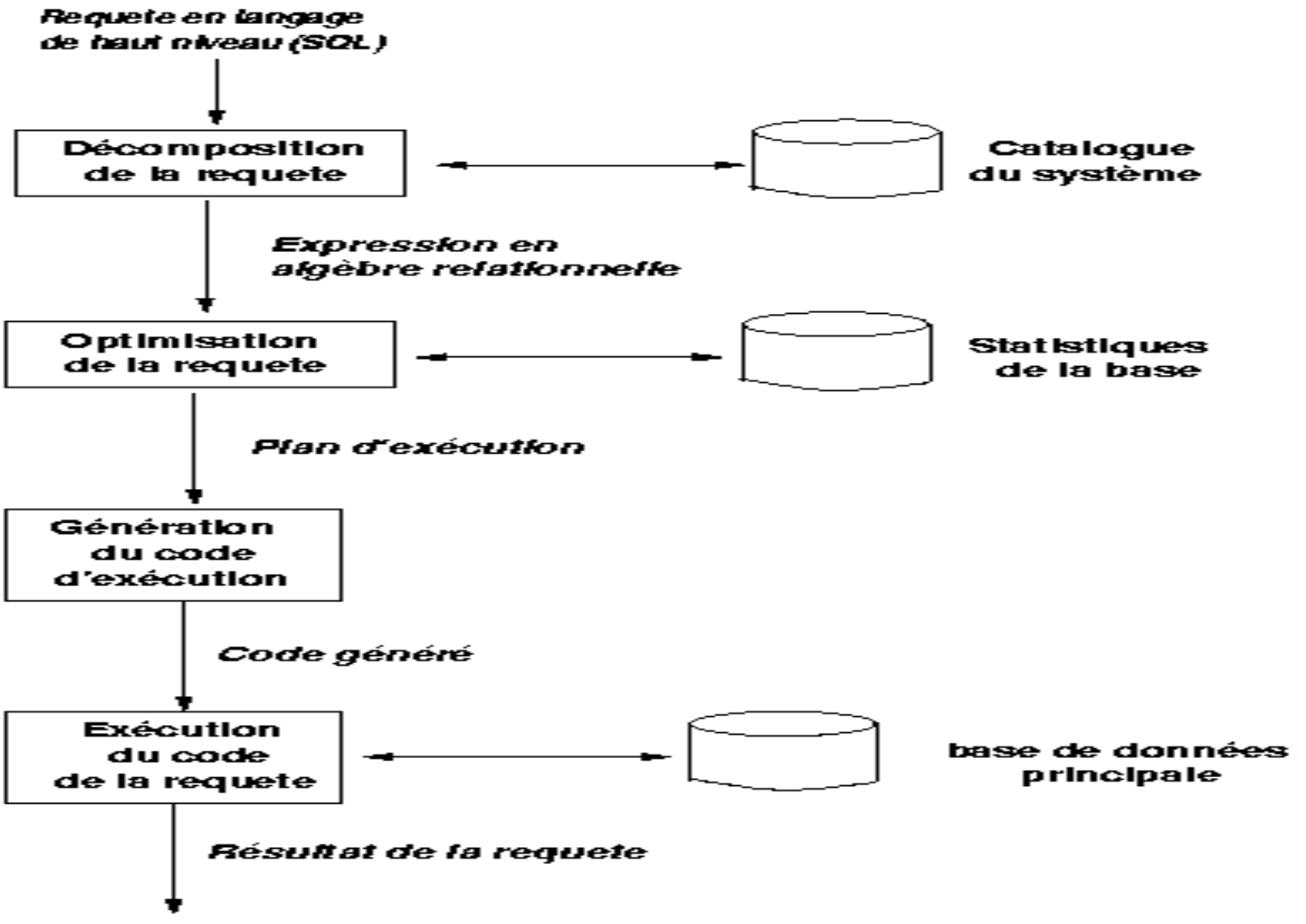
Arbre B+ (3/3)



Chap. III - Optimisation de requêtes

- **Exécution de requête** : séries d'opérations permettant d'extraire des données de la base
- **Optimisation de requête** : activité permettant de choisir la meilleure stratégie d'exécution d'une requête

Phases d'exécution d'une requête



Exemple

"Quels sont les noms de commerciaux basés dans les filiales de Londres ? »

```
SELECT e.Nom
 FROM Employe e, Filiale f
  WHERE e.#Filiale=f.#Filiale
   AND e.Position = 'Commercial'
   AND f.Ville='Londres'
```

`Employe` contient 1000 nuplets, `Filiale` en contient 50
Il y a 50 commerciaux et 5 filiales à Londres

- **Trois requêtes possibles en algèbre relationnelle**
- **Calcul du coût de chaque requête en terme E/S**

Phase 1 : Décomposition

Transformation de la requête SQL en une requête en algèbre relationnelle

- Vérification syntaxique et sémantique de la requête
- Utilisation du **catalogue** du système
- Représentation de la requête par un **arbre d'opérateurs algébriques**

Catalogue du système (1/2)

- Appelé également **dictionnaire de données**
- Contient la description des données de la base
  - **Pour chaque relation :**
    - **nom de la relation, identificateur du fichier et structure du fichier**
    - **nom et domaine de chaque attribut**
    - **nom des index**
    - **contraintes d'intégrité**
  - **Pour chaque index :**
    - **nom et structure de l'index**
    - **attribut appartenant à la clé de recherche**
  - **Pour chaque vue :**
    - **nom de la vue**
    - **définition de la vue**

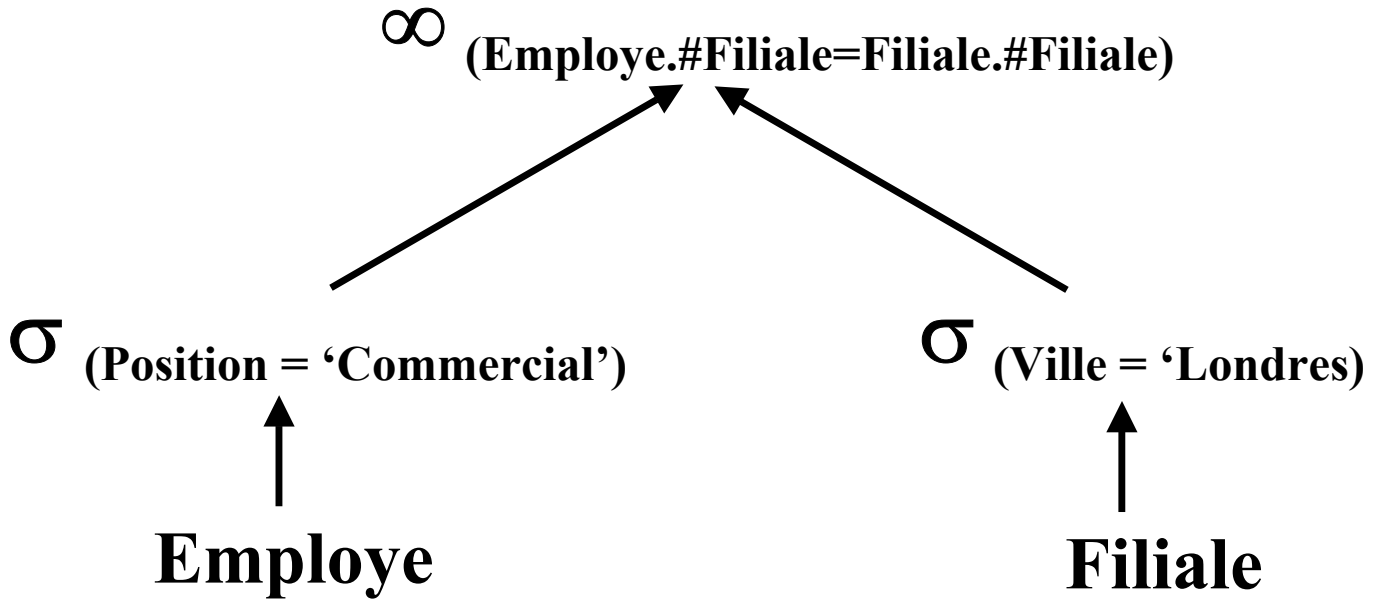
Catalogue du système (2/2)

- Contient également des données statistiques
  - **Cardinalité de chaque relation**
  - **Nombre de pages de chaque relation**
  - **Nombre de valeurs distinctes de clé de recherche pour chaque index**
  - **Hauteur des index de structures arborescente**
  - **Valeur minimum et valeur maximum de chaque clé de recherche dans chaque index**
- Exemple sous Oracle8 : USER_ALL_TABLES, USER_CONSTRAINTS etc.

Arbre algébrique (1/2)

- Représentation des relations impliquées dans la requête par les nœuds feuille de l'arbre
- Représentation des résultats intermédiaires par des nœuds non feuille
- Représentation du résultat de la requête par la racine de l'arbre
- Ordre des séquences d'opérations : des feuilles vers la racine

Arbre algébrique (2/2)



Phase 2 : Optimisation

Equivalences d'expressions (1/3)

1) Cascade de sélections : $\sigma_{p \wedge q \wedge r}(R) =$

2) Commutativité des sélections : $\sigma_p(\sigma_q(R)) =$

3) Séquence de projections : $\Pi_L(\Pi_M(\ldots \Pi_N(R))) =$

4) Commutativité des sélections et des projections :

$$\Pi_{A_1 \ldots A_n} \sigma_p(R) =$$

5) Commutativité des jointures : $R \infty_p S =$

6) Commutativité des jointures et des sélections

$\sigma_p(R \infty_p S) =$ et $\sigma_p(R * S) =$

Equivalence d'expressions (2/3)

7) Commutativité des jointures et des projections

$$\Pi_{L_1 \cup L_2}(R \infty_p S) =$$

8) Commutativité des unions et des intersections

$$(R \cup S) = \qquad \text{et } (R \cap S) =$$

9) Commutativité des unions, intersections, différences et des sélections

$$\sigma_p(R \cup S) =$$

$$\sigma_p(R \cap S) =$$

$$\sigma_p(R - S) =$$

Equivalence d'expressions (3/3)

10) Commutativité des projections et des unions

$$\Pi_L(R \cup S) =$$

11) Associativité des jointures

$$(R \infty S) \infty T =$$

12) Associativité des unions et des intersections

$$(R \cup S) \cup T =$$

$$(R \cap S) \cap T =$$

Transformation d'un arbre algébrique

① Division des conjonctions de sélections

② Ré-ordonnancement des sélections en utilisant les règles 2 et 4

③ Application des sélections les plus sélectives en premier

④ Transformation des produits cartésiens en jointure

⑤ Ré-ordonnancement des équi-jointures en utilisant la règle 11

⑥ Déplacement des projections et création de nouvelles projections en utilisant les règles 4 et 7

Π_{Nom}

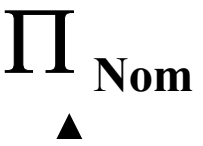
▲

```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
   AND #Projet = #Projet_Equipe
   AND #Equipe = #Appartenance
   AND DaeNais=1973
```

Π_{Nom}

▲

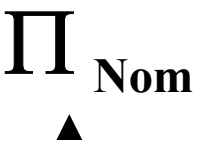
```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
   AND #Projet = #Projet_Equipe
   AND #Equipe = #Appartenance
   AND DaeNais=1973
```



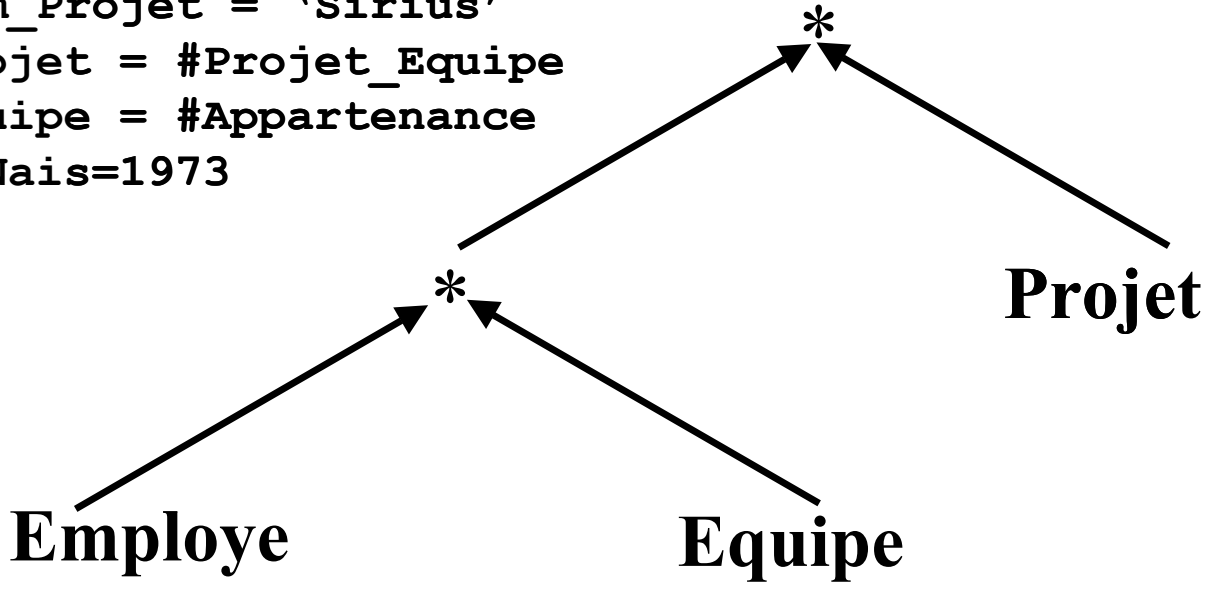

```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
   AND #Projet = #Projet_Equipe
   AND #Equipe = #Appartenance
   AND DaeNais=1973
```

Projet

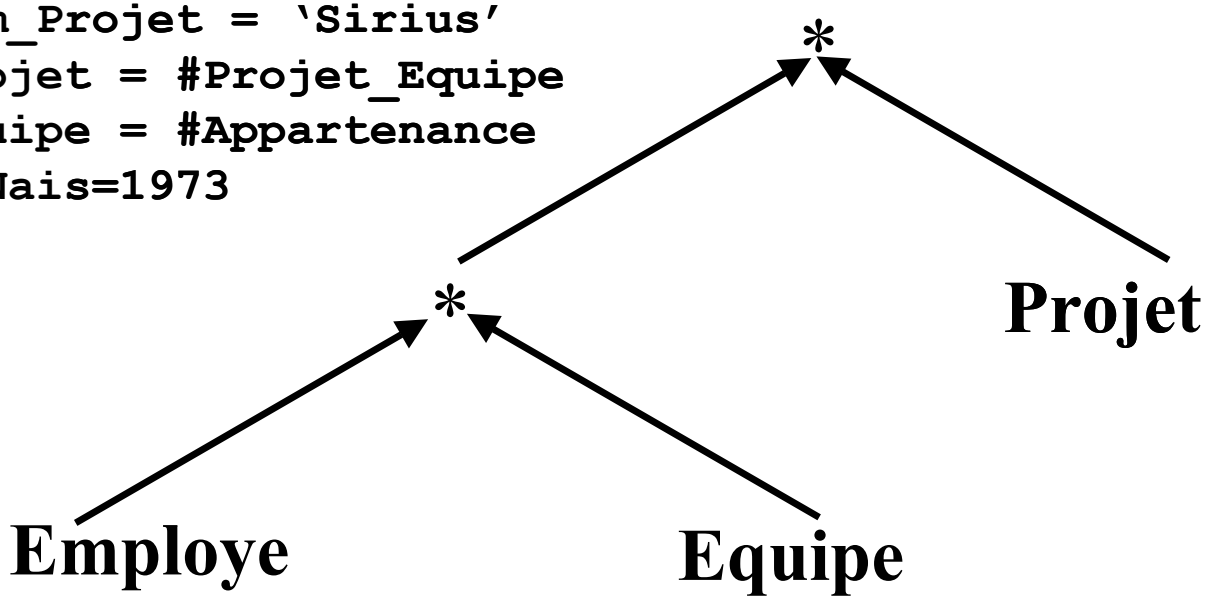
Employe **Equipe**

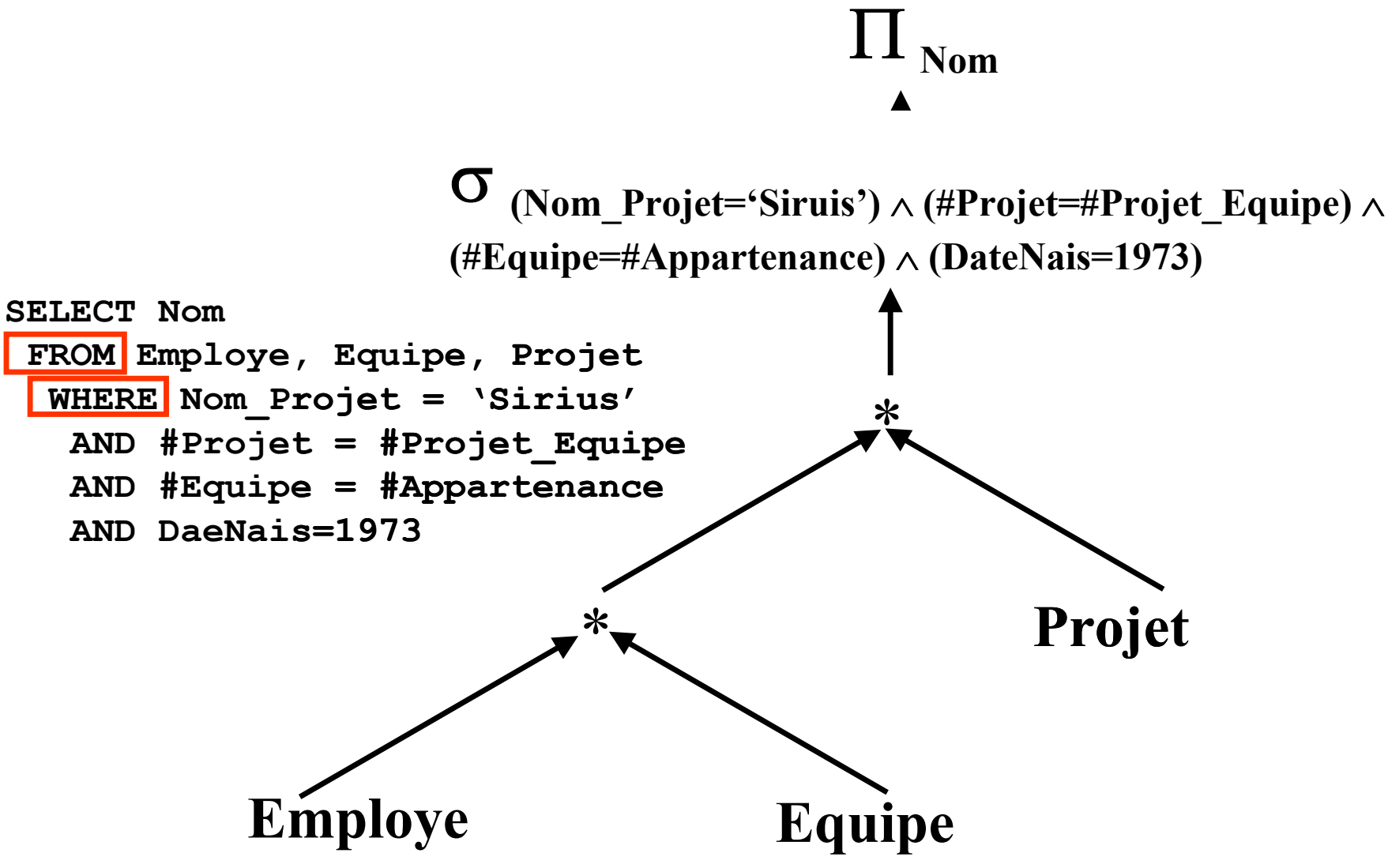


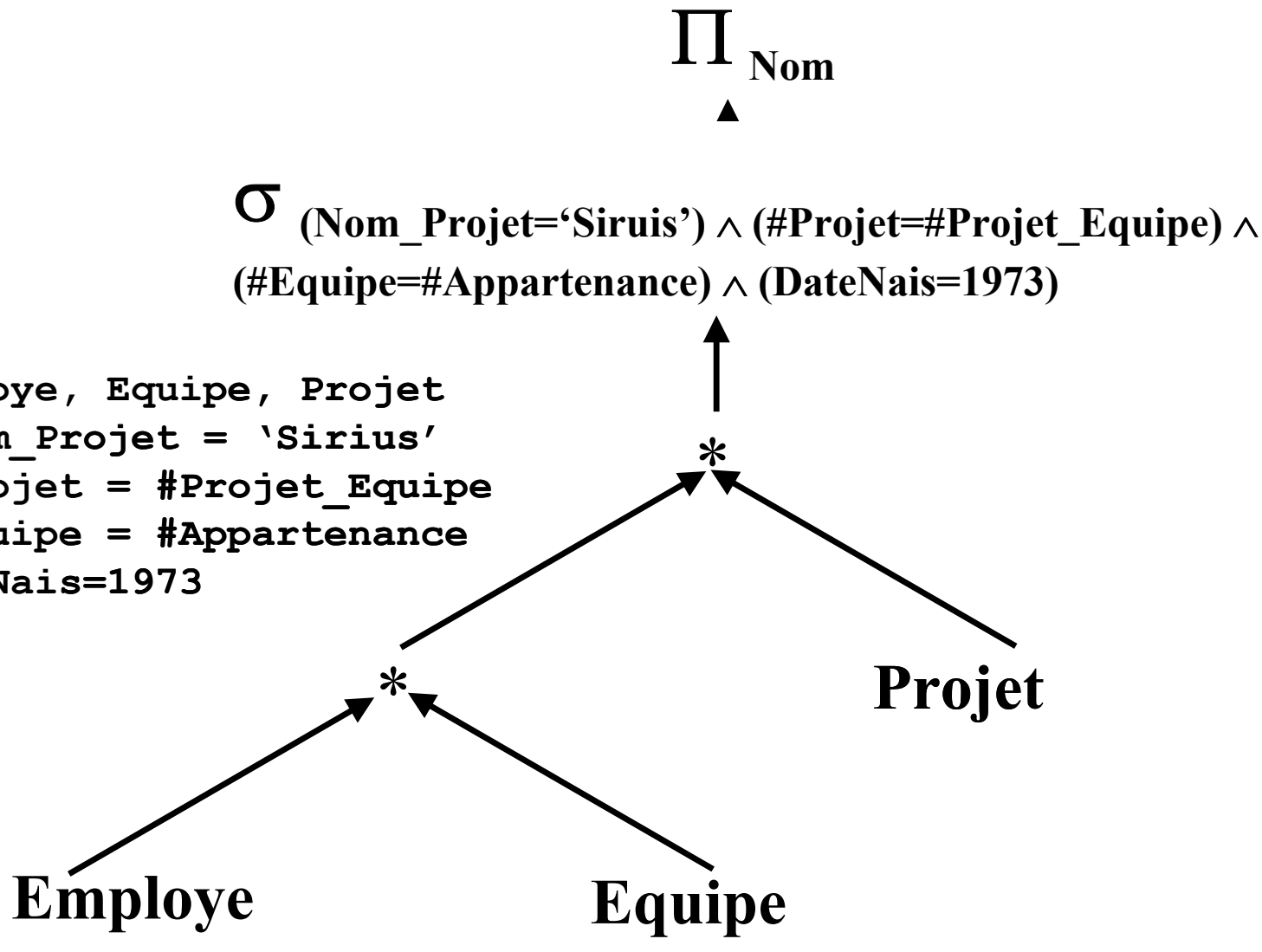

```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
   AND #Projet = #Projet_Equipe
   AND #Equipe = #Appartenance
   AND DaeNais=1973
```

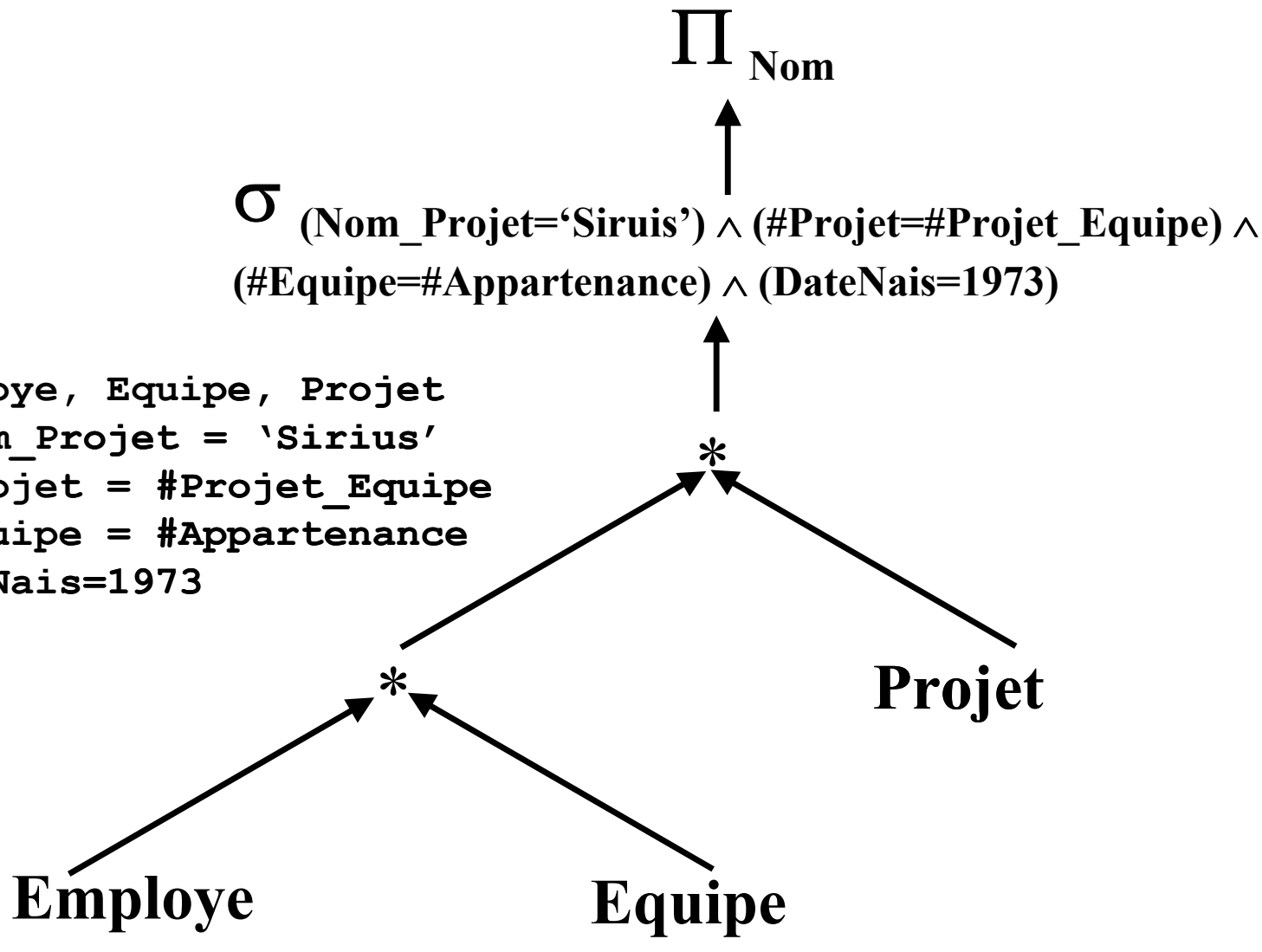


```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
    AND #Projet = #Projet_Equipe
    AND #Equipe = #Appartenance
    AND DaeNais=1973
```



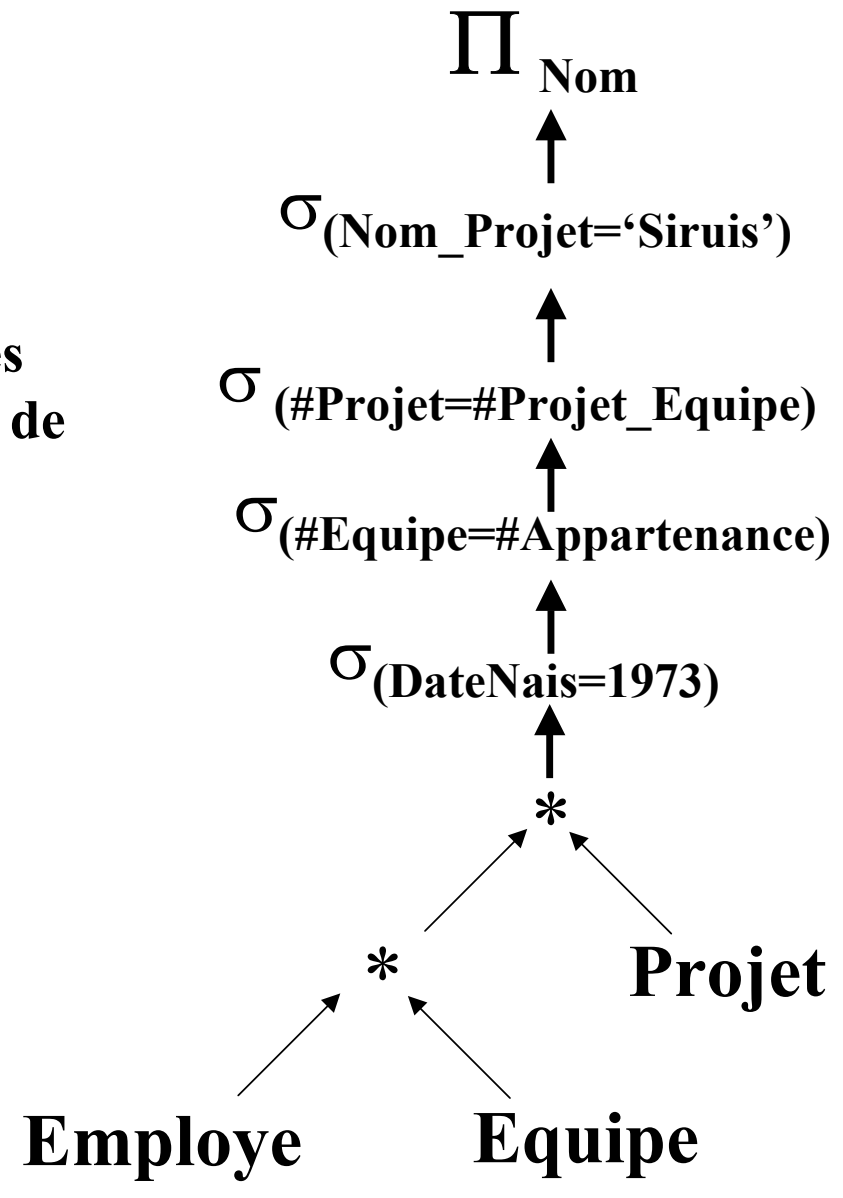




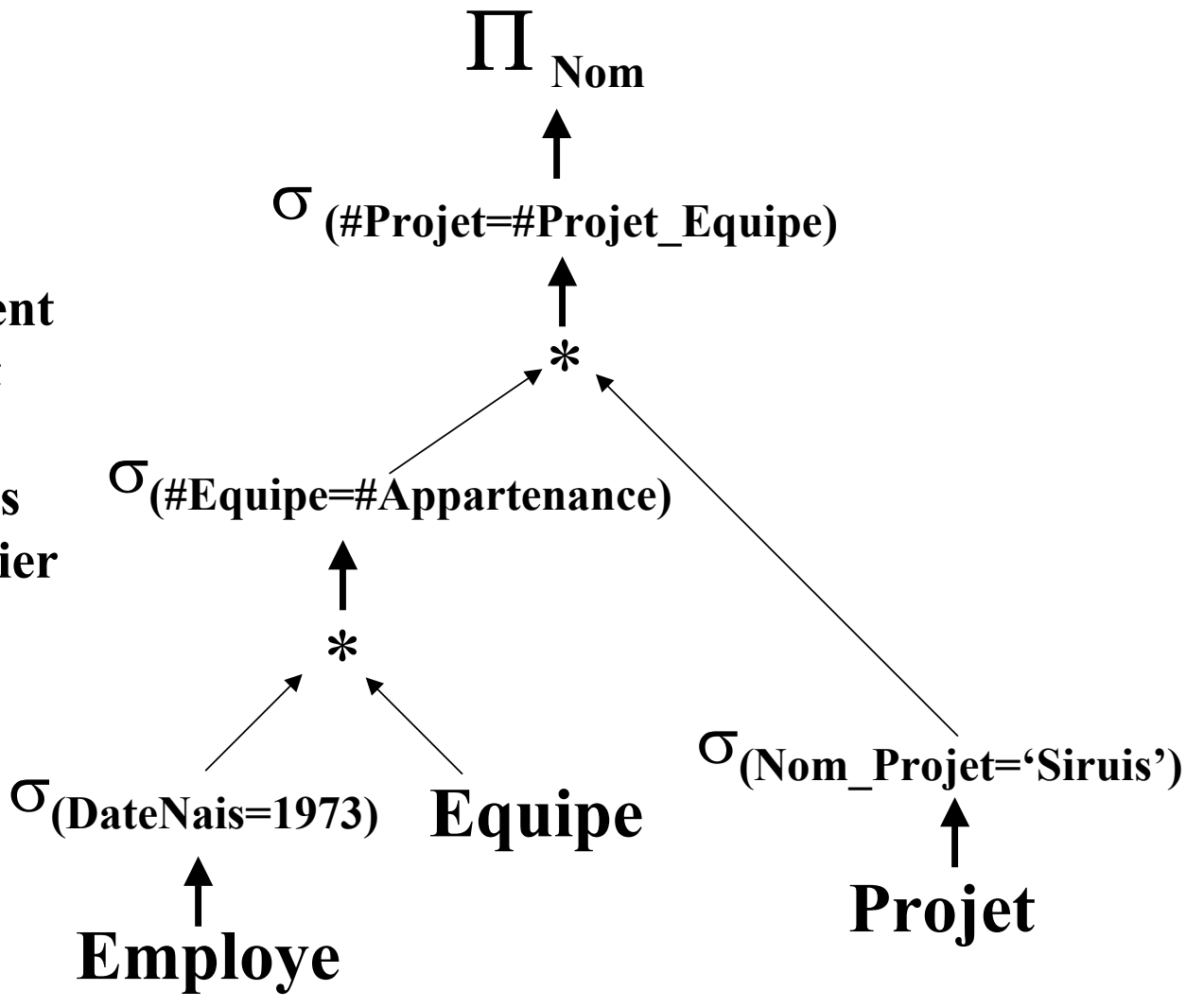



```
SELECT Nom
 FROM Employe, Equipe, Projet
  WHERE Nom_Projet = 'Sirius'
    AND #Projet = #Projet_Equipe
    AND #Equipe = #Appartenance
    AND DaeNais=1973
```

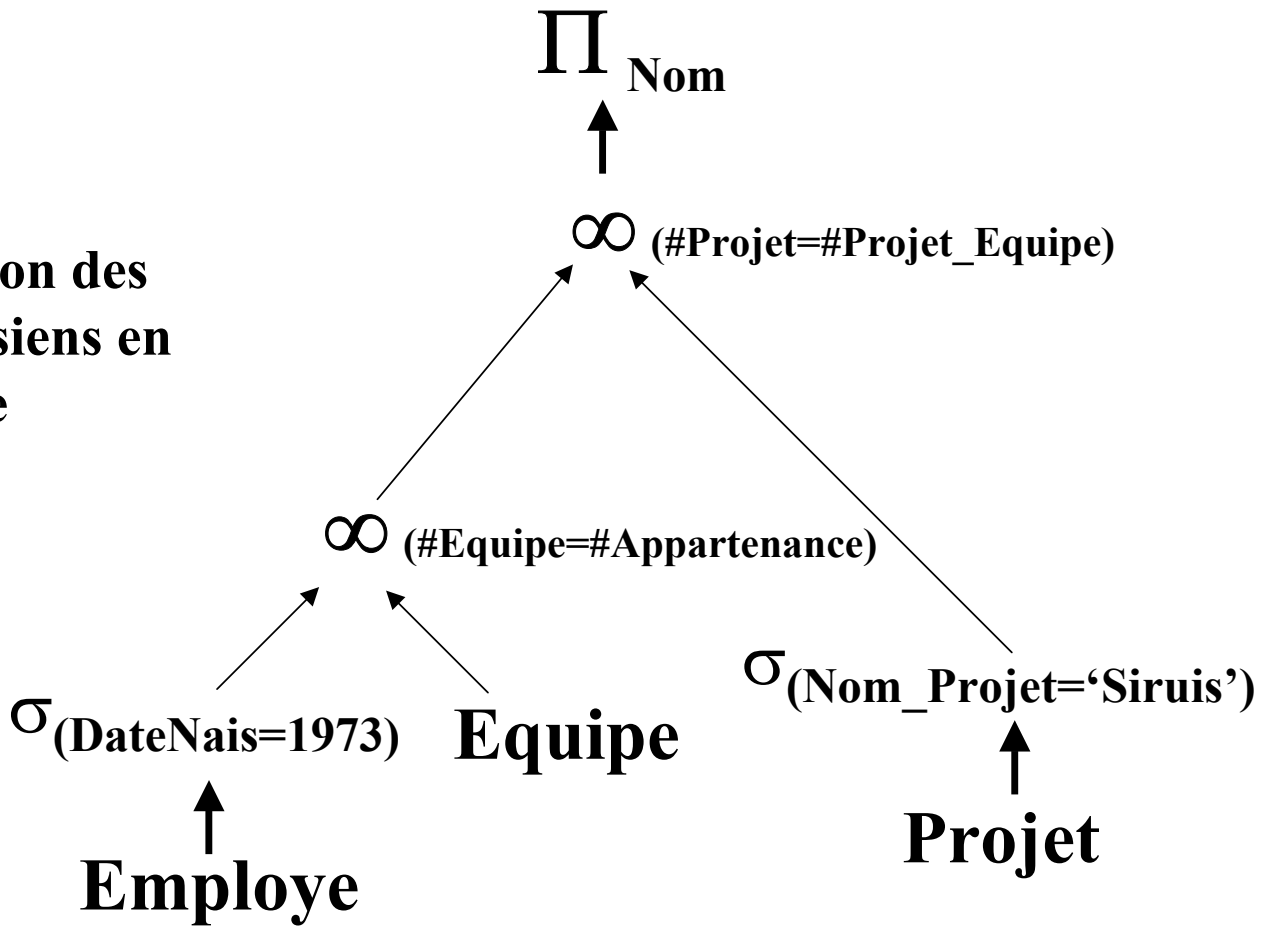
Division des conjonctions de sélections



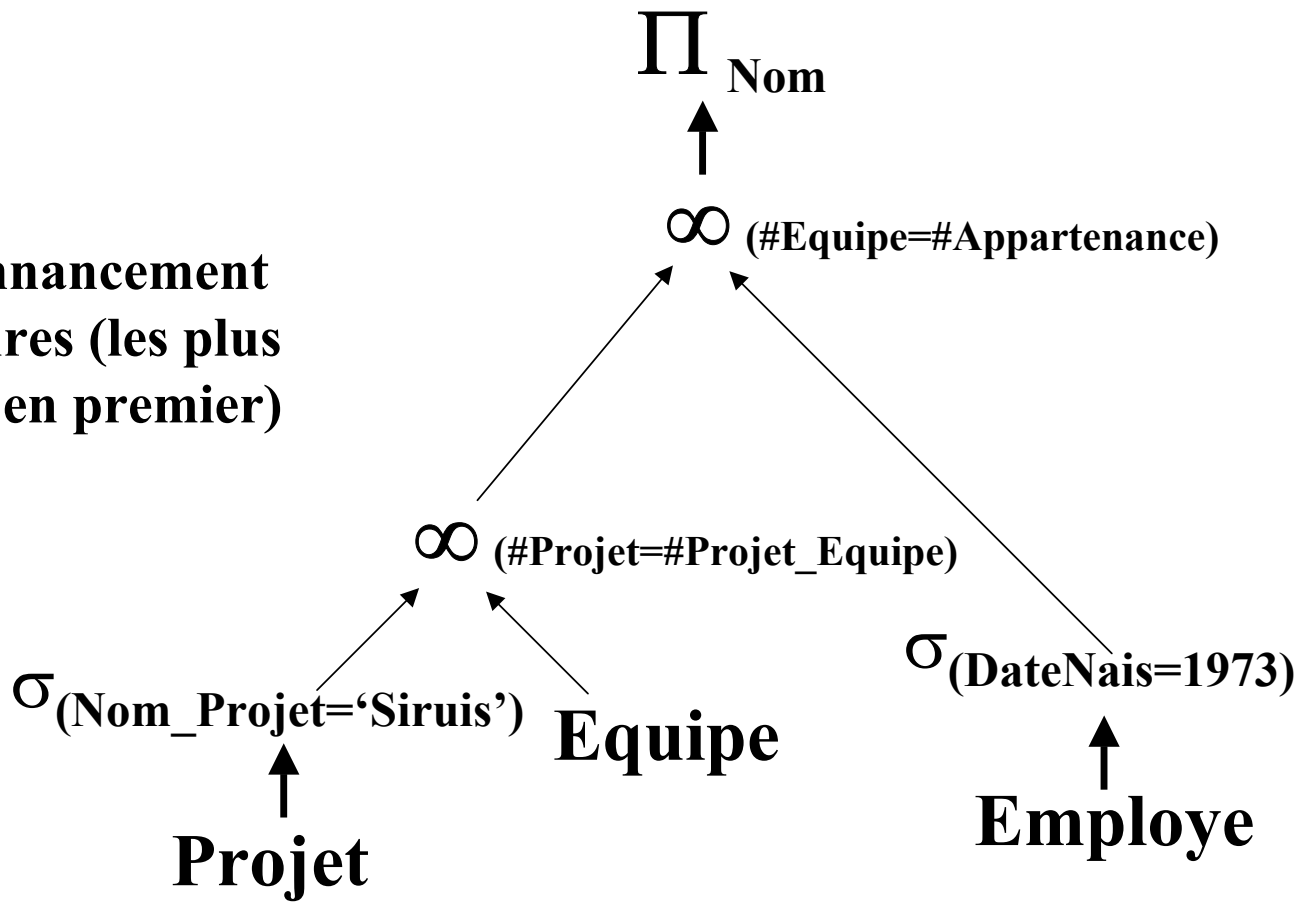
Ré-ordonnancement des sélections et application des sélections les plus sélectives en premier



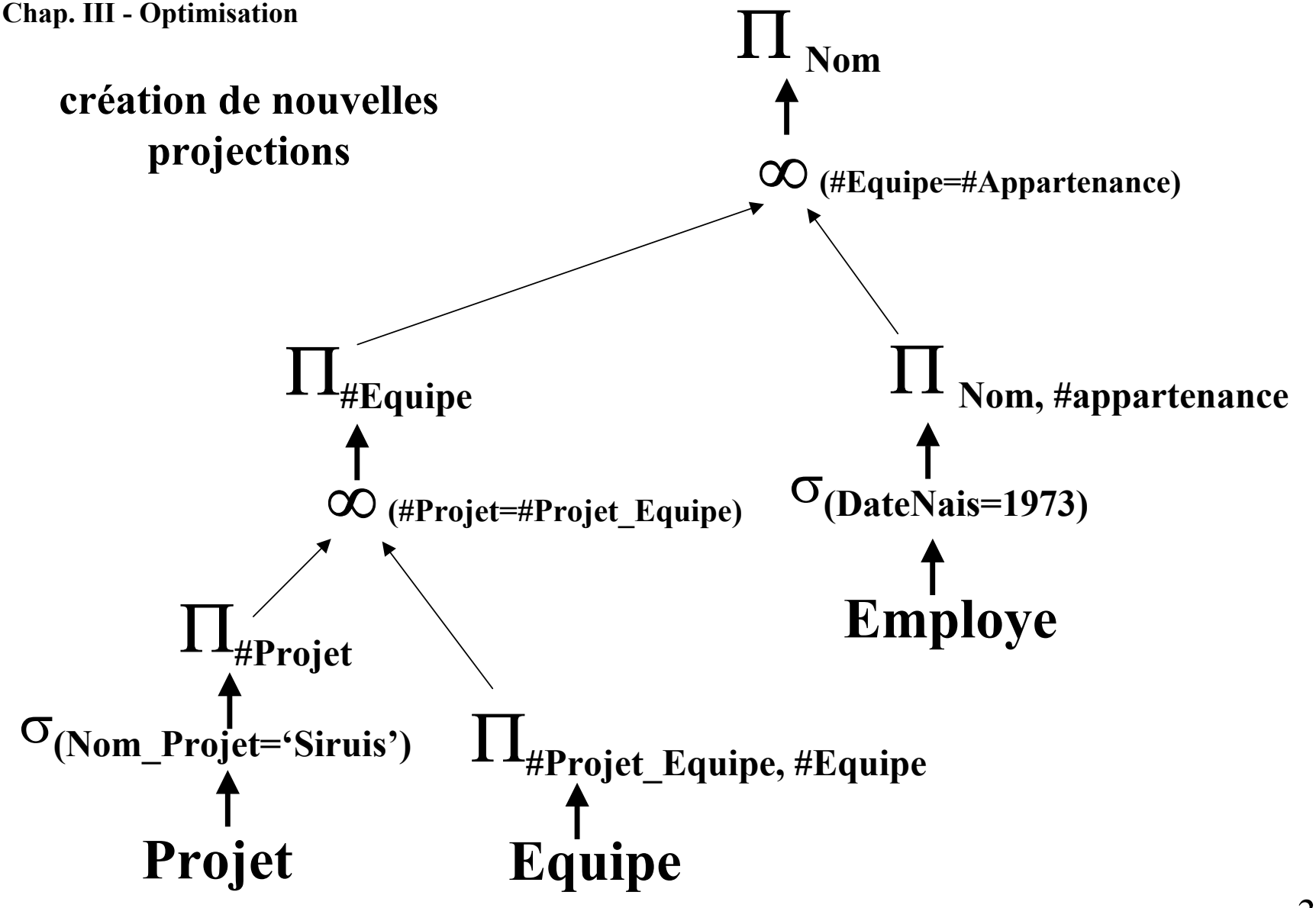
Transformation des produits cartésiens en jointure



Ré-ordonnancement des jointures (les plus sélectives en premier)



création de nouvelles projections



Statistiques (1/2)

- **Pour chaque relation *R* [CBS98] :**
  - ***NTuples(R)*** **: nombre de nuplets**
  - ***Bfactor(R)*** **: nombre de nuplets par bloc**
  - ***NBlocks(R)*** **: nombre de blocs pour la relation**

    ***NBlocks(R)* =**
- **Pour chaque attribut *A* de *R* :**
  - $NDistinct_A(R)$ **: nombre de valeurs distinctes de *A***
  - $Min_A(R)$ **et** $Max_A(R)$ **: valeurs min et max de *A***
  - $SC_A(R)$ **: nombre moyen de nuplets satisfaisant un prédicat sur *A***

Statistiques (2/2)

- $SC_A(R)$ dépend du prédicat
  - Egalité :
  - A > c
  - A < c
  - $A \in \{c_1, \ldots, c_n\}$
  - $A \wedge B$
  - $A \vee B$

- Pour index *I* de *R* sur un attribut *A* :
  - $NLevels_A(I)$: nombre de niveaux pour *I*
  - $NLBlocks_A(I)$: nombre de blocs utilisés pour *I*

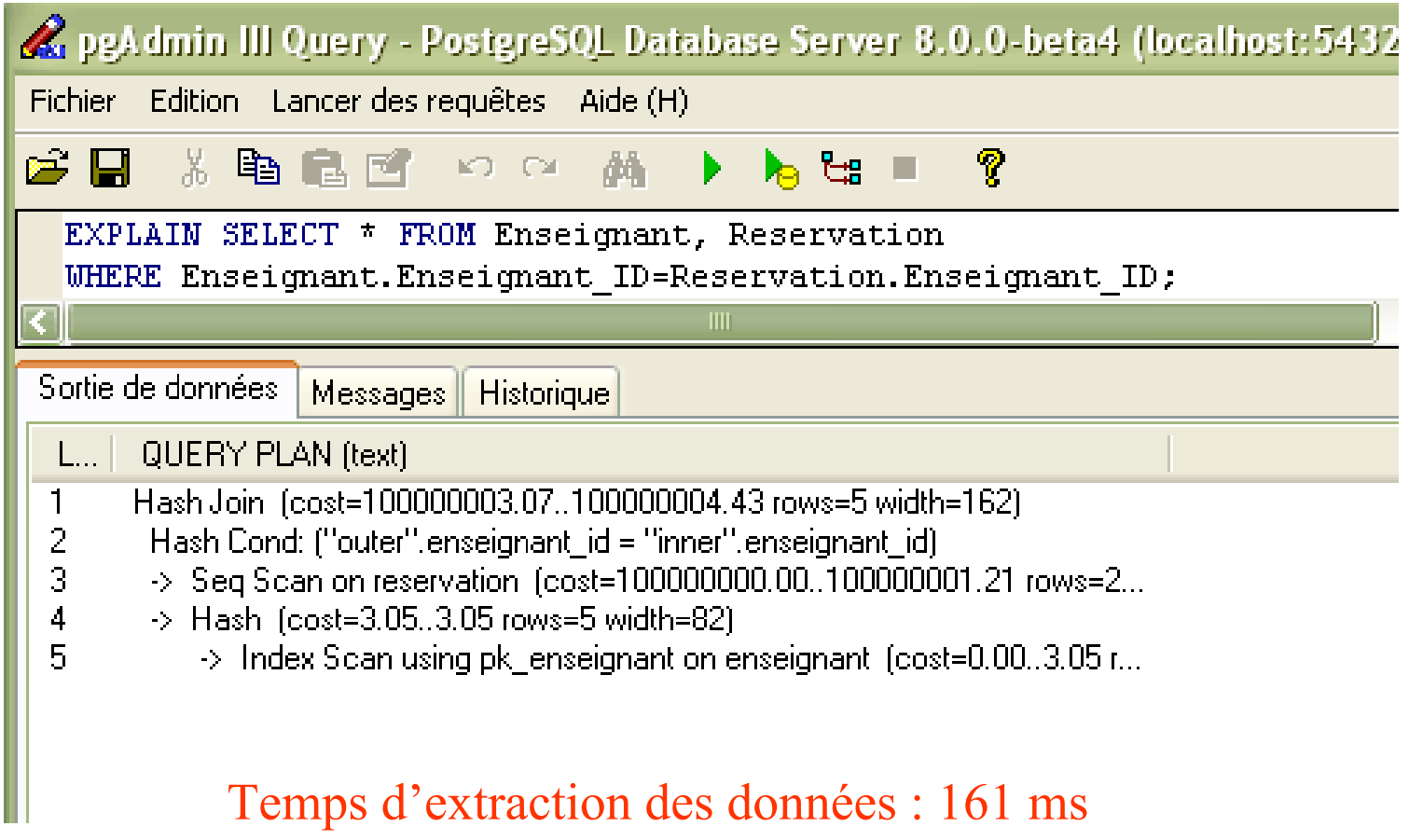
Exemples en utilisant PostgreSQL

Commandes

- **`VACUUM` : Mise à jour des statistiques**
- **`VACUUM ANALYSE VERBOSE` : met à jour analyse et affiche le résultat de l'analyse des statistiques**
- **`EXPLAIN` : affiche le plan d'exécution d'une requête**
- **`SET ENABLE_SEQSCAN TO OFF` : interdit l'utilisation du parcours séquentiel (pour forcer l'utilisation des index)**
- **`CREATE INDEX « Nom_Index" ON Relation USING btree (nom)` : pour créer un index en précisant son**

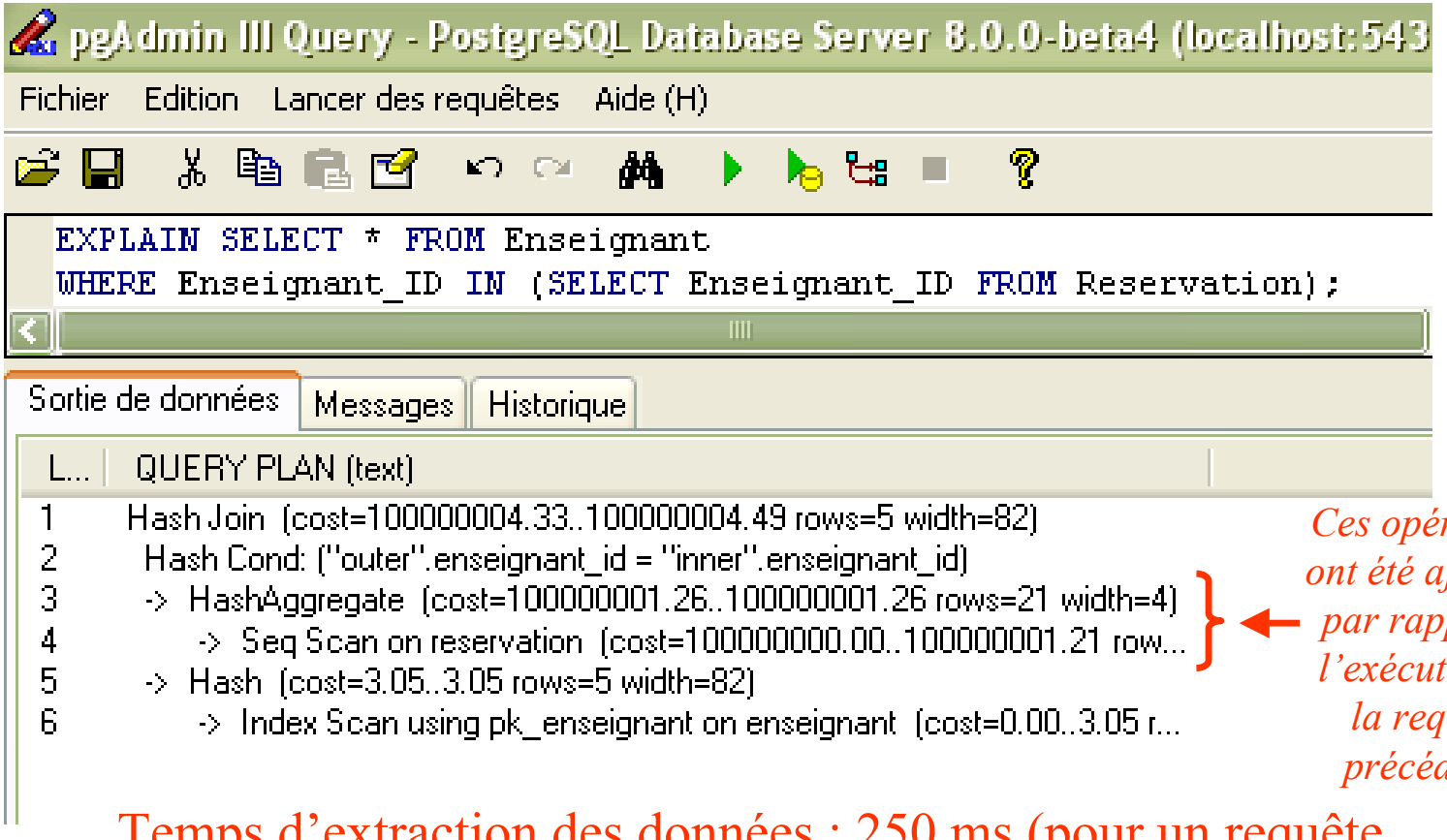
Exemples en utilisant PostgreSQL

Attention à l'écriture des requêtes!!



Temps d'extraction des données : 161 ms

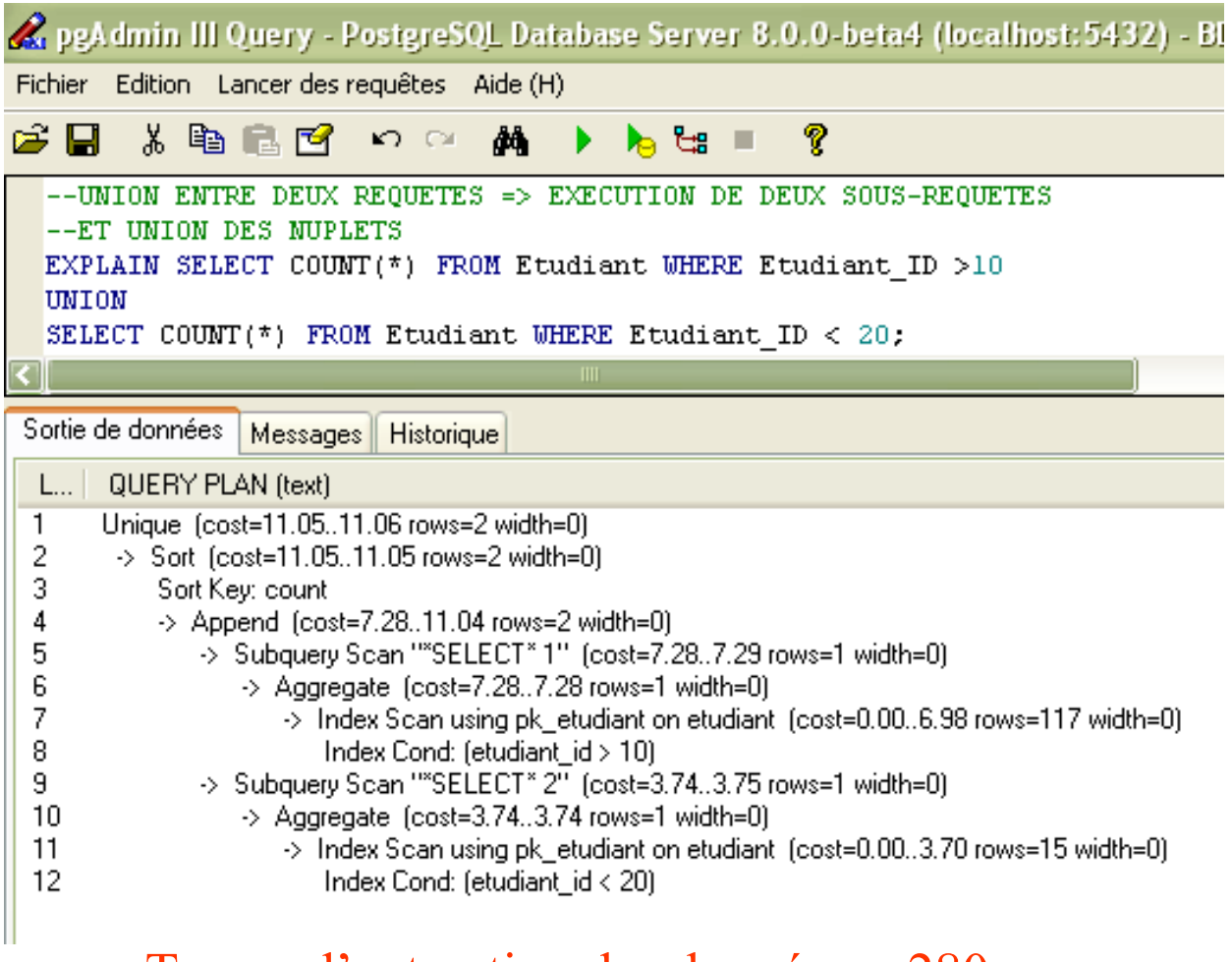
Exemples en utilisant PostgreSQL



Ces opérations ont été ajoutées par rapport à l'exécution de la requête précédente

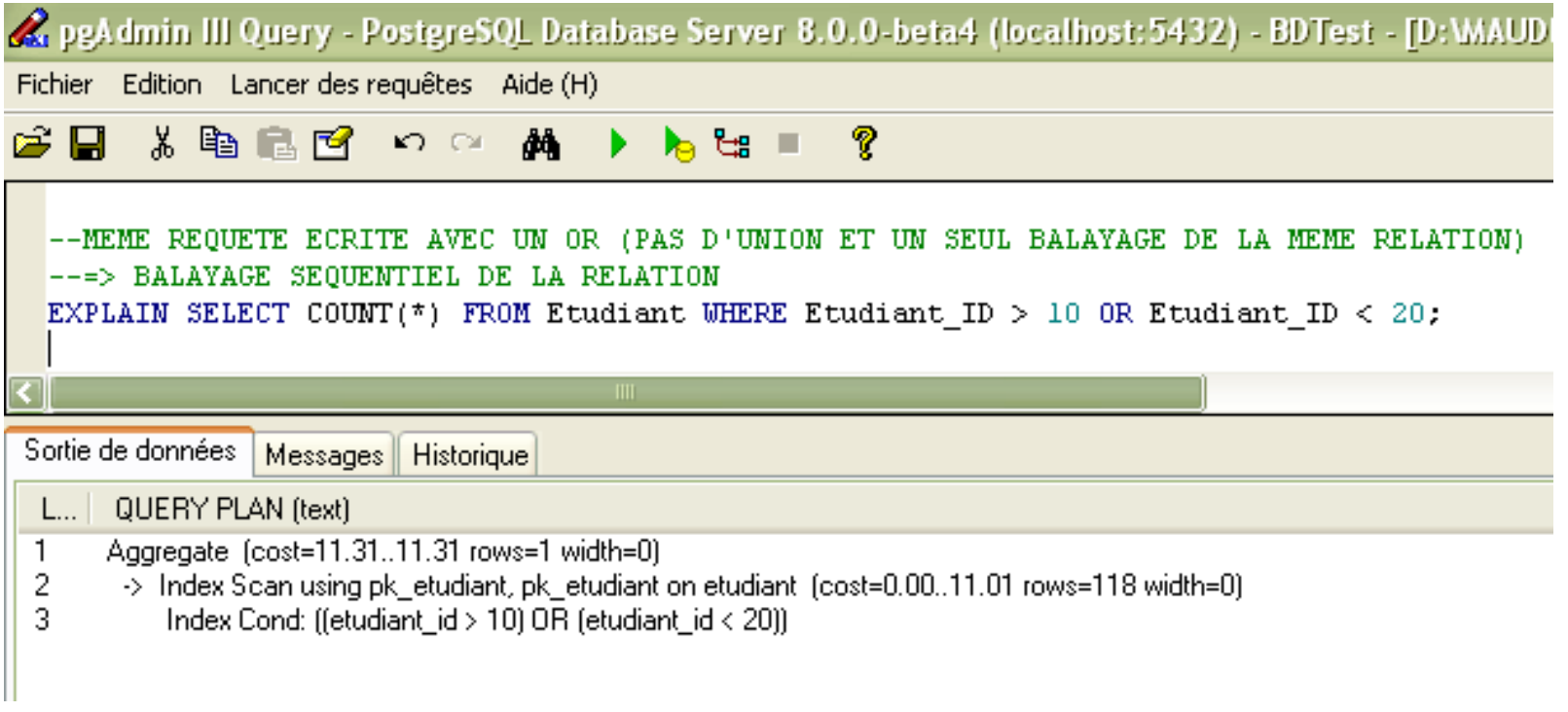
Temps d'extraction des données : 250 ms (pour un requête donnant le même résultat que précédemment)

Exemples en utilisant PostgreSQL



Temps d'extraction des données : 280ms

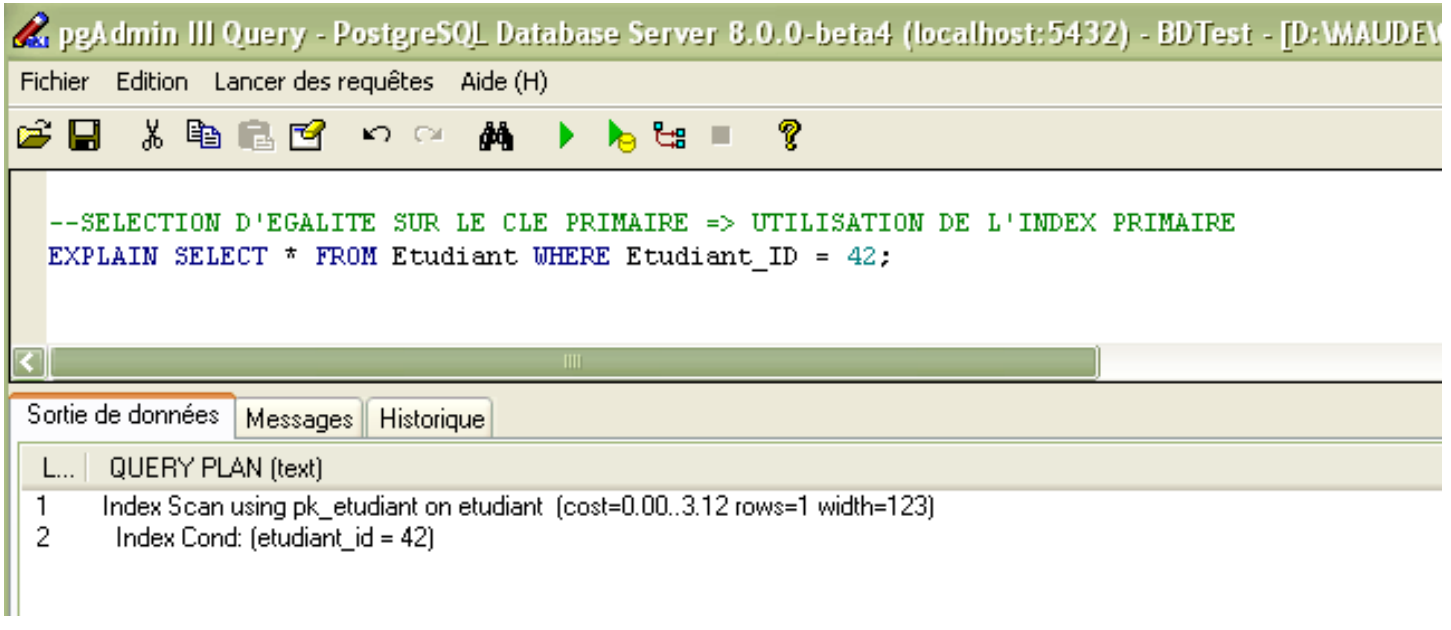
Exemples en utilisant PostgreSQL



Temps d'extraction des données : 231ms (pour une requête donnant le même résultat)

Exemples en utilisant PostgreSQL

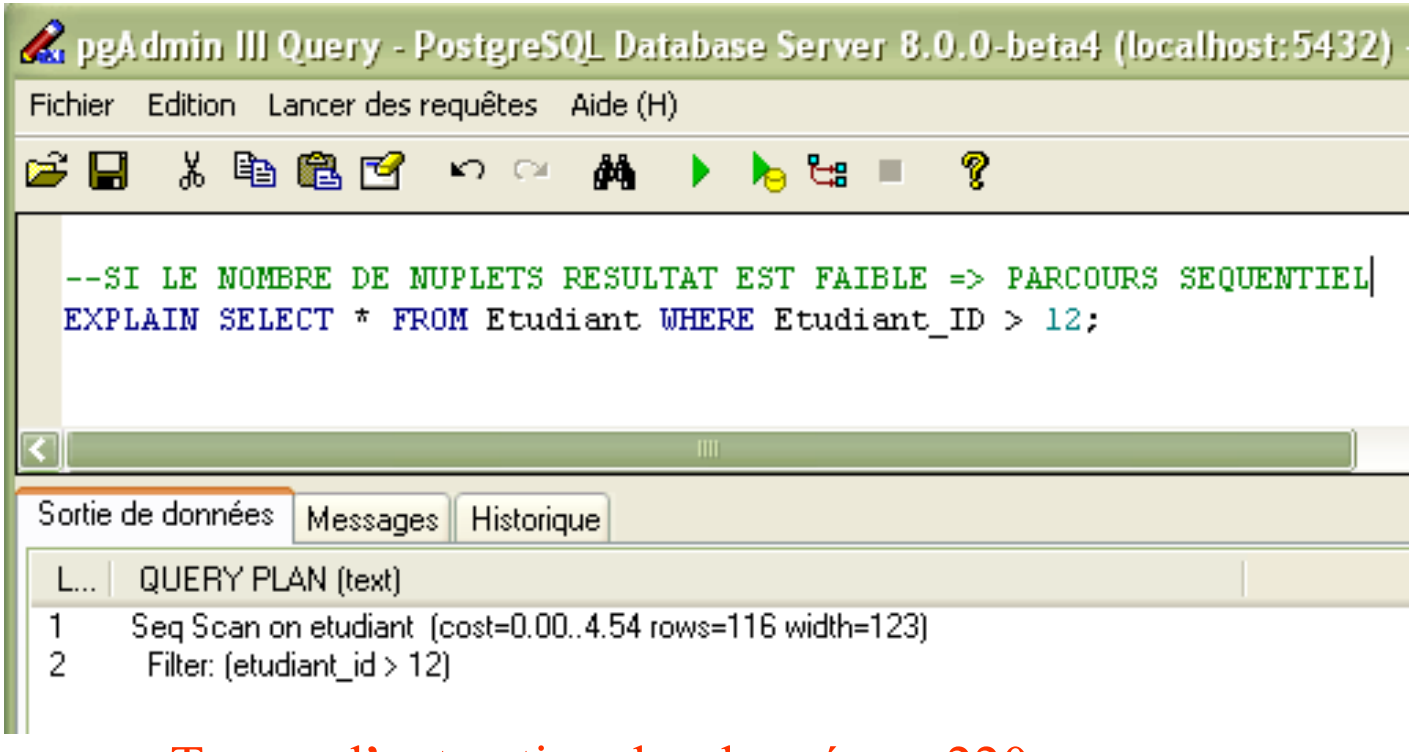
Utilisation des index : quand un balayage séquentiel est plus coûteux



Temps d'extraction des données : 231ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

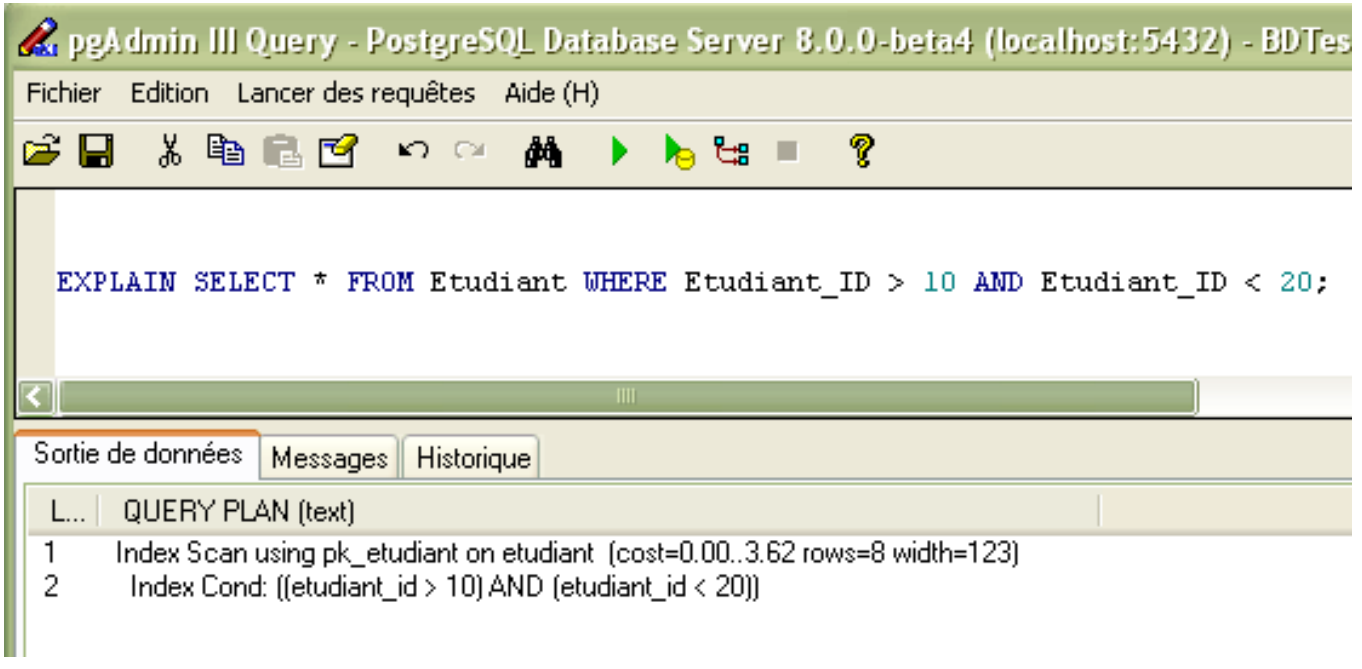
Si l'index n'est pas utile pour la requête, il n'est pas utilisé



Temps d'extraction des données : 220ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

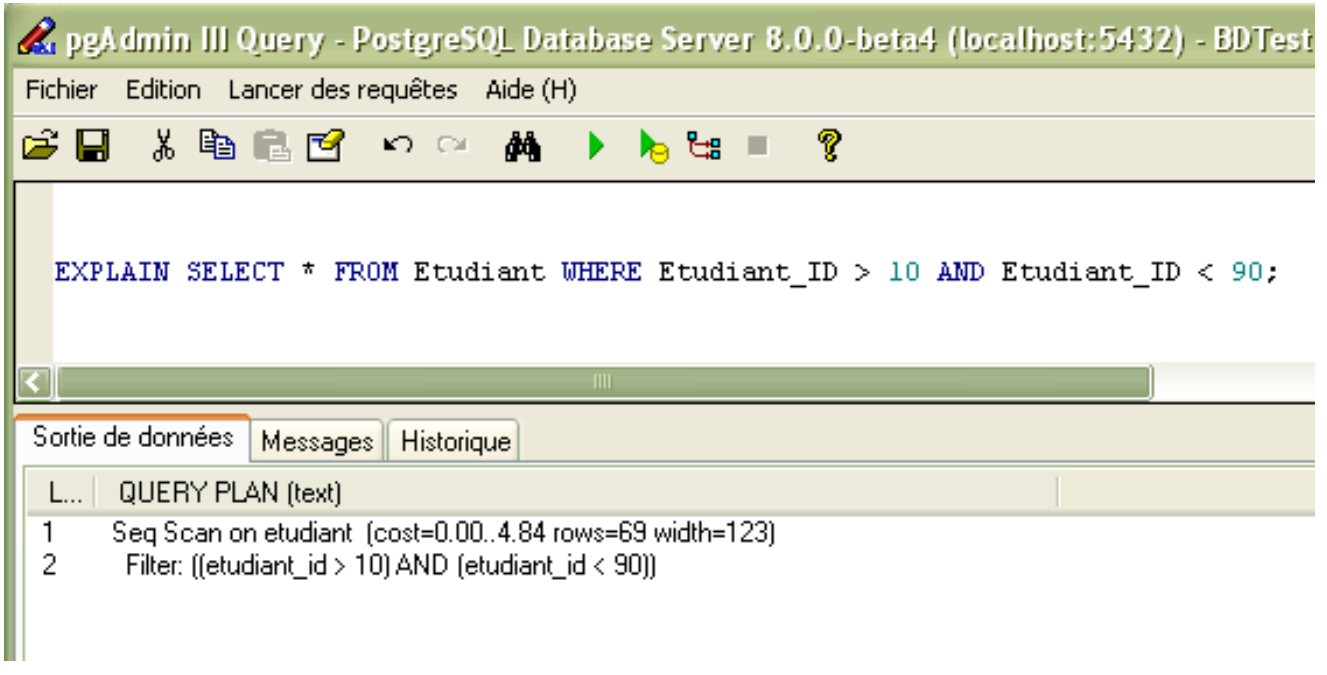
Si l'index est utile pour la requête, il est utilisé



Temps d'extraction des données : 230ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

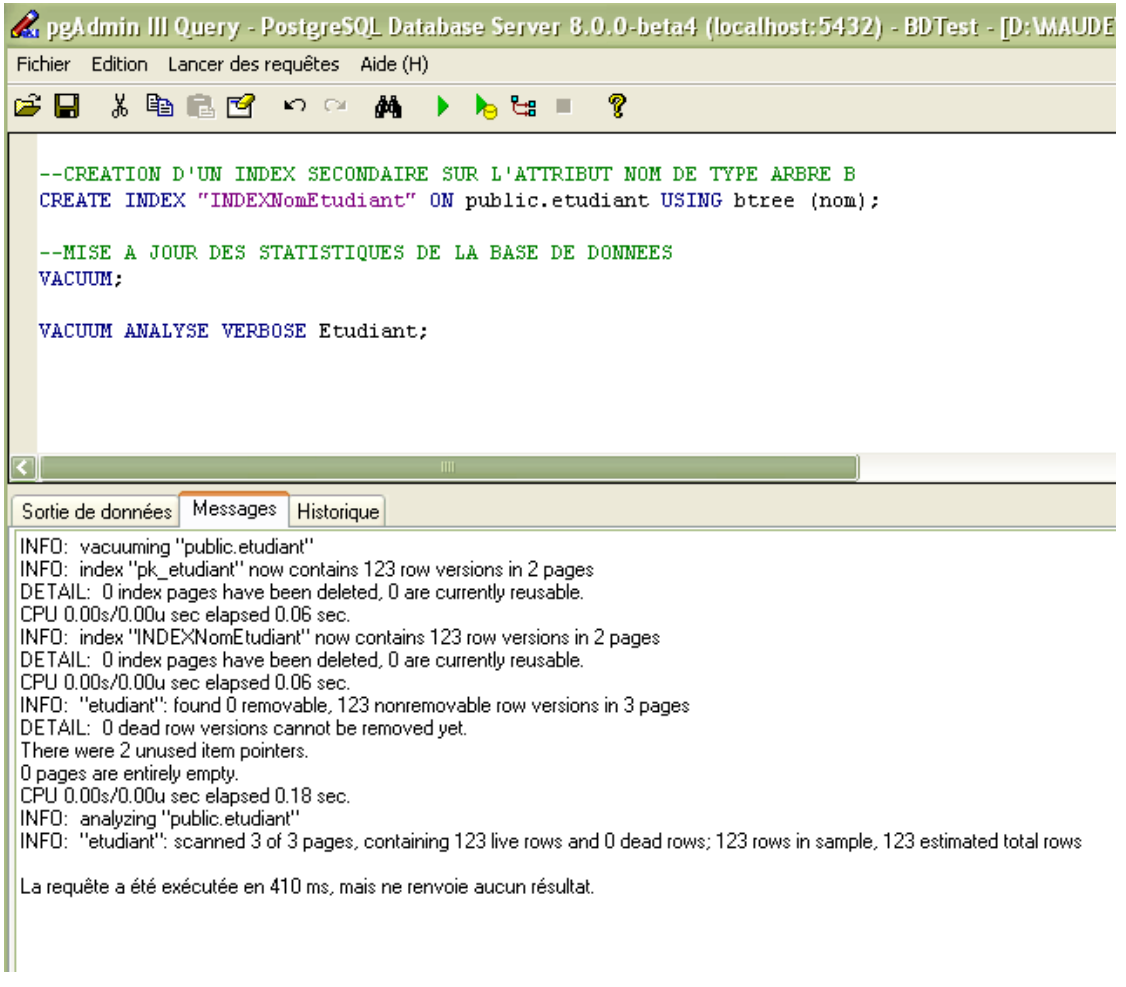
L'utilisation des index dépend du nombre de nuplets potentiellement résultats



Temps d'extraction des données : 231ms

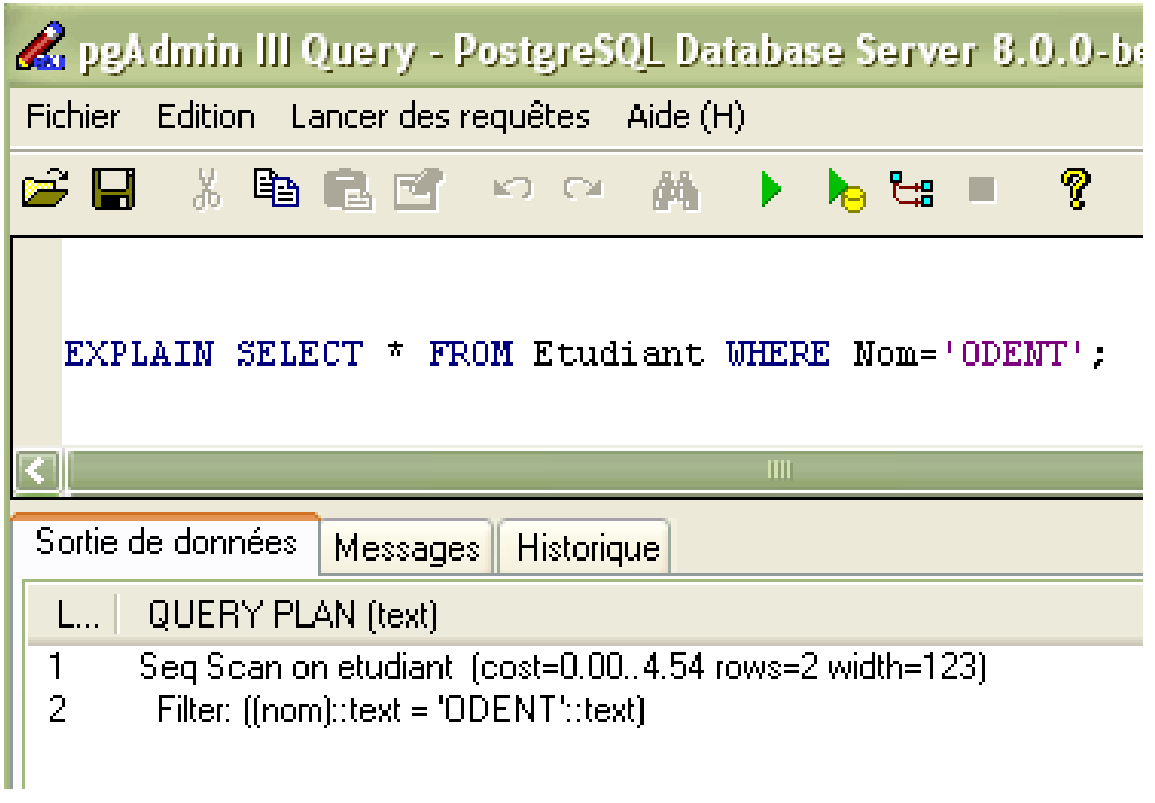
Exemples en utilisant PostgreSQL

Création d'un index



Exemples en utilisant PostgreSQL

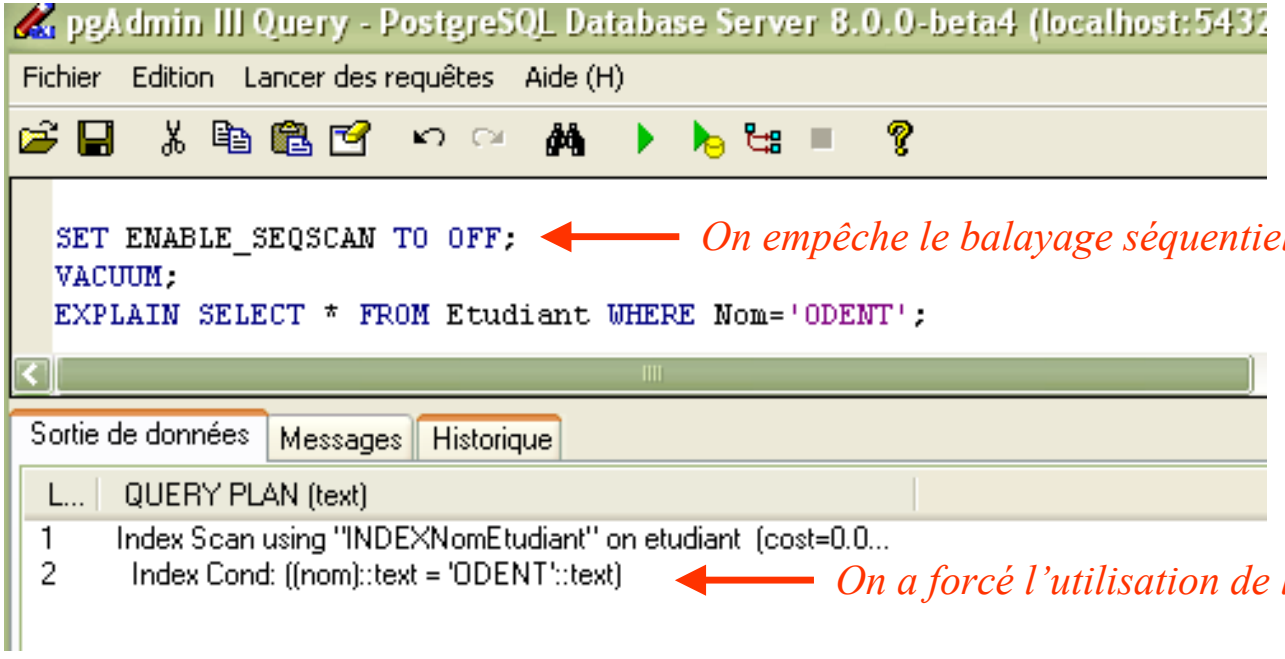
Le SGBD peut choisir de ne pas utiliser les index



Temps d'extraction des données : 221ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

On peut forcer l'utilisation des index



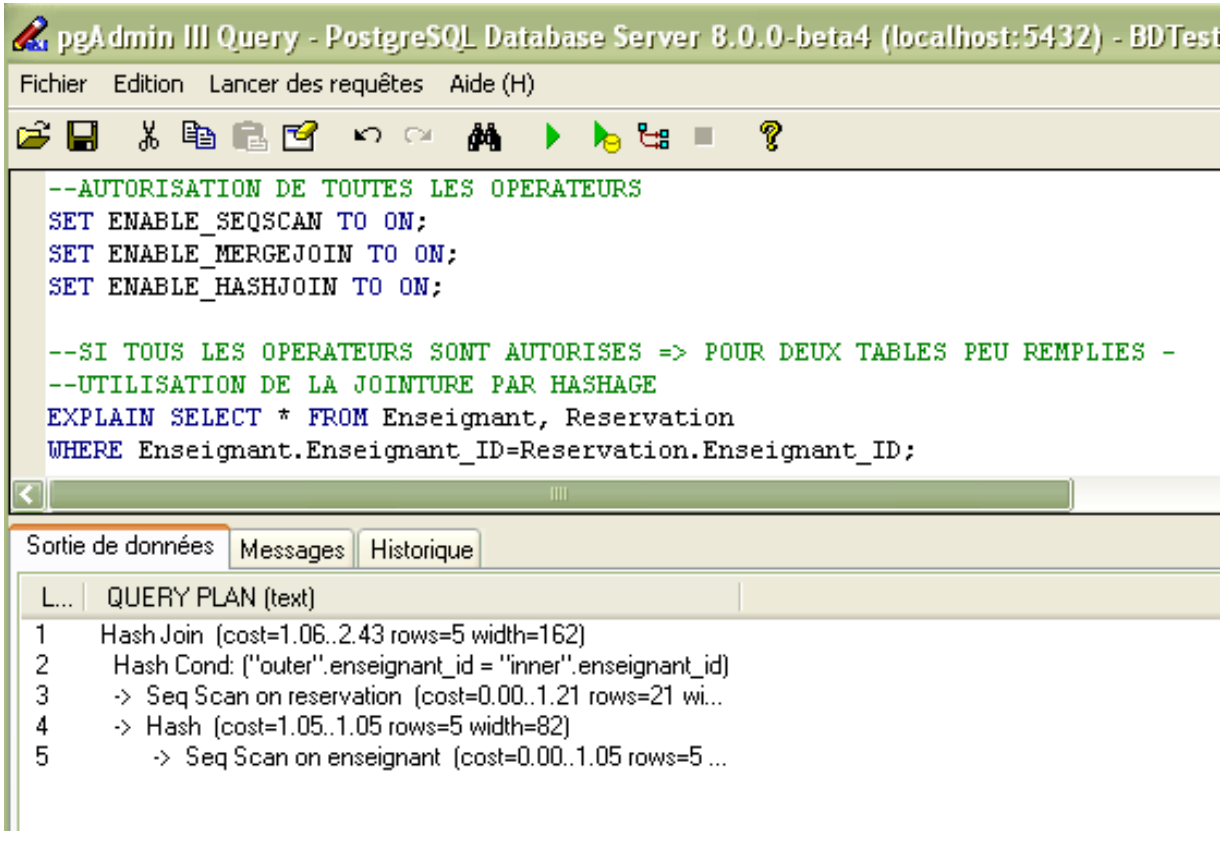
On empêche le balayage séquentiel

On a forcé l'utilisation de l'index

Temps d'extraction des données : 220ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

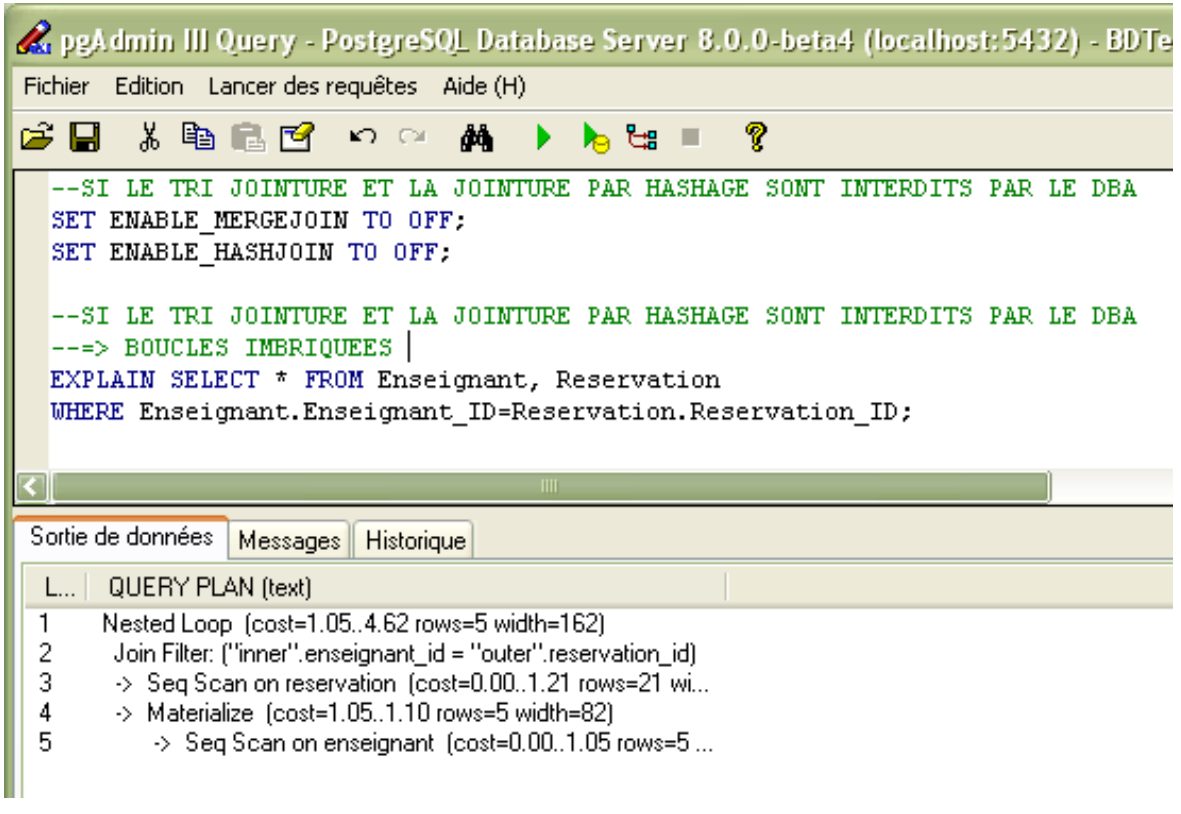
Algorithmes de jointure



Temps d'extraction des données : 201ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

Algorithmes de jointure

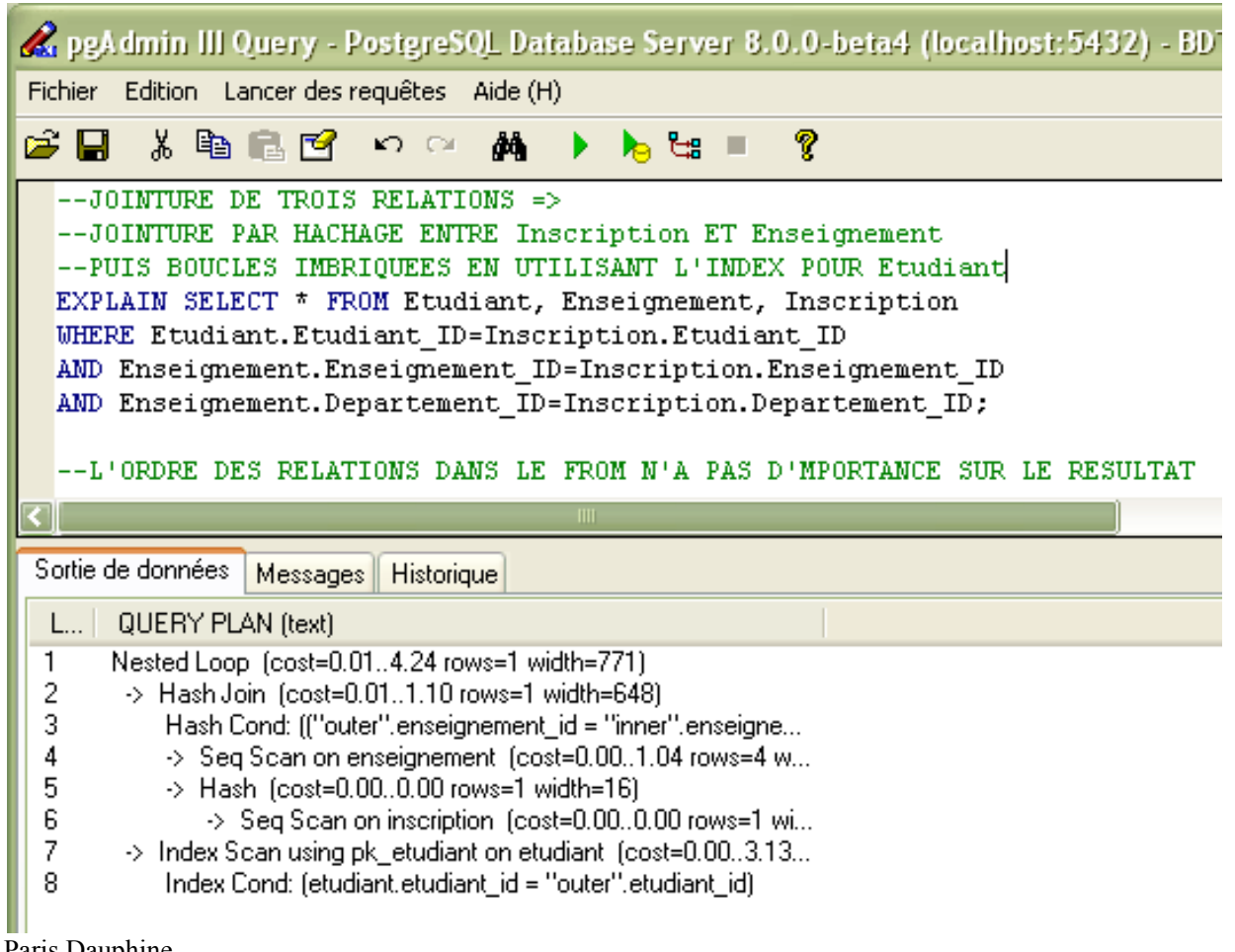


Temps d'extraction des données : 190ms

Exemples en utilisant PostgreSQL

Algorithmes de jointure

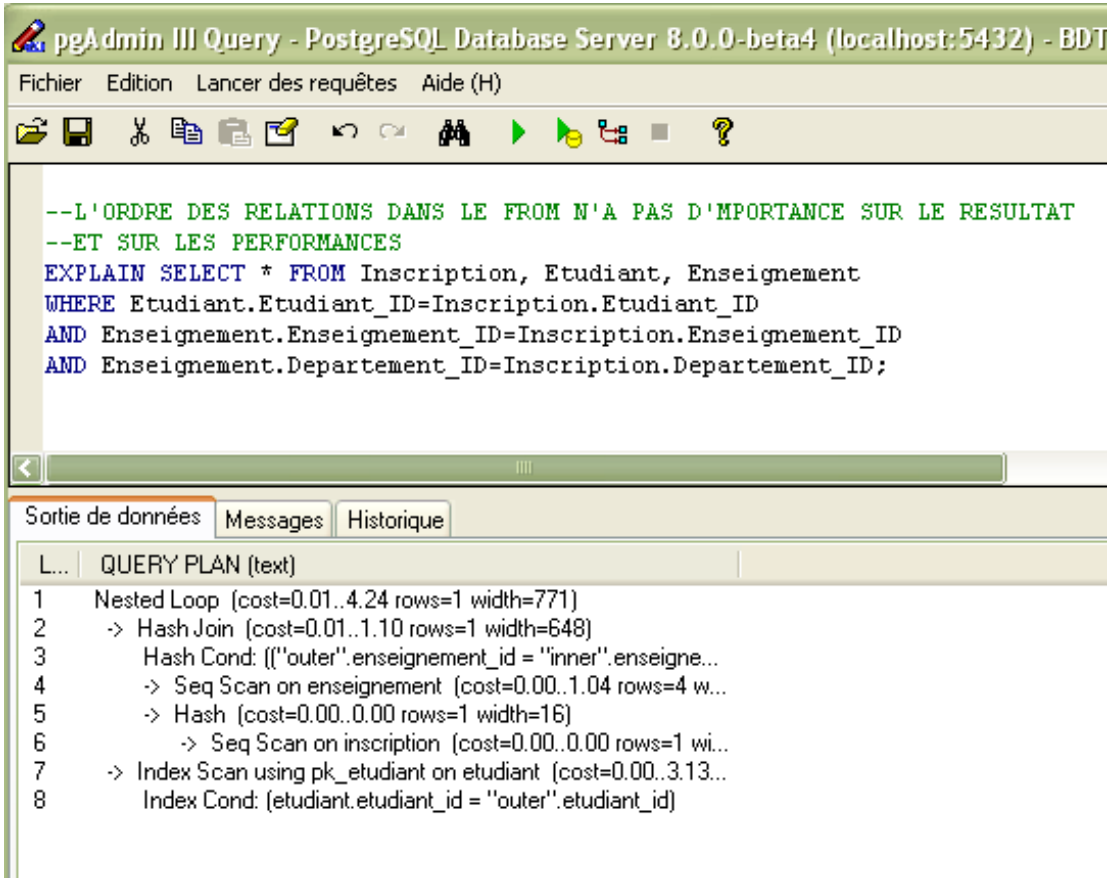
Temps d'extraction des données : 200ms



Exemples en utilisant PostgreSQL

Algorithmes de jointure

Temps d'extraction des données : 200ms



Chap. IV - Gestion de la concurrence

Transaction : action ou série d'actions d'un utilisateur ou d'une application, qui accède(nt) ou modifie(nt) les données de la base

[BEGIN TRANSACTION]
…
COMMIT / ROLLBACK

- Lecture $\Rightarrow$ Placement des pages en mémoire + Copies éventuelles de valeurs dans les variables de programme
- Ecriture $\Rightarrow$ Mise à jour des données en mémoire + Ecriture des pages sur le disque APRES validation

Propriétés des transactions

- **Atomicité :** Tout ou rien

  Une transaction effectue toutes ses actions ou aucune.

  En cas d'annulation, les modifications engagées doivent être défaites.

- **Cohérence** : Intégrité des données

  Passage d'un état cohérent de la base à un autre état cohérent de la base de données

- **Isolation** : Pas d'interférence entre transactions

  Les résultats d'une transaction ne sont visibles par les autres transactions qu'après sa validation

- **Durabilité** : Journalisation des mises à jour

  Les modifications effectuées sont garanties même en cas de panne

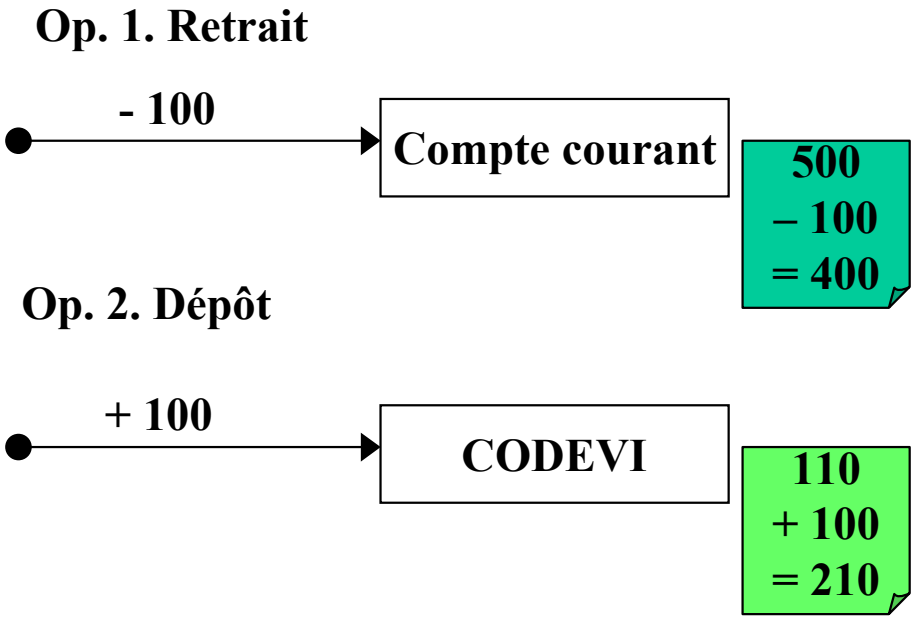
Exemple de transaction

Exemple de transaction

Virement =
2 opérations atomiques

Exemple de transaction

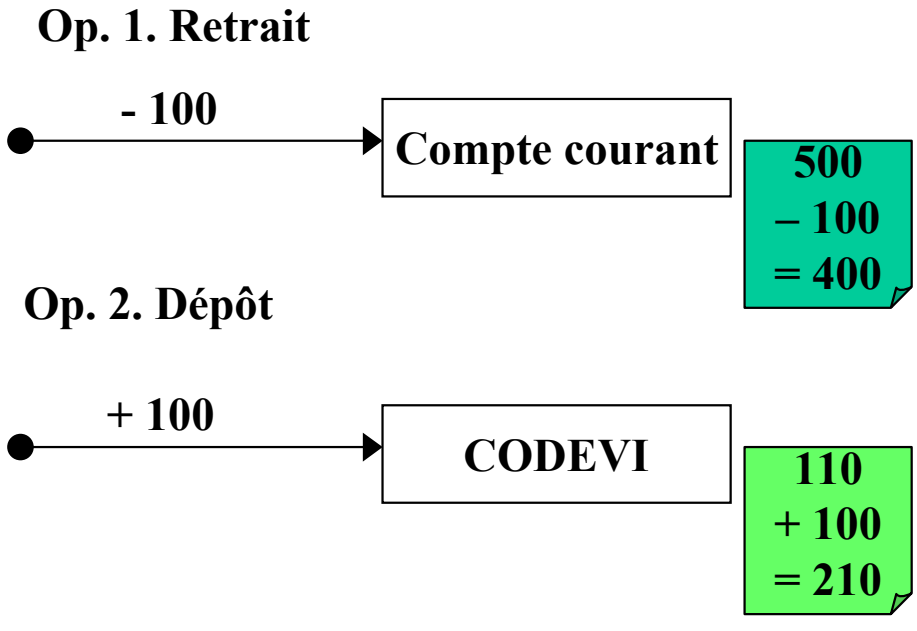
Virement =
2 opérations atomiques



Exemple de transaction

Virement bancaire sans transaction

Virement =
2 opérations atomiques

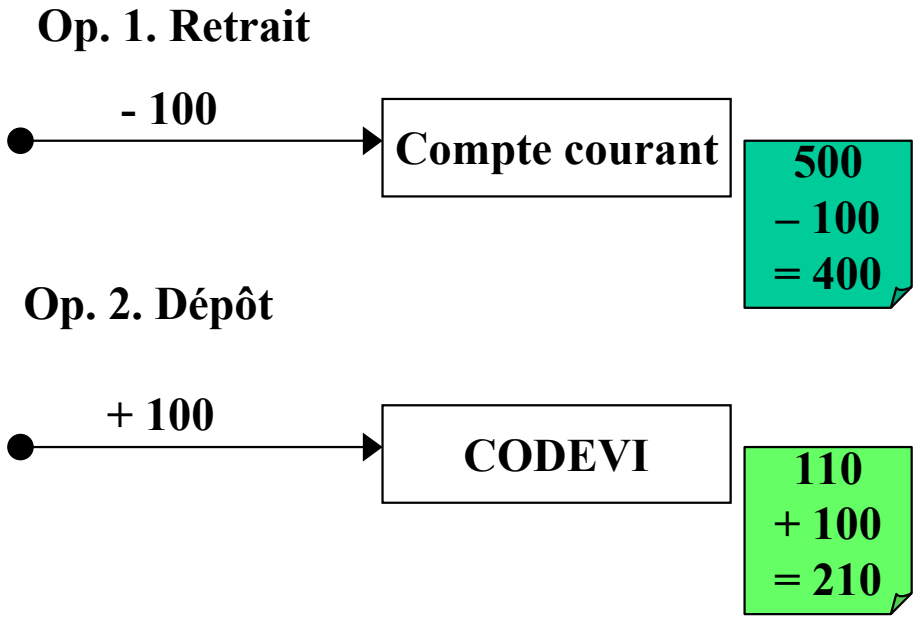


Exemple de transaction

Virement bancaire sans transaction

Virement =
2 opérations atomiques

Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?

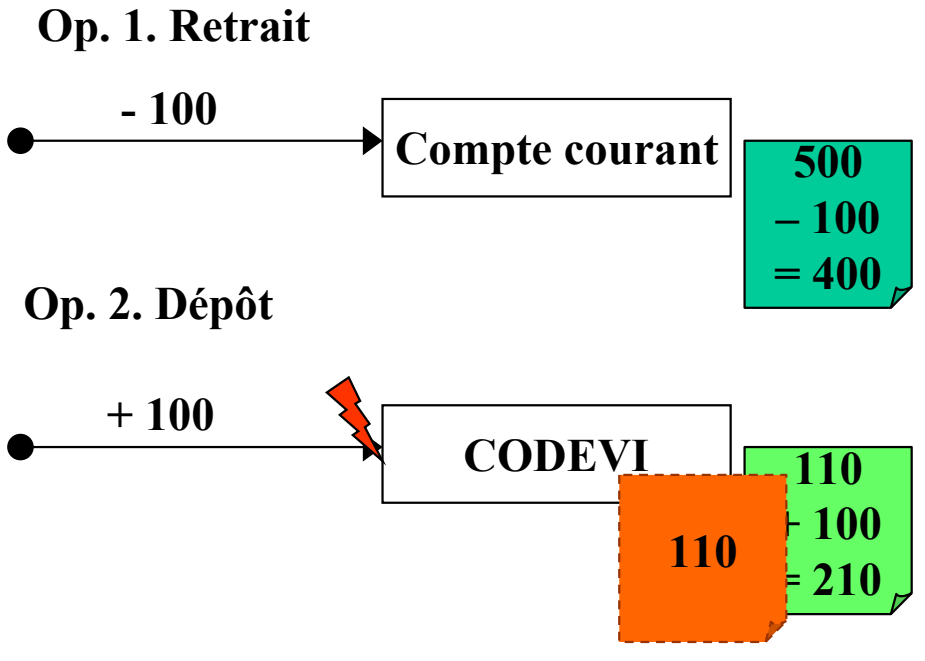


Exemple de transaction

Virement bancaire sans transaction

Virement =
2 opérations atomiques

Que se passe-t-il si le
Dépôt échoue ?



Exemple de transaction

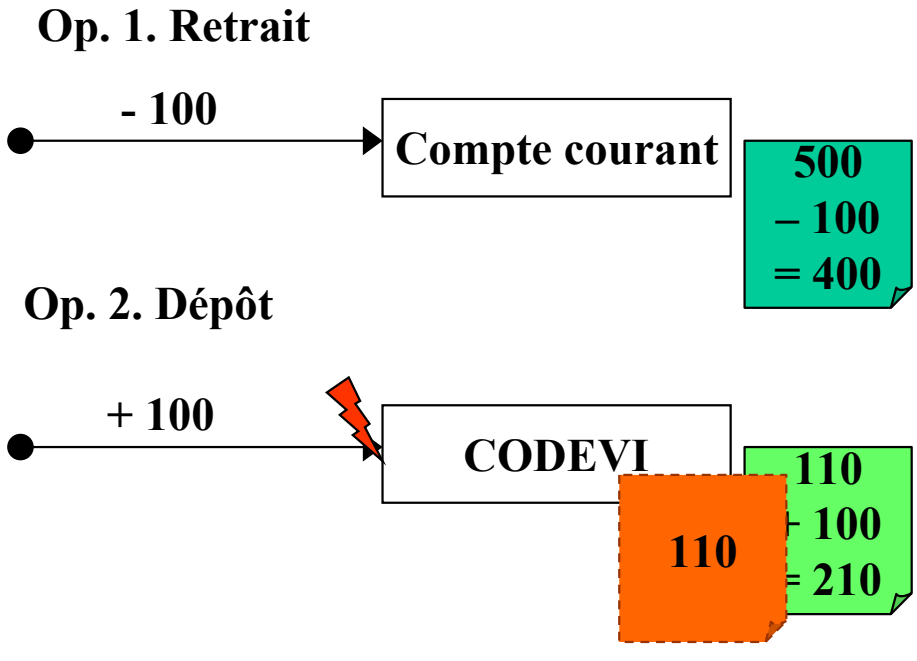
Virement bancaire sans transaction

Virement =
2 opérations atomiques

Que se passe-t-il si le
Dépôt échoue ?

Compte courant = 400
CODEVI = 110

Appelez la banque !!!



Exemple de transaction

Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (1/2)

Exemple de transaction

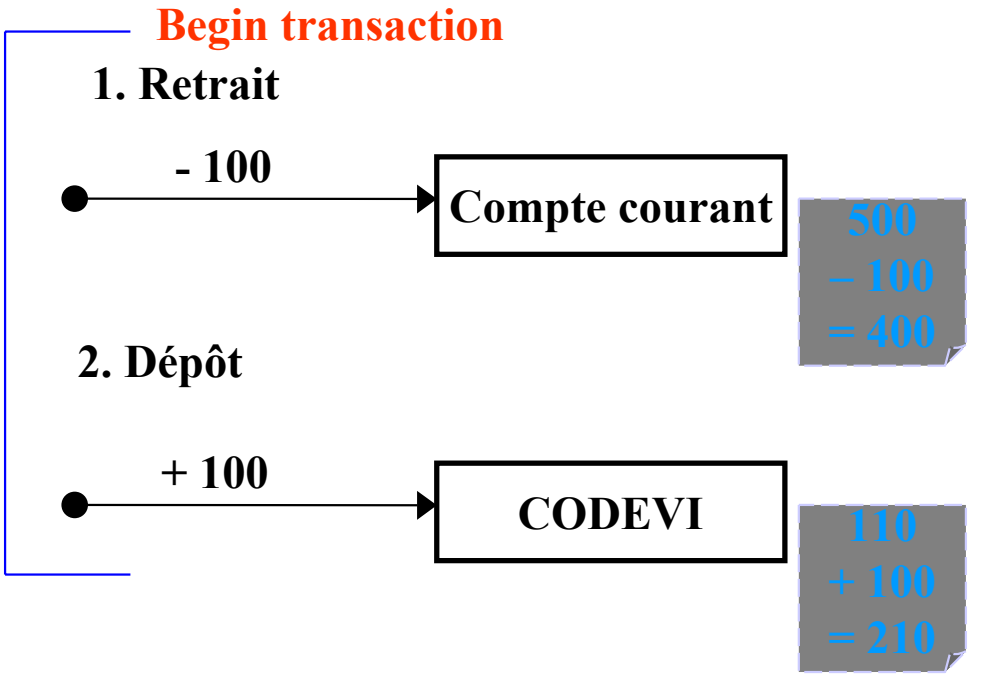
Virement bancaire dans une transaction (1/2)

Virement = 1 transaction de 2 opérations atomiques

Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (1/2)

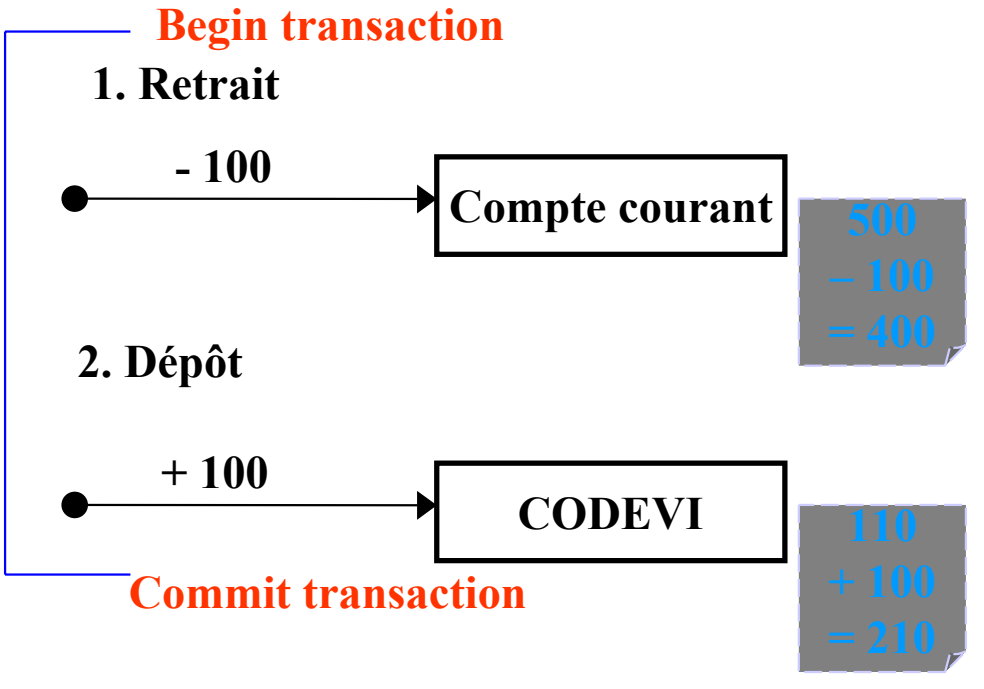
Virement = 1 transaction de 2 opérations atomiques



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (1/2)

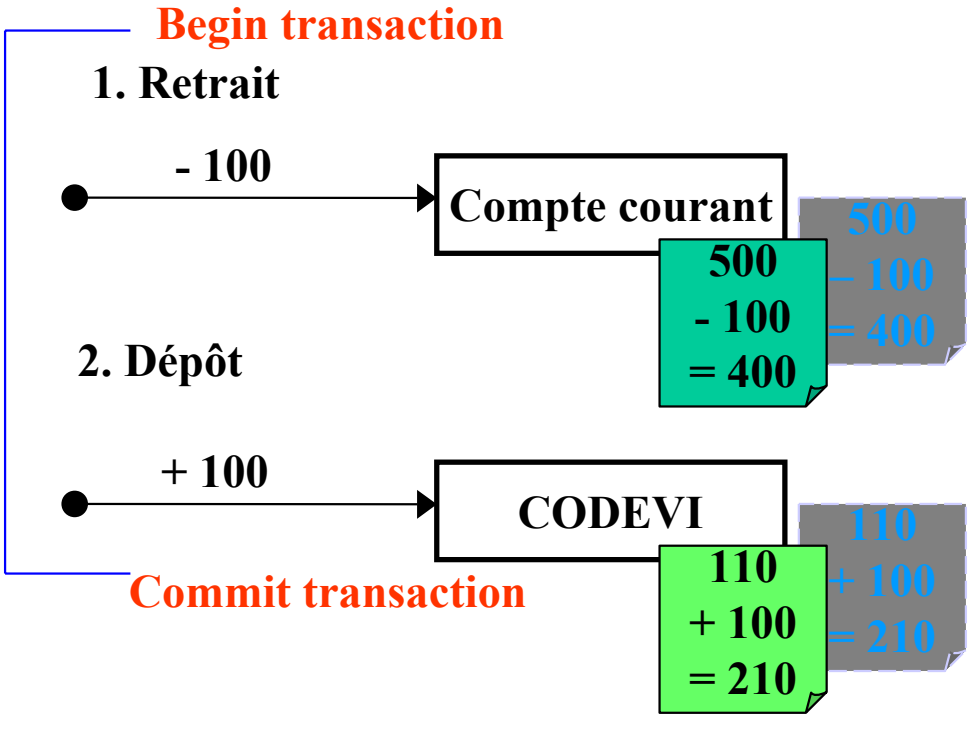
Virement = 1 transaction de 2 opérations atomiques



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (1/2)

Virement = 1 transaction de 2 opérations atomiques



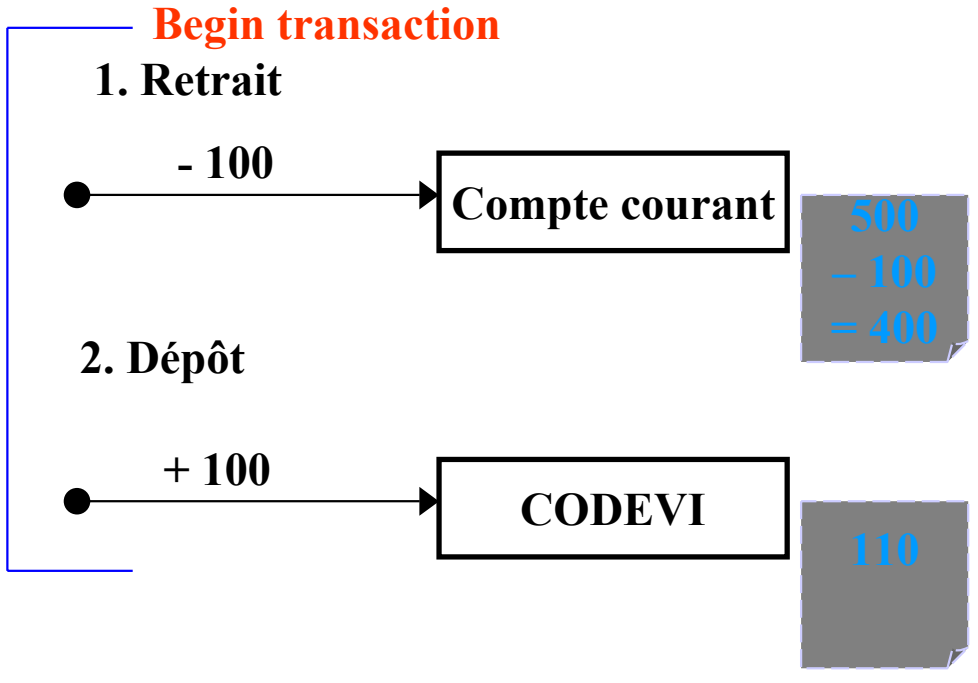
Exemple de transaction

Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

Exemple de transaction

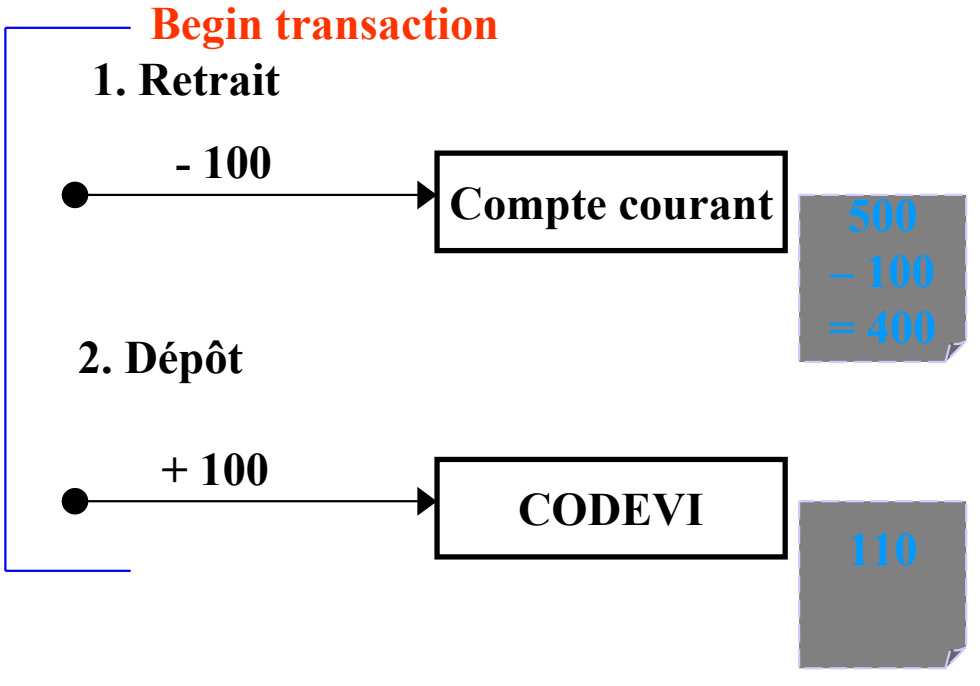
Virement bancaire dans une transaction (2/2)



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

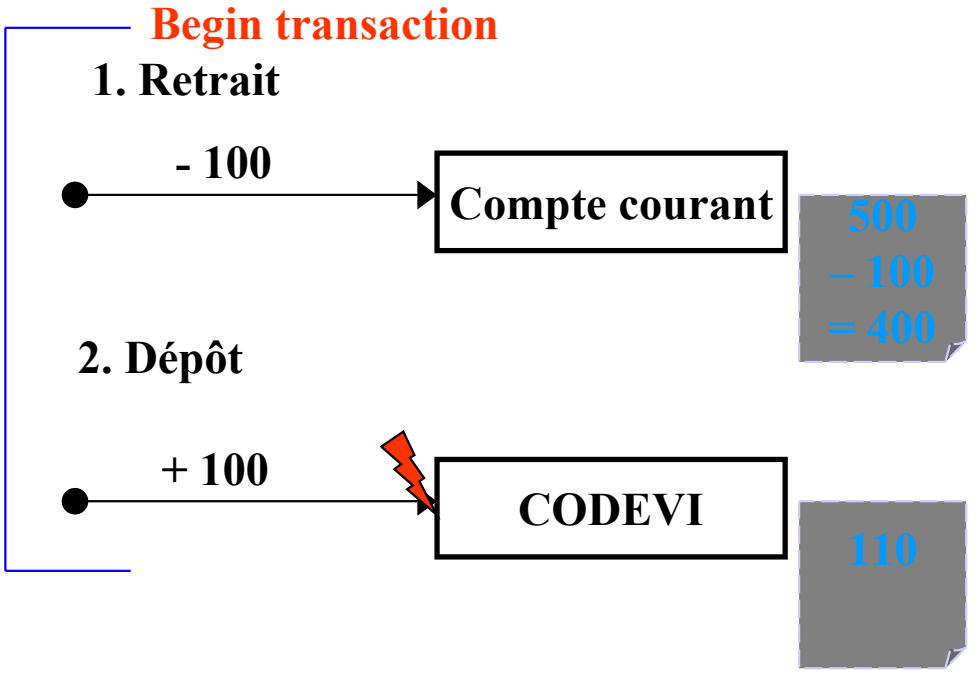
Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

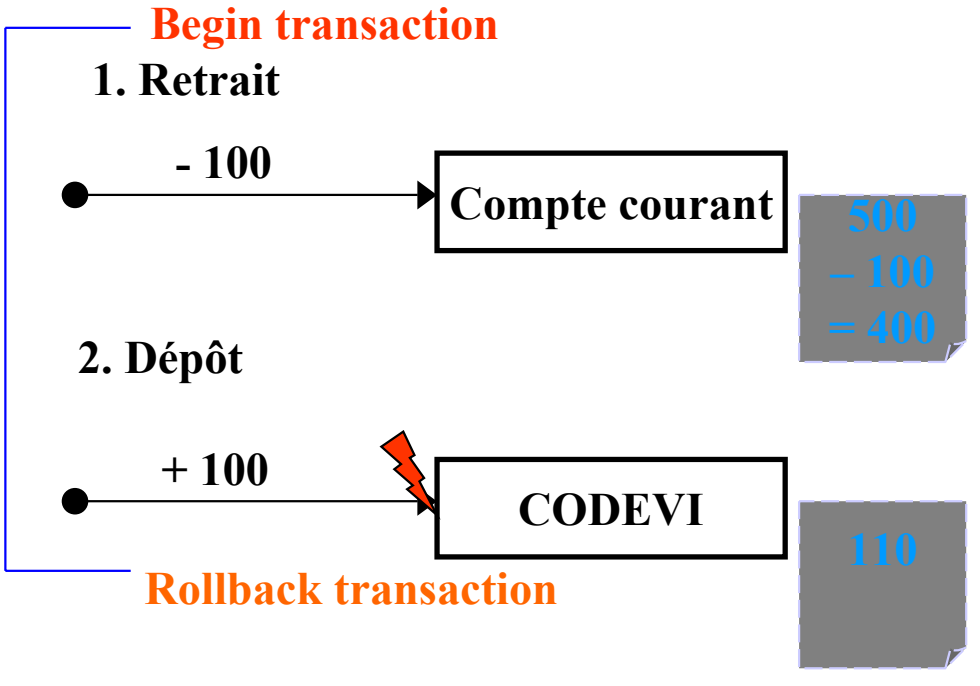
Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

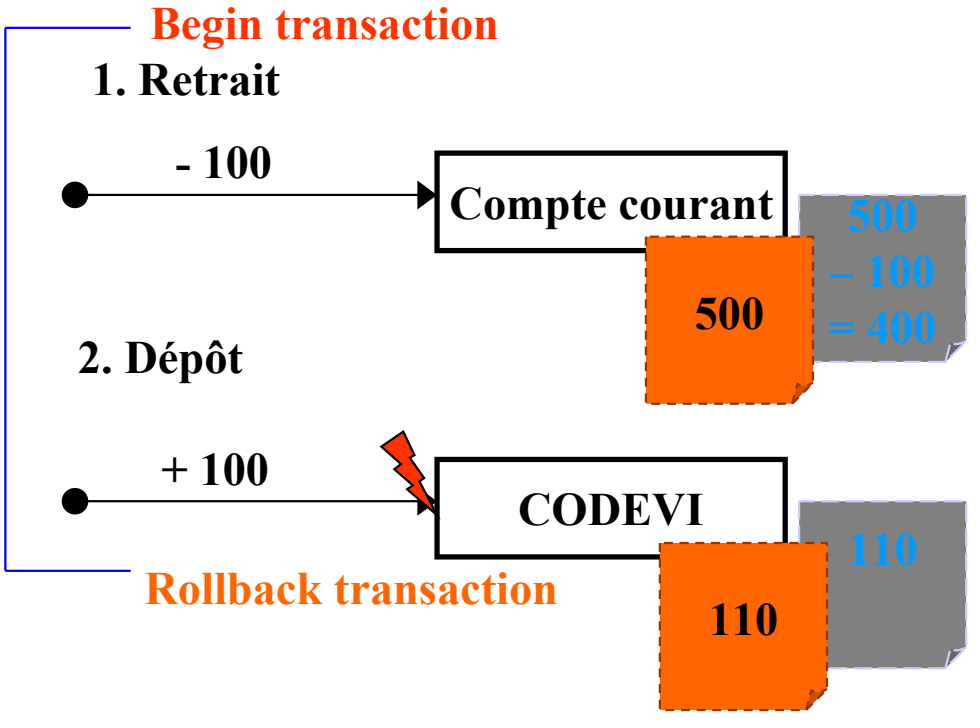
Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?



Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?



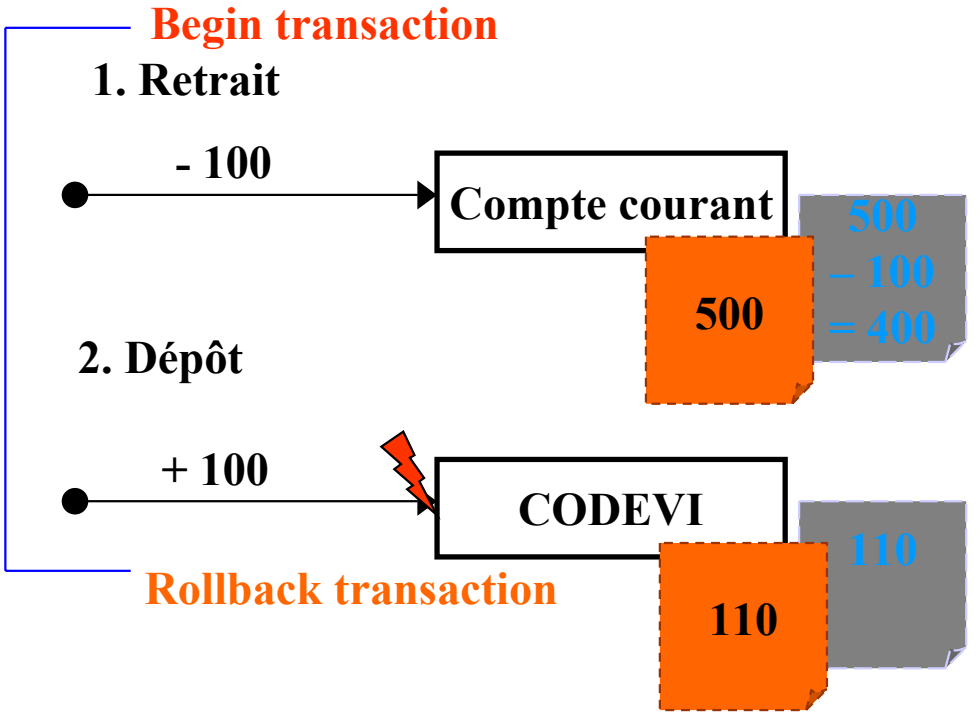
Exemple de transaction

Virement bancaire dans une transaction (2/2)

Que se passe-t-il si le Dépôt échoue ?

Compte courant = 500
CODEVI = 110

Recommencez !



Degrés d'isolation sous SQL2

- **Degré 0 :** Une transaction *T* ne modifie pas de **données salies** par d'autres transactions
- **Degré 1 :** Degré 0 + *T* ne confirme pas ses changements avant la fin de la transaction
- **Degré 2 :** Degré 1 + *T* ne lit pas de données salies par d'autres transactions
- **Degré 3 :** Degré 2 + D'autres transactions ne salissent pas les données lues par *T* avant que *T* ne soit terminée

Architecture du système de transactions

Missions du système de transactions

Gérer les transactions, maintenir la cohérence, gérer les pannes

- **Gestionnaire de transactions :**
  - Coordination des actions des différentes transactions
  - En communication avec l'ordonnanceur
- **Ordonnanceur (*scheduler*):**
  - Maintien de la cohérence
  - Gestion des verrous (**gestionnaire de verrous**)
- **Gestionnaire de pannes (*recovery manager*)**

  Remise de la base de données dans un état cohérent après panne

Ordonnancement

- **Opération d'une transaction *T***
  - ***$R_T(i)$*** : lecture de l'**item** *i* par *T*
  - ***$W_T(i)$*** : modification de la valeur de l'item *i* par *T*
  - ***$Commit_T$*** : validation de *T*
  - ***$Abort_T$*** : annulation de *T*
- **Ordonnancement de transactions**

  Liste d'actions de plusieurs transactions T_1, ..., T_n telle que chaque opération de T_i apparaisse dans le même ordre dans T_i et dans l'ordonnancement
- **Ordonnancement séquentiel**

  Pas d'entrelacement des actions des différentes transactions

Concurrence

- **Transactions concurrentes**

  Deux transactions accédant en même temps aux mêmes items

- **Ordonnancement sérialisable**
  - Résultat équivalent au résultat d'un ordonnancement séquentiel
  - Les items voient passer toutes les transactions dans le même ordre

- **Anomalies dues à l'entrelacement des transactions**
  - Pas de conflit si accès simultanés à un même item en lecture par deux transactions différentes
  - Pas de conflit si accès simultanés à deux items différents en lecture ou écriture par deux transactions

Odonnancement sérialisable

T_1: Solde A - x; Solde B + x;

T_2 : Solde A - y; Solde B + y;

T_3 : Solde A - z; Solde B + z;

Exécution séquentielle : T_1 T_2 T_3

Une exécution sérialisable équivalente à T_1 T_2 T_3 :

Solde A - x;

Solde A - y;

Solde B + x;

Solde A - z;

Solde B + y;

Solde B + z;

L'item A voit passer les transaction dans l'ordre T1 T2 T3

L'item B voit passer les transaction dans l'ordre T1 T2 T3

Conflits

- **Écriture - Lecture :**
  - **Lecture impropre ou parasite (*dirty read*)**
  - **Placement momentanée de la base dans un état incohérent**
  - **Annulation en cascade de transactions**
- **Lecture - Écriture :**
  - **Lecture non reproductible (*unrepeatable read*)**
  - **Incohérence**
- **Écriture- Écriture :**

  Perte de mises à jour (*blind write*)

Degrés d'isolation et conflits

ANSI SQL92 définit 3 types d'anomalies d'isolation

- **Lectures sales ou impropres**
  Une transaction T1 lit des modifications non validées d'items effectuées par T2.
  En cas de annulation de T2, T1 a lu des valeurs invalides

- **Lecture non reproductibles**
  T1 lit un item, T2 modifie ce même item, T1 relit ce item et obtient une valeur différente

- **Lectures fantômes**
  T1 lit un ensemble de nuplets, T2 ajoute/supprime des nuplets, T1 relit l'ensemble de nuplets et obtient un ensemble différent comme résultat

Transactions et SQL2

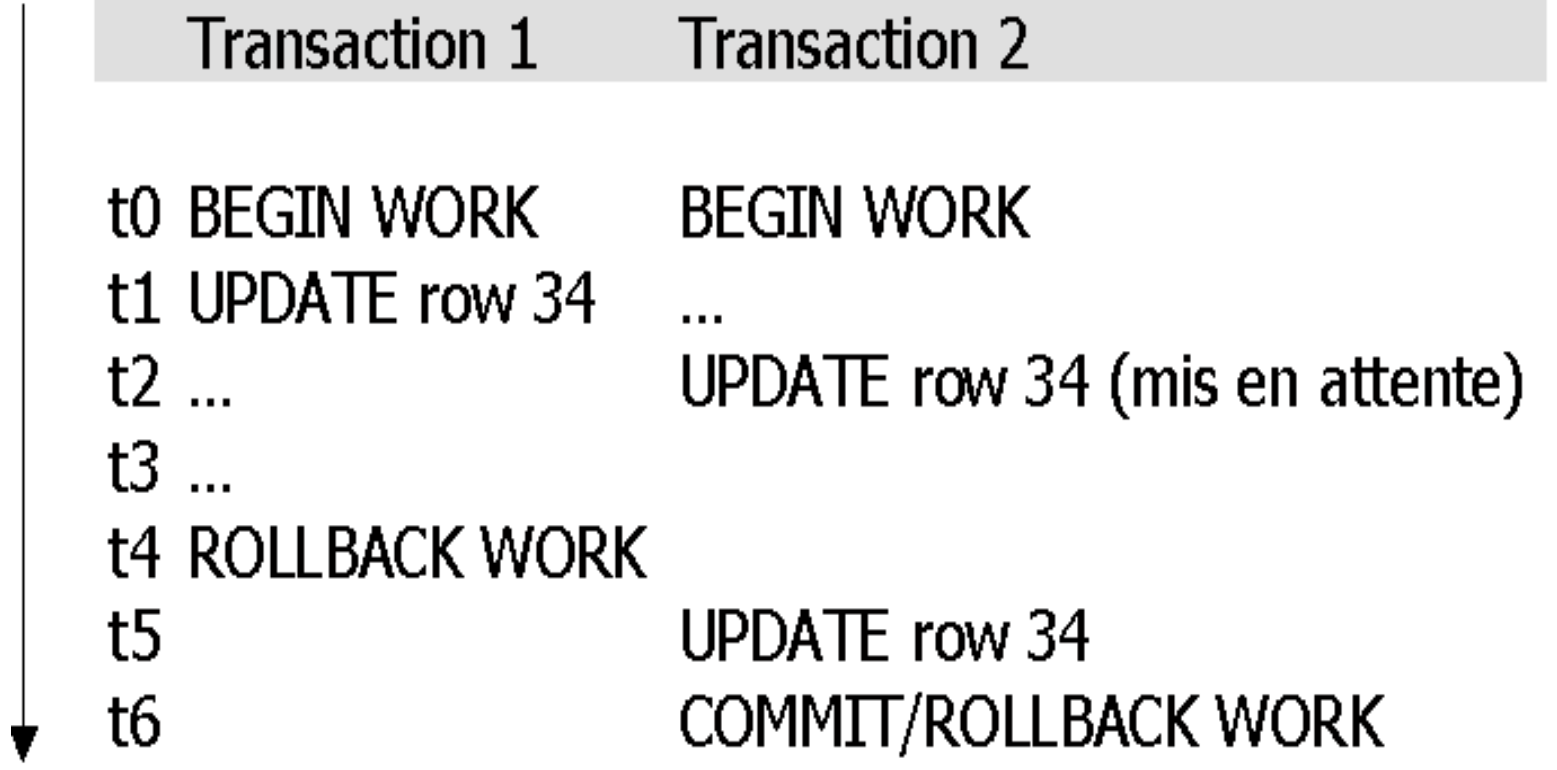
- **Une transaction commence dès la 1ère requête ou tout de suite après un *COMMIT* ou un *ROLLBACK***
- **Propriétés *READ ONLY* ou *READ WRITE***
- **Degrés d'isolation**

Degré	Lecture impropre	Lecture non reproductible	Références fantômes
READ UNCOMMITTED	OUI	OUI	OUI
READ COMMITTED	NON	OUI	OUI
REPEATABLE READ	NON	NON	OUI
SERIALIZABLE	NON	NON	NON

- ***SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE READ ONLY***

Exemple de PostgreSQL

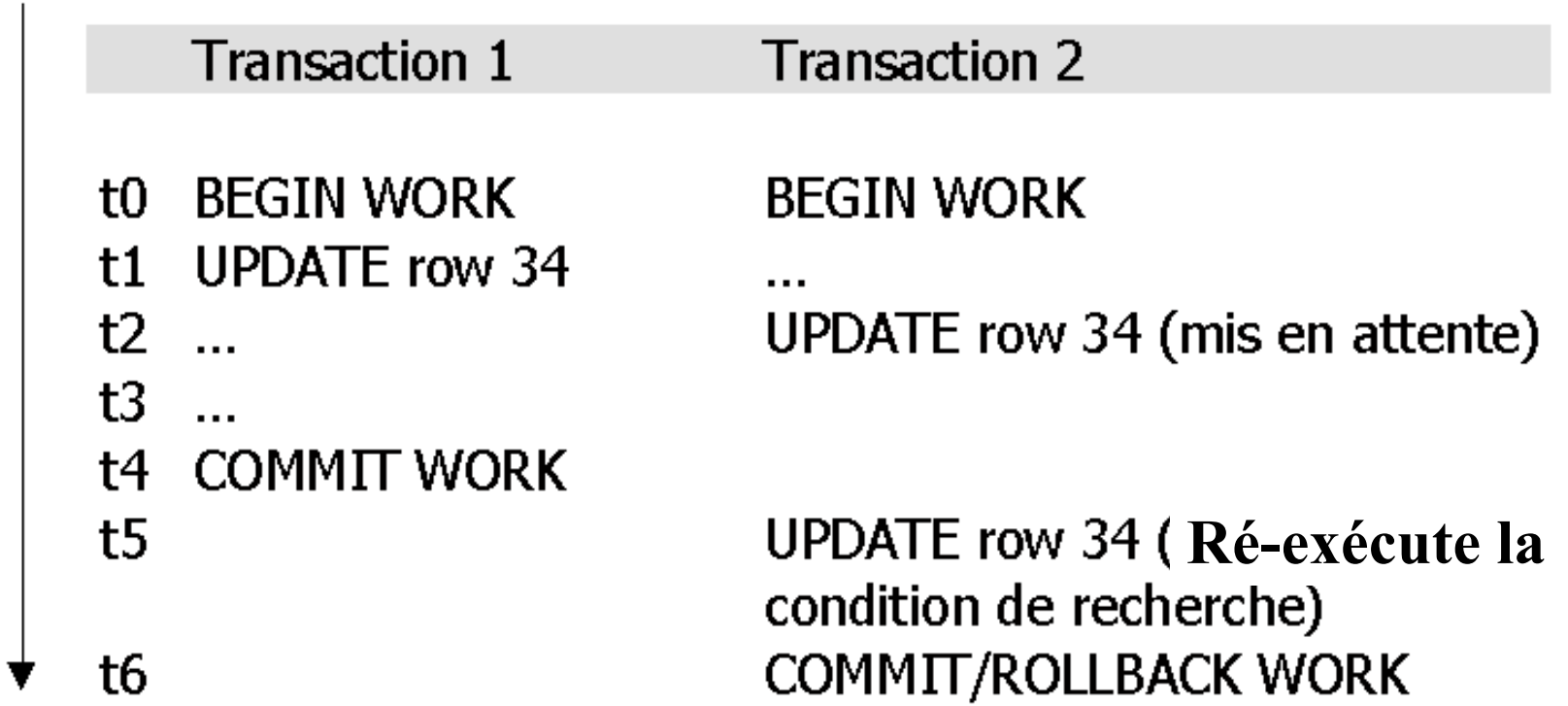
Pour le niveau d'isolation par défaut : READ COMMITTED



	Transaction 1	Transaction 2
t0	BEGIN WORK	BEGIN WORK
t1	UPDATE row 34	...
t2	...	UPDATE row 34 (mis en attente)
t3	...	
t4	ROLLBACK WORK	
t5		UPDATE row 34
t6		COMMIT/ROLLBACK WORK

Exemple de PostgreSQL

Pour le niveau d'isolation par défaut : READ COMMITTED



	Transaction 1	Transaction 2
t0	BEGIN WORK	BEGIN WORK
t1	UPDATE row 34	...
t2	...	UPDATE row 34 (mis en attente)
t3	...	
t4	COMMIT WORK	
t5		UPDATE row 34 (**Ré-exécute la** condition de recherche)
t6		COMMIT/ROLLBACK WORK

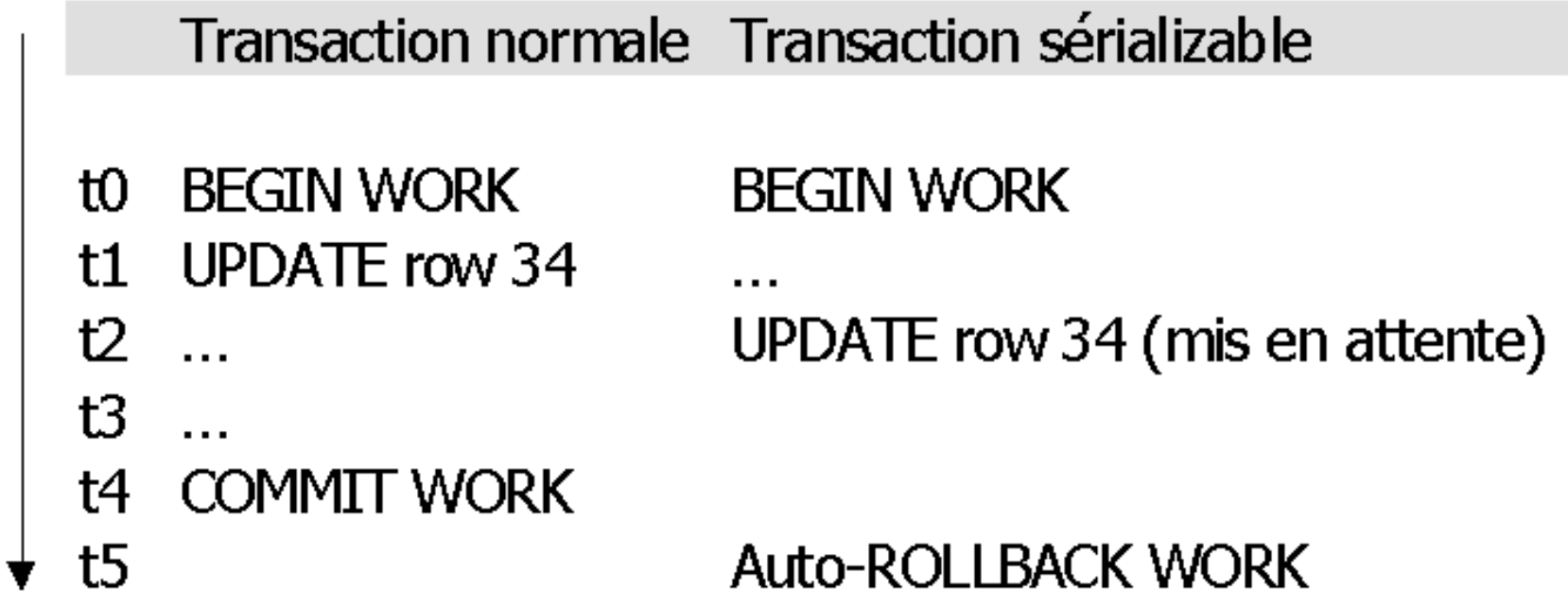
Exemple de PostgreSQL

Pour le niveau d'isolation : SERIALIZABLE

	Transaction 1	Transaction 2
t0	BEGIN WORK	BEGIN WORK
t1	UPDATE row 34	…
t2	…	SELECT row 34 (→ état t0)
t3	…	
t4	COMMIT/ROLLBACK WORK	
t5		SELECT row 34 (→ état t4)
t6		COMMIT/ROLLBACK WORK

Exemple de PostgreSQL

Pour le niveau d'isolation : SERIALIZABLE



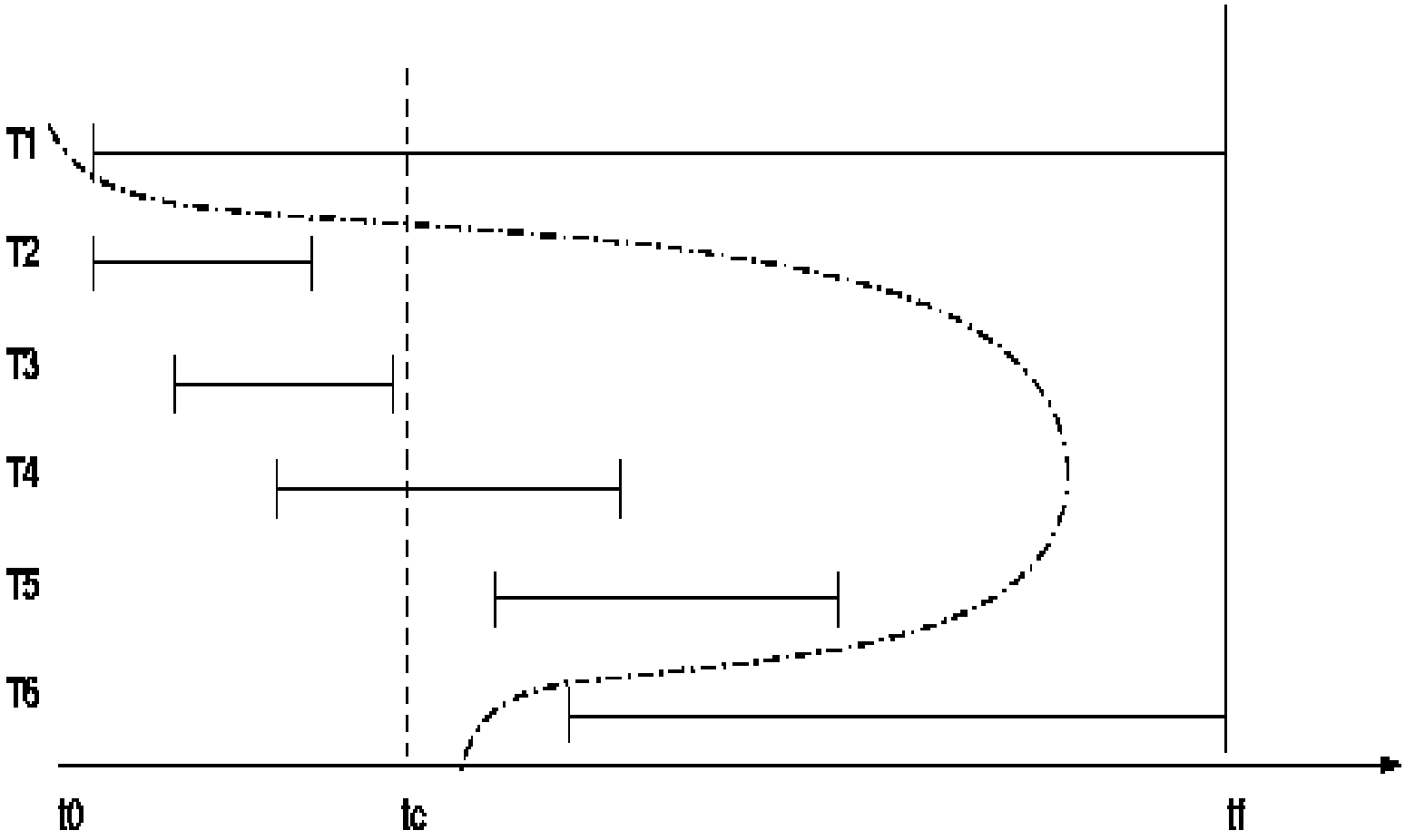
Chap. V - Reprise après panne

- **Types de panne dans les SGBD**
- **Journaux des mises à jour**
- **Validation des transactions**
- **Procédures de reprise**

Pannes

- Fonctions du **gestionnaire de pannes**
  - **Atomicité**
  - **Durabilité**
- Différents types de panne [Gar99]
  - Panne d'action
  - Panne de transaction
  - Panne du système
  - Panne de la mémoire secondaire

Exemple



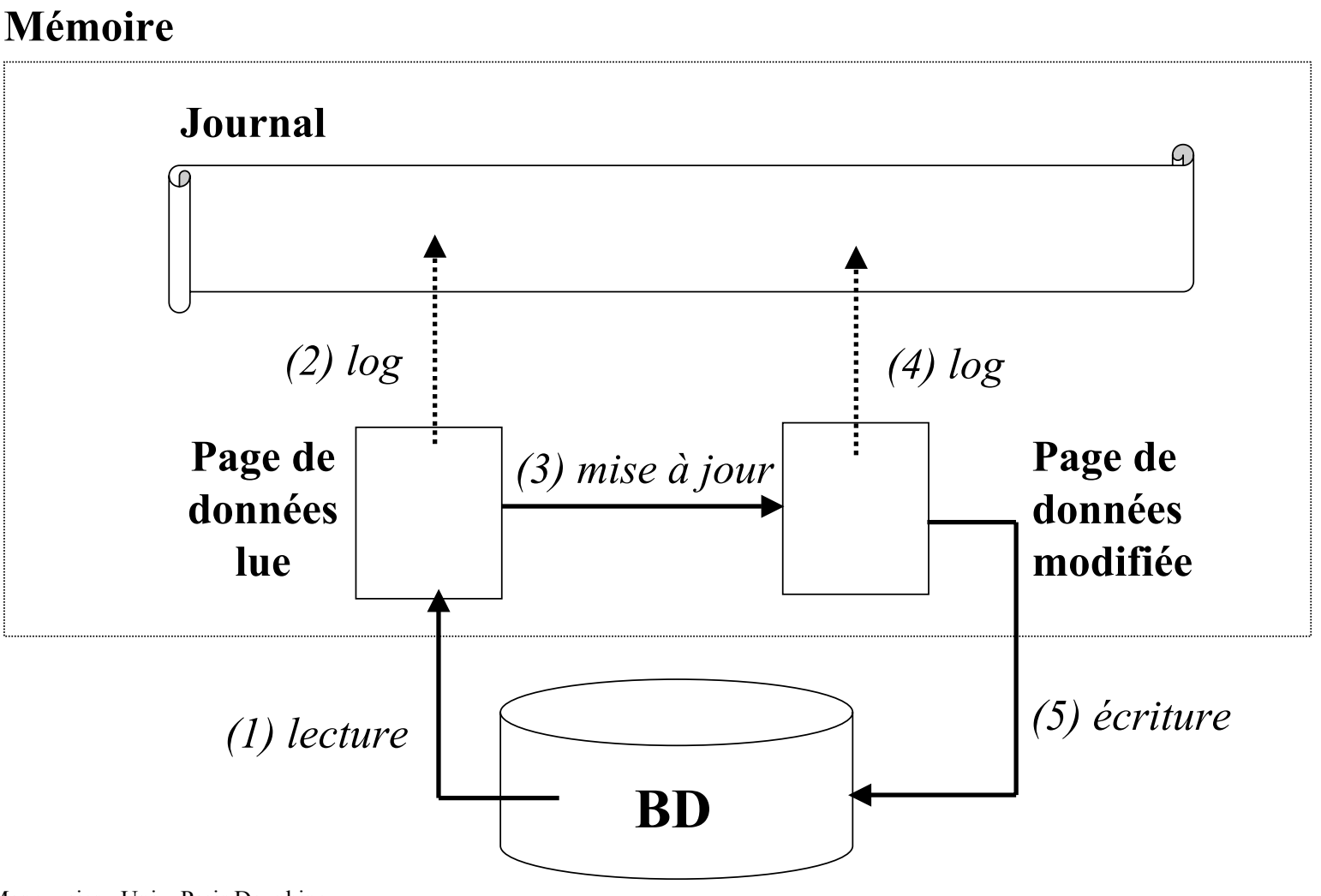
Journaux

- **Journal** ou ***log***

  Historique des modifications effectuées sur la base

- **Journal des images avant (*rollback segment*)**
  - Valeurs des pages avant modifications
  - Pour défaire (*undo*) les mises à jour d'une transaction
- **Journal des images après (*redo log*)**
  - Valeurs des pages après modifications
  - Pour refaire (*redo*) les mises à jour d'une transaction
- **Points de reprise**

Processus de journalisation



Gestion du journal

- Ecriture des pages du journal dans un *buffer* en mémoire
- Sauvegarde du journal lorsque le *buffer* est plein
- Sauvegarde du journal lorsqu'il y a validation d'une transaction ou d'un groupe de transactions
- **Ecriture du journal sur le disque avant l'écriture des pages de données modifiées**
- **Structures des enregistrements**
  - Numéro de transaction
  - Type d'enregistrement (*start*, *update*, *commit*, *abort* …)
  - Adresse de la page modifiée
  - Image avant
  - Image après

Procédures de reprise

- **Objectif**

  Reconstruire, à partir du journal et éventuellement de sauvegarde**, un état proche de l'état cohérent de la base avant la panne,** en perdant le minimum de travail

- **Reprise à chaud**

  Perte de la mémoire mais pas de la mémoire secondaire

  - ***No Undo, Redo***
  - ***Undo, Redo***
  - ***Undo, No Redo***

- **Reprise à froid**

  Perte de tout ou partie de la mémoire secondaire