

2. CONCEPTS DES BASES DE DONNEES

Version 3 - septembre 2018

Support du chapitre 2, *Concepts des bases de données*
de l'ouvrage *Bases de données*, J-L Hainaut, Dunod 2009, 2018.

2. CONCEPTS DES BASES DE DONNEES

Contenu

- 2.1 Tables, lignes et colonnes
- 2.2 Valeur *null*
- 2.3 Identifiants et clés étrangères
- 2.4 Schéma et contenu
- 2.5 Exemple de base de données
- 2.6 Modifications et contraintes
- 2.7 Redondances internes
- 2.8 Les constructions physiques

2.1 Tables, lignes et colonnes

CLIENT					
NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE	(CAT)	COMPTE
B062	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur	B2	-3200
B112	HANSENNE	23, r. Dumont	Poitiers	C1	1250
B332	MONTI	112, r. Neuve	Genève	B2	0
B512	GILLET	14, r. de l'Eté	Toulouse	B1	-8700
C003	AVRON	8, r. de la Cure	Toulouse	B1	-1700
C123	MERCIER	25, r. Lemaître	Namur	C1	-2300
C400	FERARD	65, r. du Tertre	Poitiers	B2	350
D063	MERCIER	201, bvd du Nord	Toulouse		-2250
F010	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Poitiers	C1	0
F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Toulouse	B2	0
F400	JACOB	78, ch. du Moulin	Bruxelles	C2	0
K111	VANBIST	180, r. Florimont	Lille	B1	720
K729	NEUMAN	40, r. Bransart	Toulouse		0
L422	FRANCK	60, r. de Wépion	Namur	C1	0
S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur	C1	-4580
S712	GUILLAUME	14a, ch. des Roses	Paris	B1	0

2.1 Tables, lignes et colonnes

CLIENT					
NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE	(CAT)	COMPTE
B062	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur	B2	-3200
B112	HANSENNE	23, r. Dumont	Poitiers	C1	1250
B332	MONTI	112, r. Neuve	Genève	B2	0
B512	GILLET	14, r. de l'Eté	Toulouse	B1	-8700
C003	AVRON	8, r. de la Cure	Toulouse	B1	-1700
C123	MERCIER	25, r. Lemaître	Namur	C1	-2300
C400	FERARD	65, r. du Tertre	Poitiers	B2	350
D063	MERCIER	201, bvd du Nord	Toulouse		-2250
F010	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Poitiers	C1	0
F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Toulouse	B2	0
F400	JACOB	78, ch. du Moulin	Bruxelles	C2	0
K111	VANBIST	180, r. Florimont	Lille	B1	720
K729	NEUMAN	40, r. Bransart	Toulouse		0
L422	FRANCK	60, r. de Wépion	Namur	C1	0
S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur	C1	-4580
S712	GUILLAUME	14a, ch. des Roses	Paris	B1	0

schéma (encadré bleu autour de l'en-tête)
données (encadré orange autour du corps de la table)
colonne obligatoire (encadré bleu autour des colonnes NCLI, NOM, ADRESSE)
colonne facultative (encadré bleu autour des colonnes LOCALITE, (CAT), COMPTE)
ligne (encadré orange autour de la ligne B512)

2.2 Valeur *null*

L'absence de valeur est indiquée par un marqueur spécial, dit *valeur null*. Généralement représenté par `<null>` ou par *rien*.

Problème : plusieurs interprétations possibles

1. information pertinente mais inexistante pour l'entité
2. information non pertinente pour cette entité
3. information existante mais actuellement inconnue

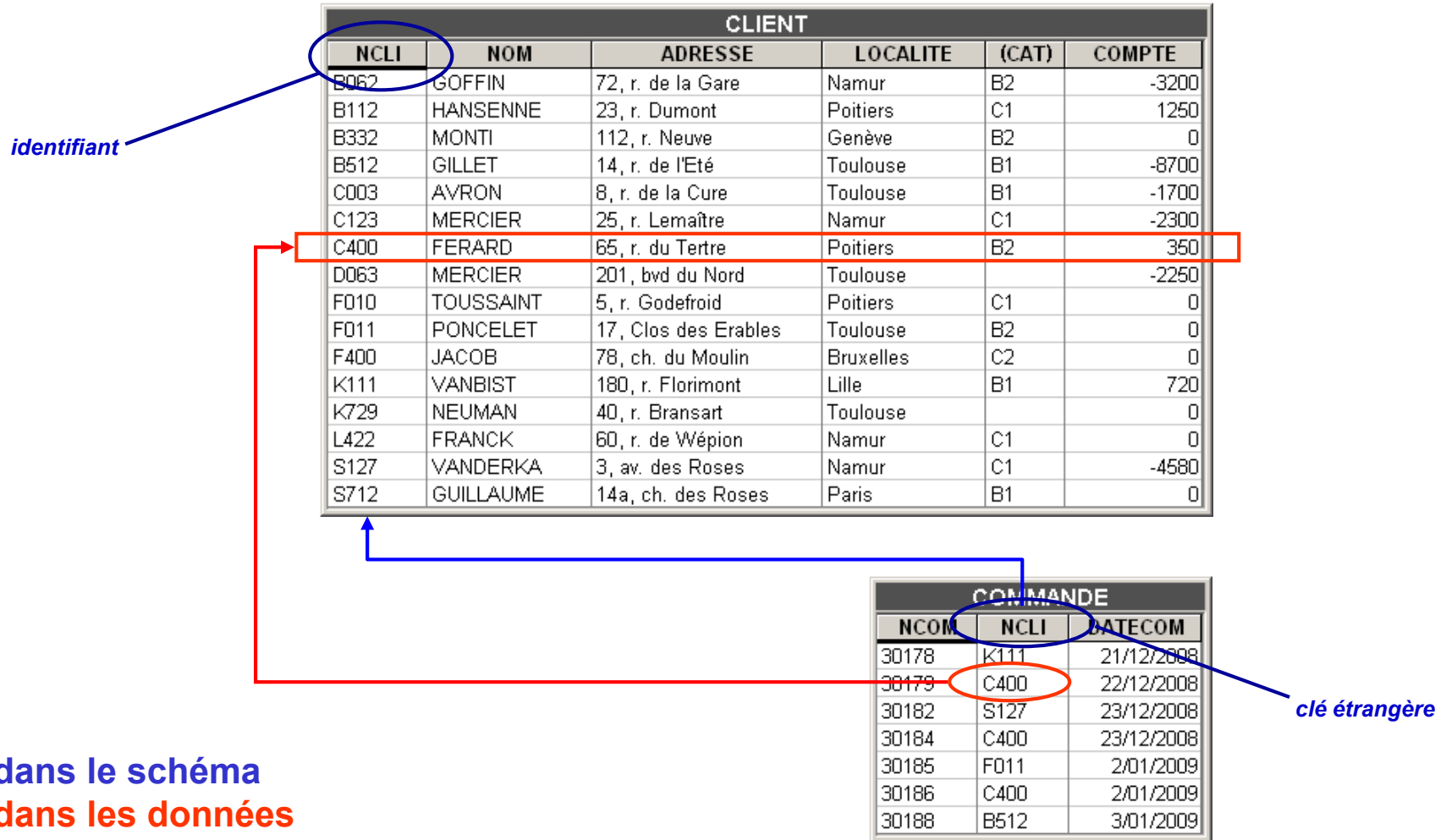
Recommandation : éviter si possible les colonnes facultatives.

2.3 Identifiants et clés étrangères

Un **identifiant** est un groupe de colonnes d'une table T tel qu'il ne puisse, à tout moment, exister plus d'une ligne dans T qui possède des valeurs déterminées pour ces colonnes. La valeur de l'identifiant permet de désigner une ligne de T.

Une **clé étrangère** est un groupe de colonnes d'une table S tel qu'il existe, à tout moment, dans une table T, une ligne dont l'identifiant a pour valeur(s) celle(s) de ce groupe. La valeur de la clé étrangère sert à référencer une ligne de la table T.

2.3 Identifiants et clés étrangères



2.3 Identifiants et clés étrangères

Un **identifiant** définit une **contrainte d'unicité**. Il existe d'autres moyens de définir cette contrainte.

Une table peut posséder plusieurs identifiants. On choisit l'un d'eux, qu'on déclare **primaire**. Les autres sont dès lors **secondaires**.

L'identifiant primaire est constitué de **colonnes obligatoires**.

Un identifiant est **minimal** si chacune de ses colonnes est nécessaire pour garantir la contrainte d'unicité.

Il est possible de déclarer une **table sans identifiant** mais ceci n'est pas recommandé.

2.3 Identifiants et clés étrangères

Une **clé étrangère** définit une **contrainte référentielle**. Il existe d'autres moyens de définir cette contrainte.

Si une des colonnes d'une clé étrangère est facultative, il est recommandé de les rendre **toutes facultatives** (pourquoi ?).

Une clé étrangère référence en principe l'**identifiant primaire** de la table cible. Elle peut référencer un identifiant secondaire mais ceci n'est pas recommandé (pourquoi ?).

Une clé étrangère et l'identifiant qu'elle référence ont la **même composition** : même nombre de colonnes et colonnes de mêmes types prises deux à deux.

Il se peut qu'une clé étrangère soit également un identifiant.

Il se peut que les colonnes d'une clé étrangère appartiennent, en tout ou en partie, à un identifiant.

2.3 Identifiants et clés étrangères

Un **identifiant** minimal est aussi appelé **clé candidate** (*candidate key*). [*]

Un **identifiant primaire** s'appelle aussi **clé primaire** (*primary key*).

Il n'existe pas d'autre terme pour désigner les **identifiants secondaires**.

Clé étrangère = *foreign key*.

[*] problème : le terme **clé** admet plus de 20 acceptions différentes dans le domaine des bases de données !

2.4 Schéma et contenu

CLIENT					
NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE	(CAT)	COMPTE
B062	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur	B2	-3200
B112	HANSENNE	23, r. Dumont	Poitiers	C1	1250
B332	MONTI	112, r. Neuve	Genève	B2	0
B512	GILLET	14, r. de l'Eté	Toulouse	B1	-8700
C003	AVRON	8, r. de la Cure	Toulouse	B1	-1700
C123	MERCIER	25, r. Lemaître	Namur	C1	-2300
C400	FERARD	65, r. du Tertre	Poitiers	B2	350
D063	MERCIER	201, bvd du Nord	Toulouse		-2250
F010	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Poitiers	C1	0
F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Toulouse	B2	0
F400	JACOB	78, ch. du Moulin	Bruxelles	C2	0
K111	VANBIST	180, r. Florimont	Lille	B1	720
K729	NEUMAN	40, r. Bransart	Toulouse		0
L422	FRANCK	60, r. de Wépion	Namur	C1	0
S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur	C1	-4580
S712	GUILLAUME	14a, ch. des Roses	Paris	B1	0

le schéma

les données

2.4 Schéma et contenu

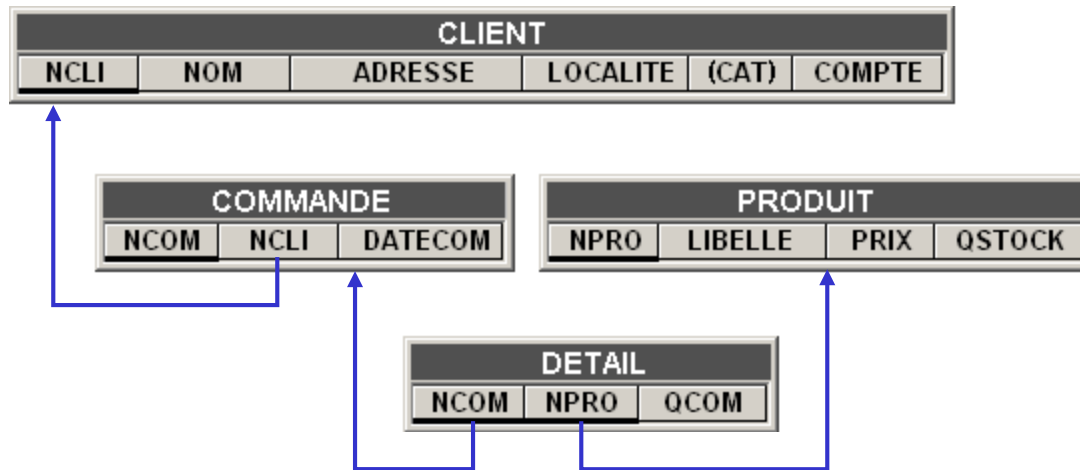
Le **schéma d'une table** définit sa structure. Il spécifie notamment :

1. le nom de la table,
2. pour chaque colonne, son nom, son type, son caractère obligatoire,
3. l'identifiant primaire (liste des colonnes)
4. les identifiants secondaires éventuels (liste des colonnes)
5. les clés étrangères éventuelles (liste des colonnes et table cible).

Le **contenu d'une table** est formé d'un ensemble de lignes conformes au schéma.

Le **contenu d'une table** est sujet à de fréquentes modifications. Le **schéma d'une table** peut évoluer mais moins fréquemment.

2.5 Exemple de base de données



2.5 Exemple de base de données

CLIENT					
NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE	(CAT)	COMPTE
B062	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur	B2	-3200
B112	HANSENNE	23, r. Dumont	Poitiers	C1	1250
B332	MONTI	112, r. Neuve	Genève	B2	0
B512	GILLET	14, r. de l'Eté	Toulouse	B1	-8700
C003	AVRON	8, r. de la Cure	Toulouse	B1	-1700
C123	MERCIER	25, r. Lemaître	Namur	C1	-2300
C400	FERARD	65, r. du Tertre	Poitiers	B2	350
D063	MERCIER	201, bvd du Nord	Toulouse		-2250
F010	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Poitiers	C1	0
F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Toulouse	B2	0
F400	JACOB	78, ch. du Moulin	Bruxelles	C2	0
K111	VANBIST	180, r. Florimont	Lille	B1	720
K729	NEUMAN	40, r. Bransart	Toulouse		0
L422	FRANCK	60, r. de Wépion	Namur	C1	0
S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur	C1	-4580
S712	GUILLAUME	14a, ch. des Roses	Paris	B1	0

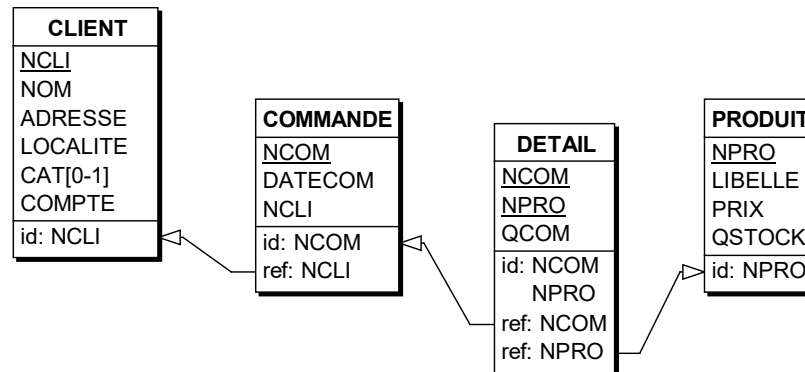
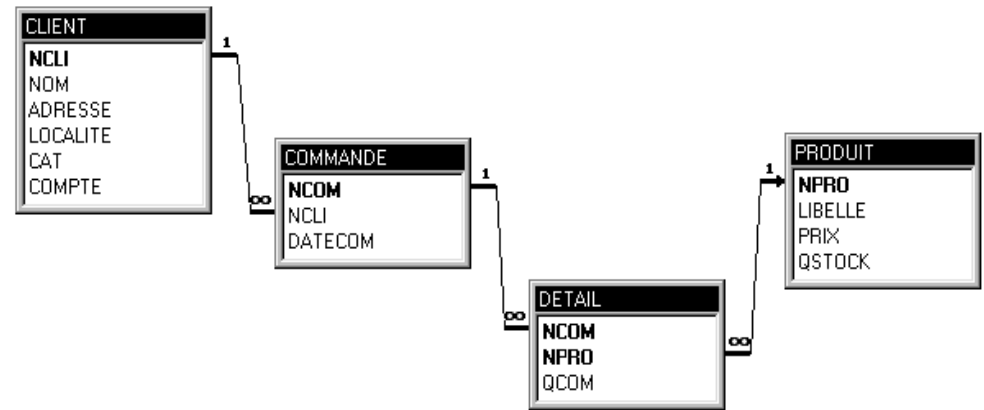
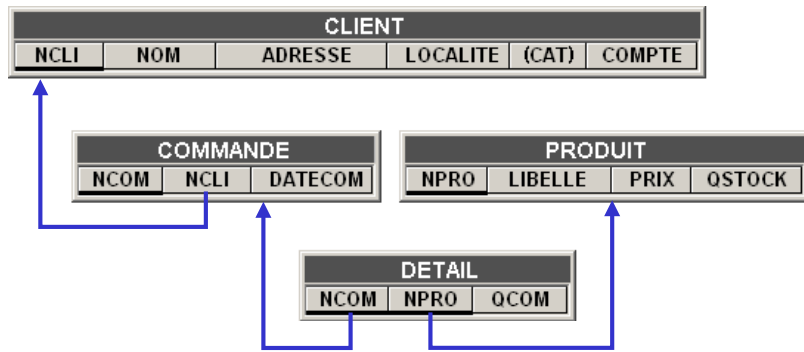
PRODUIT			
NPRO	LIBELLE	PRIX	QSTOCK
CS262	CHEV. SAPIN 200x6x2	75	45
CS264	CHEV. SAPIN 200x6x4	120	2690
CS464	CHEV. SAPIN 400x6x4	220	450
PA45	POINTE ACIER 45 (2K)	105	580
PA60	POINTE ACIER 60 (1K)	95	134
PH222	PL. HETRE 200x20x2	230	782
PS222	PL. SAPIN 200x20x2	185	1220

COMMANDE		
NCOM	NCLI	DATECOM
30178	K111	21/12/2008
30179	C400	22/12/2008
30182	S127	23/12/2008
30184	C400	23/12/2008
30185	F011	2/01/2009
30186	C400	2/01/2009
30188	B512	3/01/2009

DETAIL		
NCOM	NPRO	QCOM
30178	CS464	25
30179	CS262	60
30179	PA60	20
30182	PA60	30
30184	CS464	120
30184	PA45	20
30185	CS464	260
30185	PA60	15
30185	PS222	600
30186	PA45	3
30188	CS464	180
30188	PA45	22
30188	PA60	70
30188	PH222	92

2.5 Exemple de base de données

Variantes de schéma



2.6 Modifications et contraintes d'intégrité

On admet trois contraintes d'intégrité :

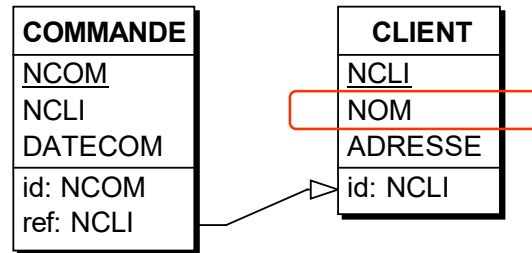
1. colonne obligatoire
2. contrainte d'unicité
3. contrainte référentielle.

Il existe trois opérations élémentaires de modification :

1. insérer une ligne
2. supprimer une ligne
3. modifier une valeur de colonne d'une ligne.

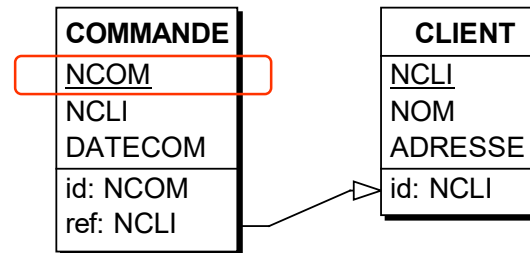
Principe : une modification ne sera effectuée que si son résultat ne viole aucune contrainte d'intégrité.

2.6 Modifications et contraintes - Colonne obligatoire



	colonne NOM obligatoire
insérer une ligne de CLIENT	la valeur de NOM doit être non <i>null</i>
supprimer une ligne de CLIENT	
modifier valeur de NOM de CLIENT	la nouvelle valeur de NOM doit être non <i>null</i>

2.6 Modifications et contraintes - Identifiant



{NCOM} identifiant de COMMANDE

**insérer une ligne
de COMMANDE**

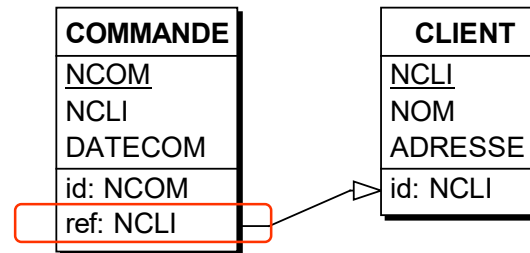
**la valeur de NCOM ne doit pas être déjà
présente dans une ligne de COMMANDE**

**supprimer une ligne
de COMMANDE**

**modifier la valeur de
NCOM de COMMANDE**

**la nouvelle valeur de NCOM ne doit pas être
déjà présente dans une ligne de COMMANDE**

2.6 Modifications et contraintes - Clé étrangère

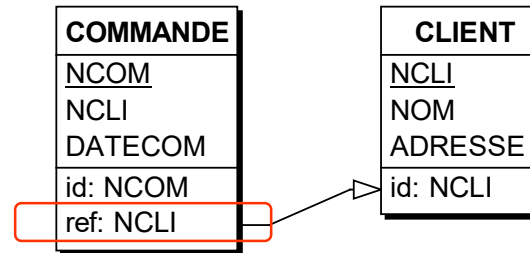


	{NCLI} clé étrangère de COMMANDE vers CLIENT
insérer une ligne de COMMANDE	la valeur de NCLI doit être présente dans la colonne NCLI d'une ligne de CLIENT
supprimer une ligne de COMMANDE	
supprimer une ligne de CLIENT	l'intégrité référentielle doit être satisfaite après l'opération
modifier la valeur de NCLI de COMMANDE	la nouvelle valeur de NCLI doit être présente dans la colonne NCLI d'une ligne de CLIENT
modifier la valeur de NCLI de CLIENT	l'intégrité référentielle doit être satisfaite après l'opération

plusieurs réactions possibles

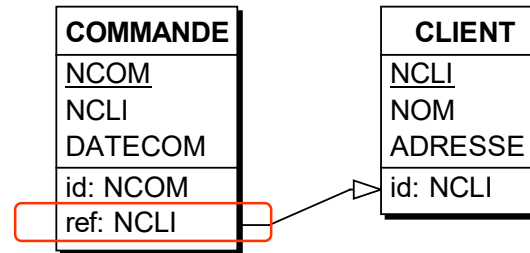
plusieurs réactions possibles

2.6 Modifications et contraintes - Clé étrangère



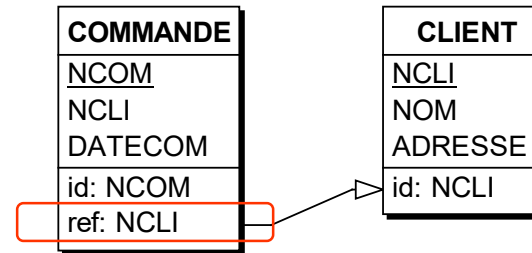
	Comportement	{NCLI} clé étrangère de COMMANDE vers CLIENT
supprimer une ligne de CLIENT	1. mode <i>no action</i>	opération refusée si lignes de COMMANDE dépendantes
	2. mode <i>cascade</i>	ligne supprimée mais aussi les lignes de COMMANDE dépendantes
	3. mode <i>set null</i>	(si NCLI de COMMANDE facultative) la colonne NCLI des lignes dépendantes de COMMANDE est mise à <i>null</i>
	4. mode <i>set default</i>	(si <i>default</i> pour NCLI de COMMANDE) la colonne NCLI des lignes dépendantes de COMMANDE est mise à <i>la valeur par défaut</i>

2.6 Modifications et contraintes - Clé étrangère



	Comportement	{NCLI} clé étrangère de COMMANDE vers CLIENT
modifier la valeur de NCLI de CLIENT	1. mode <i>no action</i>	opération refusée s'il existe des lignes de COMMANDE dépendantes
	2. mode <i>cascade</i>	opération réalisée + valeurs de NCLI adaptées dans les lignes de COMMANDE dépendantes
	3. mode <i>set null</i>	(si NCLI de COMMANDE facultative) opération réalisée + NCLI mis à <i>null</i> dans les lignes de COMMANDE dépendantes
	4. mode <i>set default</i>	(si <i>default</i> pour NCLI de COMMANDE) opération réalisée + NCLI mis à <i>default</i> dans les lignes de COMMANDE dépendantes

2.6 Modifications et contraintes - Clé étrangère



Attention au cas (très) spécial d'une clé étrangère multicomposants dont certains composants sont facultatifs.

Quelle réaction face à une ligne dont certains composants de la clé étrangère sont *null* ? Trois modes possibles :

- simple*** contrainte évaluée dès que tous les composants sont valués;
ignorée sinon;
- full*** contrainte évaluée si tous les composants sont valués;
contrainte ignorée si tous les composants sont *null*;
rejet sinon;
- partial*** la contrainte est évaluée pour les composants valués;

2.7 Redondances internes

Table répertoriant les livres d'une bibliothèque :

LIVRE					
NUMERO	TITRE	AUTEUR	ISBN	DATE_ACHAT	EMPL
1029	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1030	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1032	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	14/10/2008	G5
1045	Eva Luna	Allende I.	2 253 05364 6	22/2/2009	F3
1067	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	24/2/2009	G5
1022	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	3/10/2008	G6

2.7 Redondances internes

Observation

Les données TITRE et AUTEUR sont répétées autant de fois qu'il existe de livres identiques.

LIVRE					
NUMERO	TITRE	AUTEUR	ISBN	DATE_ACHAT	EMPL
1029	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1030	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1032	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	14/10/2008	G5
1045	Eva Luna	Allende I.	2 253 05354 6	22/2/2009	F3
1067	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	24/2/2009	G5
1022	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	3/10/2008	G6

Cette table viole le principe premier des bases de données : ***tout fait du domaine d'application est enregistré une et une seule fois.***

2.7 Redondances internes

LIVRE					
NUMERO	TITRE	AUTEUR	ISBN	DATE_ACHAT	EMPL
1029	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1030	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1032	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	14/10/2008	G5
1045	Eva Luna	Allende I.	2 253 05354 6	22/2/2009	F3
1067	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	24/2/2009	G5
1022	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	3/10/2008	G6

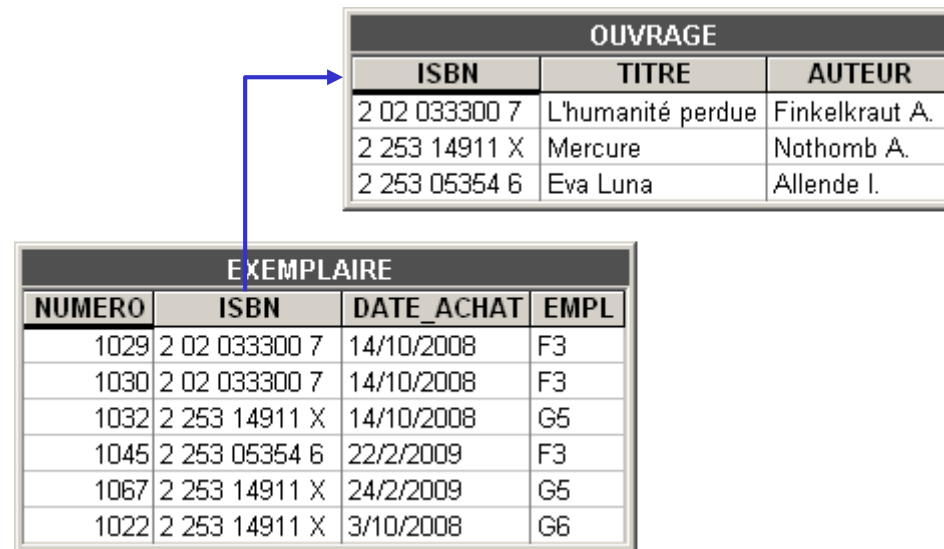
Problèmes

- gaspillage d'espace
- si on modifie la valeur d'un titre, il faut répercuter cette modification dans toutes les lignes similaires
- si on supprime l'unique exemplaire d'un livre, on perd les informations sur son auteur et son titre
- est-on certain que le titre et l'auteur ont été orthographiés exactement de la même manière pour tous les exemplaires d'un livre ?

2.7 Redondances internes

Suggestion

Rassembler les données communes (ISBN, TITRE, AUTEUR) dans une table spécifique



2.7 Redondances internes

Deux questions

1. Comment détecter les situations de redondance ?
2. Comment les corriger ?

La réponse à ces questions repose sur une nouvelle forme de contrainte d'intégrité : *la dépendance fonctionnelle.*

2.7 Redondances internes

Notion de dépendance fonctionnelle

LIVRE					
NUMERO	TITRE	AUTEUR	ISBN	DATE_ACHAT	EMPL
1029	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1030	L'humanité perdue	Finkelkraut A.	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1032	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	14/10/2008	G5
1045	Eva Luna	Allende I.	2 253 05354 6	22/2/2009	F3
1067	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	24/2/2009	G5
1022	Mercure	Nothomb A.	2 253 14911 X	3/10/2008	G6

ISBN → TITRE, AUTEUR

si deux lignes ont la même valeur de ISBN,
alors elles ont aussi les mêmes valeurs de TITRE et d'AUTEUR

On dit que :

- il existe une dépendance fonctionnelle de ISBN vers TITRE et AUTEUR
- ISBN *détermine* ou *est un déterminant de* TITRE et AUTEUR
- TITRE et AUTEUR *dépendent de* ou *sont déterminés par* ISBN

2.7 Redondances internes

Notion de dépendance fonctionnelle

Deux observations

1. par définition, un identifiant détermine toutes les colonnes de la table
2. si un groupe de colonnes détermine chaque colonne de la table, il constitue par définition un identifiant de la table

NUMERO → **TITRE, AUTEUR, ISBN, DATE_ACHAT, EMPL**

2.7 Redondances internes

Comment détecter les situations de redondance ?

Réponse

Il y a redondance interne dès qu'il existe un déterminant qui n'est pas un identifiant de la table

Une dépendance fonctionnelle dont le déterminant n'est pas un identifiant est dite ***anormale***

ISBN est un déterminant dans LIVRE mais il n'en est pas un identifiant. Il entraîne donc des redondances internes.

2.7 Redondances internes

Comment corriger les situations de redondance ?

Réponse

En décomposant la table T en deux fragments T1 et T2 :

T1(déterminant, déterminé)

T2(déterminant, résidu)

T2.déterminant est une **clé étrangère** vers T1

OUVRAGE		
ISBN	TITRE	AUTEUR
2 02 033300 7	L'humanité perdue	Finkelkraut A.
2 253 14911 X	Mercure	Nothomb A.
2 253 05354 6	Eva Luna	Allende I.

EXEMPLAIRE			
NUMERO	ISBN	DATE_ACHAT	EMPL
1029	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1030	2 02 033300 7	14/10/2008	F3
1032	2 253 14911 X	14/10/2008	G5
1045	2 253 05354 6	22/2/2009	F3
1067	2 253 14911 X	24/2/2009	G5
1022	2 253 14911 X	3/10/2008	G6

2.7 Redondances internes

Dernières remarques

1. Une table qui est le siège d'une dépendance fonctionnelle anormale est dite **non normalisée**
2. Une table sans dépendance fonctionnelle anormale est dite **normalisée**
3. Décomposer une table de manière à éliminer ses dépendances anormales consiste à **normaliser cette table**
4. Il est essentiel que toutes les tables d'une base de données soient normalisées
5. Il est possible qu'une table qui est le siège de dépendances fonctionnelles anormales ne comporte pas de redondance à certains moments. Il ne s'agirait que d'un accident statistique ! Inutile de tenter le diable !
6. La question de la normalisation d'une table sera étudiée de manière plus détaillée dans le chapitre 3 de cette série de leçons.

2.8 Les structures physiques

Les tables sont stockées sur le disque de l'ordinateur.
Si elles sont très volumineuses, l'accès aux données et leur modification risquent de prendre un temps considérable.

Exemple :

la lecture d'une table de 2.500.000 de lignes de 400 octets prend près d'**une minute** dans le meilleur des cas et **une heure** dans le cas contraire.

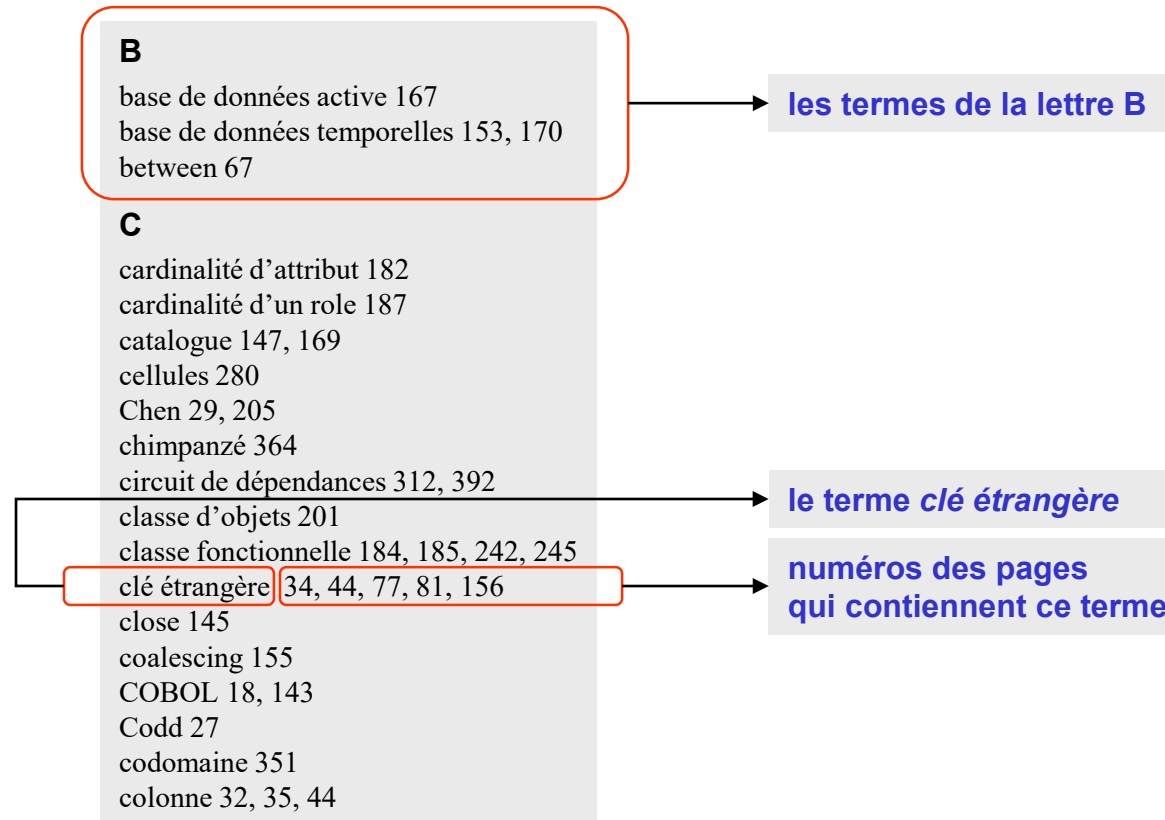
Les **structures physiques** garantissent de bonnes performances aux opérations de lecture et de modification.

Deux mécanismes principaux :

- les index
- les espaces de stockage

2.8 Les structures physiques - Les index

Index (dans un livre)



2.8 Les structures physiques - Les index

Index (dans une base de données)

Index sur la colonne LOCALITE

Bruxelles	11
Genève	03
Lille	12
Namur	01 06 14 15
Paris	16
Poitiers	02 07 09
Toulouse	04 05 08 10 13

numéros des lignes dont LOCALITE = 'Toulouse'

les valeurs de LOCALITE, triées par ordre alphabétique

CLIENT						
	NCLI	NOM	ADRESSE	LOCALITE	(CAT)	COMPTE
01	B062	GOFFIN	72, r. de la Gare	Namur	B2	-3200
02	B112	HANSENNE	23, r. Dumont	Poitiers	C1	1250
03	B332	MONTI	112, r. Neuve	Genève	B2	0
04	B512	GILLET	14, r. de l'Eté	Toulouse	B1	-8700
05	C003	AVRON	8, r. de la Cure	Toulouse	B1	-1700
06	C123	MERCIER	25, r. Lemaître	Namur	C1	-2300
07	C400	FERARD	65, r. du Tertre	Poitiers	B2	350
08	D063	MERCIER	201, bvd du Nord	Toulouse		-2250
09	F010	TOUSSAINT	5, r. Godefroid	Poitiers	C1	0
10	F011	PONCELET	17, Clos des Erables	Toulouse	B2	0
11	F400	JACOB	78, ch. du Moulin	Bruxelles	C2	0
12	K111	VANBIST	180, r. Florimont	Lille	B1	720
13	K729	NEUMAN	40, r. Bransart	Toulouse		0
14	L422	FRANCK	60, r. de Wépion	Namur	C1	0
15	S127	VANDERKA	3, av. des Roses	Namur	C1	-4580
16	S712	GUILLAUME	14a, ch. des Roses	Paris	B1	0

chaque ligne possède un numéro unique; l'accès à une ligne de numéro donné est très rapide

2.8 Les structures physiques - Les index

Index

L'accès à une ligne d'une table via un index prend généralement de **10 à 20 millisecondes**.

En l'absence d'index, l'accès à cette ligne peut exiger la lecture de toute la table, soit de **1 minute à 1 heure** !

2.8 Les structures physiques - Les index

Index

On définira généralement un index sur les colonnes qui constituent un **identifiant** (pour accélérer l'accès et la vérification avant insertion d'une ligne).

On définira souvent un index sur les colonnes qui constituent une **clé étrangère** (pour accélérer l'accès et la vérification avant suppression d'une ligne).

On définira souvent un index sur les colonnes qui constituent une **condition de sélection** fréquemment utilisée.

2.8 Les structures physiques

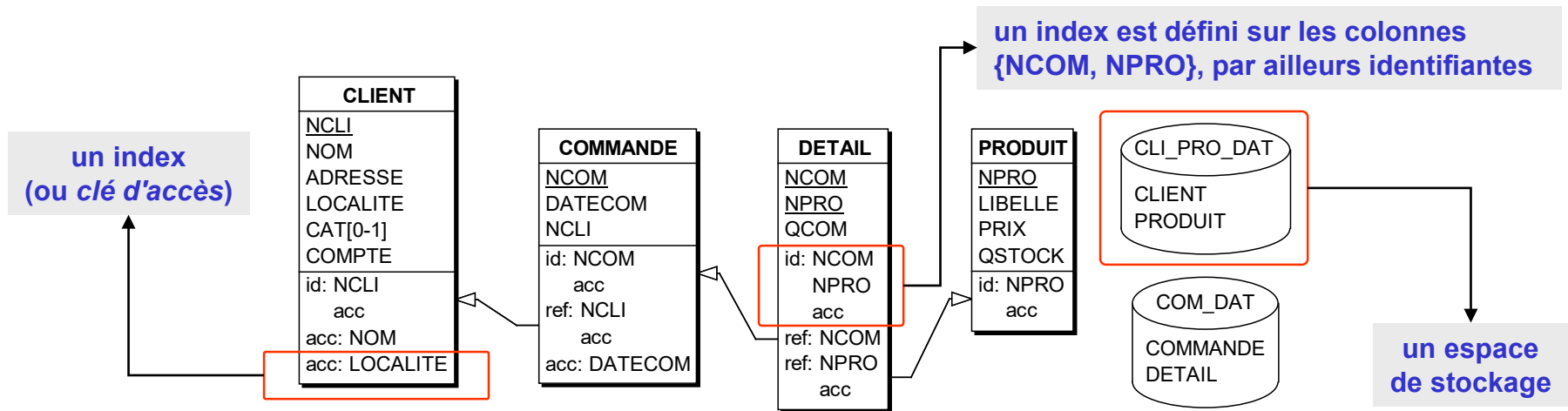
Espace de stockage

La table est une collection de lignes dont les éléments doivent être stockés sur un disque. Les lignes seront rangées dans un espace spécial qui leur est réservé : un **espace de stockage**. L'espace correspond à un *fichier* occupant tout ou partie d'un disque (voire de plusieurs disques).

Un **espace de stockage** est caractérisé notamment par son adresse, son volume initial, la manière dont il grandit ou se réduit selon les besoins, les tables dont il accueille les lignes, la technique de rangement des lignes.

2.8 Les structures physiques

Un schéma physique



Les structures physiques seront étudiées de manière plus détaillée au chapitre 4

Fin du module 2

Module(s) suivant(s) :

Partie I, mod. 3 : Modèle relationnel et normalisation

ou

Partie II, mod 1 : Le langage SQL DDL

