

TCH054 — SÉANCE 3 PROCESSUS DE CONCEPTION LE MODELE RELATIONNEL

Anis Boubaker, Ph.D.
Maître d'enseignement
École de Technologie Supérieure



© Anis Boubaker (2019)

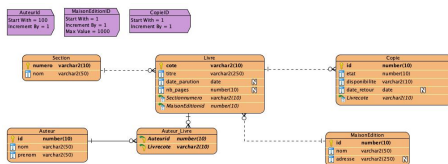
PLAN DE LA SÉANCE

- Qu'est-ce que le modèle logique ?
- Obtenir le modèle logique (relationnel) de données depuis le modèle conceptuel en quatre étapes:
 1. Identification des entités
 2. Identification des clés
 3. Transformation des relations (associations, généralisations)
 4. Normalisation

LE MODELE RELATIONNEL (ERD)



- Compléter le modèle conceptuel avec des détails spécifiques à la persistance (clés, tables de jointure, ...)



TRANSFORMATION DU MODÈLE RELATIONNEL EN MODÈLE LOGIQUE

ETS
4

- Durant l'élaboration du modèle conceptuel nous avons identifiés les principaux concepts (classes) du domaine d'affaires.
- Cette analyse nous servira directement : le modèle relationnel découle du modèle conceptuel
- Le modèle conceptuel sera étendu par des détails spécifiques à la persistance dans une base de données relationnelle.

OBTENTION DU MODÈLE RELATIONNEL EN 4 ÉTAPES:

ETS
5

1. Identifier les entités: ce sont les classes du modèle conceptuel



2. Identifier les clés primaires et les contraintes statiques



3. Traduire les associations

4. Normaliser

ÉTAPE 1: DÉFINIR DES ENTITÉS

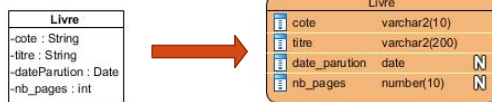
ETS
6

ENTITÉ

- Un ensemble homogène d'informations qui correspondent au même "objet" à faire persister dans la base de données.
- S'apparente à la notion de classe - une variation terminologique:
 - Classe → Entité
 - Attribut → Colonne

CLASSE → ENTITÉ

- On commence par créer une entité pour chacune des classes du modèle conceptuel
- Les attributs de la classe deviennent des colonnes de l'entité



PRINCIPAUX TYPES DE DONNÉES

Modèle conceptuel	Modèle logique
Int	Number(p)
double	Number(p,s)
String	Varchar(n)
Date	Date
Enum	<ul style="list-style-type: none"> - Si nombre de valeurs limité: Varchar(n) avec contrainte - Si nombre de valeurs important (ou non connu d'avance) Créer une autre entité

- **Le type Number:**
 - p (precision): nombre total de chiffres (incluant décimales)
 - s (scale): nombre de décimales



COLONNES NULLABLES

- Une colonne est **nullable** s'il est permis qu'elle n'ait pas de valeurs pour un ou des enregistrements.
- Un enregistrement n'ayant pas de valeur pour une colonne donnée recevra la valeur NULL.
- Nous devons identifier les colonnes où les valeurs NULL sont permises
 → Pour toutes les autres colonnes, les valeurs nulles ne sont pas permises

Livre	
cote	varchar2(10)
titre	varchar2(200)
date_parution	date
nb_pages	number(10)



CONVENTIONS DE NOMMAGE

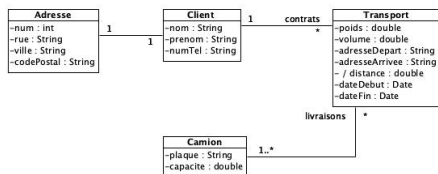
- On utilise la convention "snail_case" pour nommer autant les entités que les attributs.
- Les mots d'une **entité** commencent par une majuscule. Ex.:
Mode_Transport
- Les mots d'une **colonne** commencent par une minuscule. Ex.:
num_assurance_sociale



EXERCICE



- Identifiez les entités du modèle conceptuel suivant en précisant les colonnes nullable.



ETS
13

ÉTAPE 2: IDENTIFIER LES CLÉS

ETS
14

QU'EST QU'UNE CLÉ?

- **Clé:** Ensemble de colonnes d'une entité dont les valeurs combinées permettent d'identifier **de façon unique** une occurrence de l'entité.
- **Exemple:** Toute salle est identifiée de façon unique par la combinaison de son numéro (ex.: 45) et l'étage où elle se trouve (ex.: 1)

Salle			
étage	number(2)	N	
num_salle	number(3)	N	
salle_info	char(1)	N	
fenêtres char	number(10)	N	

ETS
15

CLÉ CANDIDATE

- Toute clé au sein d'une entité est appelée clé candidate (candidate à être une clé primaire)

L'entité « Livre » comporte quatre clés candidates:

- id_livre
- cote
- code_isbn
- code_isbn_9

Livre			
id_livre	number(10)		
cote	varchar2(10)		
titre	varchar2(200)		
date_parution	date		N
nb_pages	number(10)		N
code_isbn	varchar2(12)		
code_isbn_9	varchar2(9)		

- **Note:** une clé candidate ne peut **pas** être nullable.

CLÉ PRIMAIRE

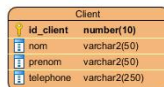
- Une clé primaire est la clé candidate choisie pour identifier de façon unique chaque enregistrement dans la base de données.
- Toute entité doit obligatoirement avoir une et une seule clé primaire.
- Le choix de la clé primaire dépend:
 - Des règles d'affaire (utilisée naturellement dans le domaine)
 - Des préoccupations de performances (limiter la taille des index)
 - Des aspects de normalisation (éviter les clés composées)
- Si la clé primaire provient des colonnes existantes, c'est une clé « **naturelle** »



id_client	nom	prenom	date_naissance	date_debut	date_fin	telephone
1	John	Doe	1980-01-01	2018-01-01	2018-12-31	01 23 45 67 89
2	Jane	Doe	1985-02-15	2018-03-01	2018-11-30	01 23 45 67 89
3	John	Doe	1980-01-01	2018-01-01	2018-12-31	01 23 45 67 89

CLÉ NATURELLE/ARTIFICIELLE

- En l'absence de clé candidate, nous sommes dans l'obligation de « fabriquer » une clé primaire: **une clé artificielle**
- C'est une clé (généralement numérique) qui ne provient pas des données naturelles de l'entité



id_client	nom	prenom	telephone
1	John	Doe	01 23 45 67 89
2	Jane	Doe	01 23 45 67 89
3	John	Doe	01 23 45 67 89

- Nous pouvons créer des clés artificielles aux fins d'amélioration de la performance ou de normalisation.

MODELE LOGIQUE

- Pour toute entité du modèle logique obtenue à l'étape 1, nous devons:
 - Identifier les clés candidates
 - Choisir la clé primaire.
 - Si aucune clé primaire → créer une clé numérique artificielle
 - Pour les autres clés candidates (non nullables!), définir une contrainte d'unicité.
 - En l'absence de clé candidate, ou face à des clés composées, créer une clé numérique artificielle.

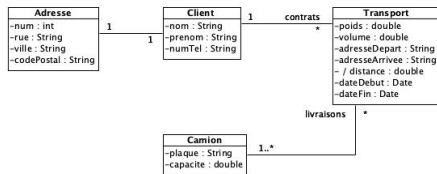
CONVENTIONS DE NOMMAGE

- Une **clé primaire naturelle** garde son nom normal. Ex.: matricule
- Une **clé primaire artificielle** respecte le format nom: **id_nom_table**
Exemple, la clé artificielle de la table livre: **id_livre**.
- Une **clé étrangère** : Dépend de la clé primaire à laquelle on fait référence
 - Si c'est une clé artificielle: la clé étrangère aura le même nom que la clé primaire
 - Sauf si c'est une relation réflexive, on utilise les noms des rôles.
 - Si c'est une clé naturelle: On lui ajoute le nom de la table d'où provient la clé primaire. Exemple: **employe_num_ass_sociale**

EXERCICE



- Continuez l'exercice en identifiant les clés primaires



ÉTAPE 3: TRANSFORMER LES RELATIONS



LES RELATIONS DANS LE MODÈLE RELATIONNEL

- Le modèle relationnel ne supporte que des associations de type:
 - 1 - 1 (0 - 1)
 - 1 - n (0 - n)
- Dans le modèle conceptuel, nous avons pu représenter plusieurs de types de relations:
 - Des associations de cardinalité multiples
 - Des relations de généralisations
 - D'autres types de relations non abordées.

→ Il faut traduire les relations du modèle conceptuel en se limitant aux relations de type 1-1 et 1-N.

LES CLÉS ÉTRANGÈRES

- Une clé étrangère est une/des colonnes d'une entité A, qui fait référence à une clé primaire d'une autre entité B.
- Concrètement, ceci permet de réaliser la liaison entre deux entités.

Clé primaire →

CodePerm	Nom	Prenom	DateNaiss
SNOJ1982102101	Snow	Jon	1982-10-21
STAA1987071509	Stark	Arya	1987-01-10
TARD1979071502	Targaryen	Daenerys	1979-07-15

Clé étrangère →

CodePerm	Epreuve	Note
SNOJ1982102101	Intral	85
STAA1987071509	Intral	92
TARD1979071502	Intral	65

RELATIONS 1-1, 1-N ET M-N

- Pour traduire une association du modèle conceptuel, on se base sur la cardinalité de l'association:
- Si la cardinalité permet un nombre d'éléments associés supérieur à 1, c'est une relation de type **plusieurs**



- Exemples:
 - 0..5
 - 3..10
 - 2..*
 - 1..*
 - *

RELATIONS 1-1, 1-N ET M-N

- Si la cardinalité permet un nombre d'éléments associés inférieur ou égal à 1, c'est une relation de type **un**.



- Exemples:
 - 0..1
 - 1

RELATIONS 1-1, 1-N ET M-N

- Nous cherchons à définir le type de relation qui relie deux classes:

- Relation un-à-un (1-1)
- Relation un-à-plusieurs (1-N)
- Relation plusieurs-à-plusieurs (N-N)

- Exemple:** Une relation 1-N



TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS 1 - N

- Placer une clé étrangère du côté plusieurs (N)



Clé étrangère

TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

1 - N

Table: Livre

id_livre	titre	...
1	Century Trilogy	
2	Kingsbridge	
3	Les misérables	
4	La communauté de l'anneau	

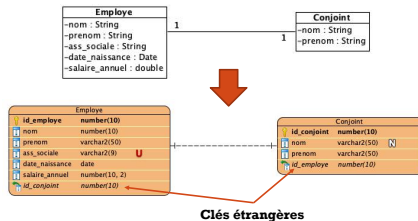
Table: Copie

id_copie	etat	...	Id_livre
1	Parfait		4
2	Moyen		4
3	Parfait		2
4	Mauvais		1

TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

1 - 1

- Option 1: Placer une clé étrangère dans une des deux entités OU les deux (selon la navigabilité)



TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

1 - 1

Table: Livre

id_emp	nom	prenom	...	id_conj
10	Tremblay	Julie		32
18	Lacasse	Annie		27
29	Labonté	Steve		23
44	Ouellet	Mike		13

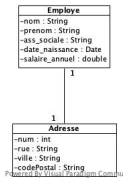
Table: Copie

id_conj	nom	...	id_employe
13	Conjoint1		44
23	Conjoint2		29
27	Conjoint3		18
32	Conjoint4		10

TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

1 - 1

Option 2: Fusionner les entités



Employee	
id_employe	number(10)
nom	number(10)
prenom	varchar2(50)
ais_sociale	varchar2(9)
date_naissance	date
salaire_annuel	number(10, 2)
adr_num	number(10)
adr_rue	varchar2(200)
adr_ville	varchar2(100)
adr_code_postal	varchar2(10)

- Quand favoriser l'option 1 ou l'option 2?

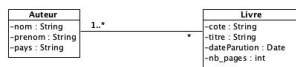
TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

M - N

- En relationnel, il n'est pas possible de modéliser des relations M-N.
- On crée une table additionnelle (appelée **table de jointure** ou **table d'intersection**) qui représente la relation.
- On obtient deux relations de type 1-N (qu'on sait représenter)
- La table de jointure contient les clés étrangères des deux autres entités.
- Les deux clés étrangères de la table de jointure constituent sa clé primaire.

TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

M - N



TRANSFORMATION DES ASSOCIATIONS

M - N

Table: Livre

id_livre	titre	...
1	Century Trilogy	
2	Bases de données	
3	Les misérables	
4	Kingsbridge	

Table: Livre_Auteur

id_livre	id_auteur
1	1
4	1
3	2
2	3
2	4

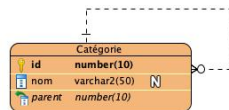
Table: Auteur

id_auteur	Nom	...
1	Folett	
2	Hugo	
3	Godin	
4	Rivard	

ASSOCIATIONS UNAIRE

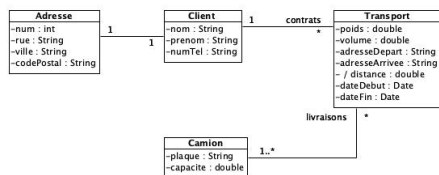


- Une association unaire se traite comme une association normale et se traduit selon la cardinalité.
- Il peut être utile de transformer (fictivement) la relation unaire en binaire pour effectuer la transformation.



EXERCICE

- Continuez l'exercice en transformant les associations



GÉNÉRALISATIONS

- La notion de généralisation/héritage n'existe pas dans les bases de données relationnelles.
- Cependant ce concept existe dans les langages de programmation
- Nous allons transformer les relations en:
 - Fusionnant des tables
 - Utilisant des relations de type 1 -1 .
- L'approche dépend du type de relation (disjointe/chevauchante, complète/incomplète).
- Cf. Godin R., 2006.

GÉNÉRALISATION - INCOMPLÈTE

- Si la relation est de type **incomplète**:
 - Il faut maintenir la table générale
 - Ajouter un discriminant à la table générale
 - Les tables spécialisées peuvent être:
 - Maintenues avec une relation 1-1 avec la table générale



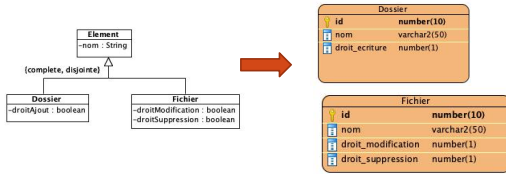
GÉNÉRALISATION - INCOMPLÈTE

- Si la relation est de type **incomplète**:
 - Il faut maintenir la table générale
 - Ajouter un discriminant à la table générale
 - Les tables spécialisées peuvent être:
 - Concaténées à la table générale (concaténation vers le haut) mais provoque l'ajout de beaucoup de colonnes nullables



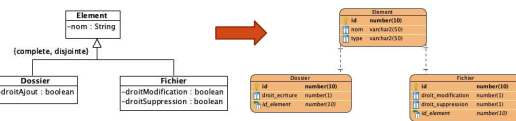
GÉNÉRALISATION - COMPLÈTE

- Si la relation est de type **complète**:
 - Les tables spécialisées sont maintenues
 - La table générale peut-être
 - Concaténée aux tables spécialisées (concaténation vers le bas)



GÉNÉRALISATION - COMPLÈTE

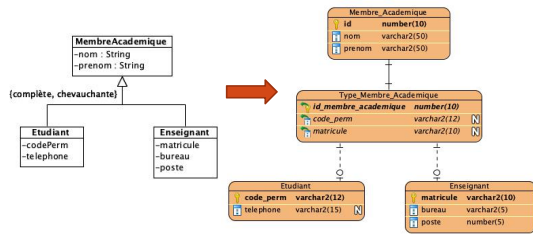
- Si la relation est de type **complète**:
 - Les tables spécialisées sont maintenues
 - La table générale peut-être
 - Maintenue avec des relations 1-1 avec les tables spécialisées et l'ajout d'un discriminant dans la table générale (si la table générale a des associations)



GÉNÉRALISATION -- DISJOINTE/CHEVAUCHANTE

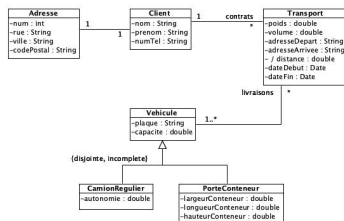
- Dans le cas d'une généralisation disjointe, on applique seulement les règles complète/incomplète.
- Dans le cas d'une généralisation chevauchante:
 - la table générale ne doit pas être fusionnée: une entité est créée pour chacune des tables générale et spécialisées
 - Une table de jointure est ajoutée contenant des clés étrangères vers chacune des clés primaires de la généralisation
 - Les clés étrangères correspondantes aux clés primaires des tables spécialisées sont nullables.
 - La clé étrangère correspondante à la clé primaire de la table générale sera également la clé primaire de la table de jointure.

GÉNÉRALISATION – CHEVAUCHANTE



EXERCICE

- Modéliser le diagramme relationnel de l'arborescence « Vehicule »



ÉTAPE 4: NORMALISATION

QU'EST-CE QUE LA NORMALISATION?

- Approche permettant de résoudre des problèmes de conception menant à des redondances de données
- Corollaire: Permet d'éviter les mises à jour incohérentes (anarchiques)
- Plusieurs causes sont identifiées et sont résolues par la mise en forme normale de la table
- Il existe plusieurs formes normales interdépendantes: 1FN, 2FN, 3FN, FNBC, 4FN, 5FN et d'autres

EXEMPLE DE PROBLÈME

- Considérons l'entité Vente, obtenue suite à la transformation du modèle conceptuel en modèle relationnel:

Vente	
no_commande	number(10)
date_commande	date
no_client	number(10)
nom_client	varchar(20)
no_telephone	varchar(20)
no_article	number(10)
description	varchar(256)
prix_unitaire	number(10, 2)
quantite	number(5)

EXEMPLE DE PROBLÈME

Redondance de données

TABLE VENTE									
NOCOMMANDE	DATECOMMANDE	NOCLIENT	NOMCLIENT	NOLEPHONE	NOARTICLE	DESCRIPTION	PRIXUNITAIRE	QUANTITE	
1	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	10	
2	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE A PUCE	30.99	1	
3	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	PIAMMER	25.99	1	
4	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	OPINETTE BLEUE	25.99	1	
5	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
6	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
7	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
8	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
9	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
10	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
11	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
12	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
13	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
14	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
15	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
16	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
17	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
18	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
19	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
20	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
21	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
22	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
23	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
24	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
25	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
26	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
27	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
28	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
29	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
30	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
31	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
32	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
33	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
34	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
35	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
36	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
37	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
38	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
39	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
40	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
41	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
42	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
43	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
44	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
45	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
46	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
47	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
48	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
49	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	
50	01/06/2000	10	STC-SANXOM	099/999-9999	10	CEBRE EN BOULE	30.99	1	

Source: R. Codin, 2013

SOLUTION: DÉCOMPOSITION

TABLE VINYS						
NOCOMMUNE	NATCOMMANDE	NOCLIENT	NOCLIENT	NOCLIENT	DESCRIPTION	QUANTITE
1	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
2	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
3	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00

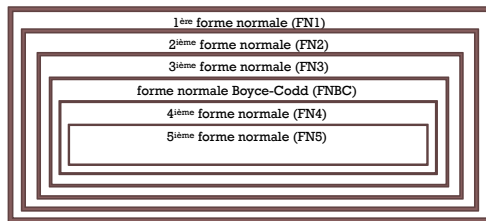
TABLE CLIENT		
NOCLIENT	NOCLIENT	NOCLIENT
30	L. U. C.	0993009-9999
31	L. U. C.	0993009-9999
32	L. U. C.	0993009-9999
33	L. U. C.	0993009-9999
34	L. U. C.	0993009-9999
35	L. U. C.	0993009-9999
36	L. U. C.	0993009-9999
37	L. U. C.	0993009-9999
38	L. U. C.	0993009-9999
39	L. U. C.	0993009-9999

TABLE VINYS						
NOCOMMUNE	NATCOMMANDE	NOCLIENT	NOCLIENT	NOCLIENT	DESCRIPTION	QUANTITE
1	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
2	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
3	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00
4	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
5	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
6	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00
7	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
8	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
9	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00
10	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
11	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
12	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00
13	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	CERISE EN BOULE	30.00
14	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	HERSE A POC	10.00
15	06/06/2000	30	L. U. C.	0993009-9999	POMME	15.00

Source: R. Godin, 2013

LES FORMES NORMALES

- Une table est dans une forme normale donnée si elle satisfait à certaines propriétés de normalisation



PREMIÈRE FORME NORMALE (FN1)

- Une table est en FN1 si **elle ne contient aucune colonne multivaluée** (tous les attributs sont atomiques)
- Une colonne est multivaluée si elle contient plus d'une valeur

no_emp	telephone	diplomes
15	514-784-8899	BACC info, MSc finance
16	450-784-7788	BACC ELE
17	418-895-1122	BACC MEC, MSc Gestion

no_emp	telephone	diplome
15	514-784-8899	BACC info
15	514-784-8899	MSc finance
16	450-784-7788	BACC ELE
17	418-895-1122	BACC MEC
17	418-895-1122	MSc Gestion

DEUXIÈME FORME NORMALE (FN2)

- Une table respecte la 2^{ième} forme normale si:
 - Elle respecte la FN1
 - Tout attribut ne faisant pas partie de la clé est complètement dépendant de la clé primaire (ne dépend pas d'une partie de la clé)
- Cette forme normale ne s'applique que dans le cas de clés composées (multi-colonnes).

DEUXIÈME FORME NORMALE (FN2)

Exemple non FN2

Souligné : Clé

Table: Employe_Projet

<u>id_employe</u>	<u>id_projet</u>	role	nom_employe	nom_projet
10	45	Programmeur	Lapierre, A.	Caisse de dépôt
12	37	Designer FrontEnd	Desjardins, R.	Therac
10	33	Architecte	Lapierre, A.	Geothermia
18	37	Concepteur	Labonté, T.	Therac

Source: Cours GPA775 (ÉTS)

DEUXIÈME FORME NORMALE (FN2)

Table normalisée en FN2

Table: Employe

<u>id_employe</u>	nom
10	Lapierre, A.
12	Desjardins, R.
18	Labonté, T.

Table: Projet

<u>id_projet</u>	nom
45	Caisse de dépôt
33	Geothermia
37	Therac

Table: Employe_Projet

<u>id_employe</u>	<u>id_projet</u>	role
10	45	Programmeur
12	37	Designer FrontEnd
10	33	Architecte
18	37	Concepteur

Source: Cours GPA775 (ÉTS)



TROISIÈME FORME NORMALE (FN3)

- Une table est en troisième forme normale si:
 - Elle respecte la FN2
 - Toute colonne non-clé dépend directement (non-transitivement) de la clé primaire, (i.e. ne dépend pas d'un ou plusieurs attributs n'appartenant pas à la clé).
- Exemple:

Table: Etudiant

IdEtudiant	NomEtudiant	Département	SigleDep
3	Bernard	115	MEC
5	Labbé	115	MEC
8	Barrette	119	GPA
9	Cadieux	117	ELE

Source: Cours GPA778 (ÉTS)



TROISIÈME FORME NORMALE (FN3)

- Table normalisée en FN3

Table: Etudiant

IdEtudiant	NomEtudiant	Département
3	Bernard	115
5	Labbé	115
8	Barrette	119
9	Cadieux	117

Table: Département

IdDépartement	Sigle
115	MEC
119	GPA
117	ELE

Source: Cours GPA778 (ÉTS)



FORME NORMALE BOYCE-CODD (FNBC)

- Une table est en forme normale Boyce-Codd (FNBC) si:
 - Elle respecte la FN3
 - Tous les attributs non-clé ne sont pas source de dépendance vers une partie de la clé.

Table: Etudiant_Cours

IdEtudiant	IdCours	IdEnseignant	CoteObtenue
3	12	1234	B
5	15	6789	A-
8	12	1234	B+
5	17	1234	A

Source: Cours GPA778 (ÉTS)



FORME NORMALE BOYCE-CODD (FNBC)

- Table normalisée en FNBC:

Table: Etudiant_Cours

IdEtudiant	IdCours	CoteObtenue
3	12	B
5	15	A-
8	12	B+
5	17	A

Table: Cours

IdCours	IdEnseignant
12	1234
15	6789
17	1234

Source: Cours GPA77B (ÉTS)



QUATRIÈME FORME NORMALE (FN4)

- Une table est en 4^{ème} forme normale si:
 - Elle respecte FNBC
 - Ne contient pas de dépendances multivaluées.

Exemple de violation de FN4

Table: Cours_Enseignant_Livre

cours	enseignant	livre_reference
Analyse	Lessage	Livre a
Analyse	Jacob	Livre b
Analyse	Desjardins	-
Program. Mobile	Saulnier	Livre d
Program. Mobile	Leblanc	Livre e

- cours → enseignant et cours → livre_reference
- Aucune dépendance entre enseignant et livre_reference



QUATRIÈME FORME NORMALE (FN4)

- Normalisation en FN4:

Table: Cours_Enseignant

cours	enseignant
Analyse	Lessage
Analyse	Desjardins
Program. Mobile	Saulnier

Table: Cours_Reference

cours	livre_reference
Analyse	Livre a
Analyse	Livre b
Program. Mobile	Livre d
Program. Mobile	Livre e



FORMES NORMALES – RÉSUMÉ

- **FN1:** Pas d'attributs multivalués
- **FN2:** FN1 + Pas de dépendances partielles à la clé
- **FN3:** FN2 + Pas de dépendances vers une colonne non-clé
- **FNBC:** FN3 + Une colonne non-clé n'introduit pas de dépendances vers une partie de la clé
- **FN4:** FNBC + Pas de dépendances multivaluées
- **FN5** (non traitée): FN4 + Toute dépendance de jointure dans la table découle des clés candidates de la table



RECETTE POUR UNE NORMALISATION FACILE

- Il est généralement assez aisé de créer des tables normalisées en 4NF en respectant certaines règles simples:
 - Créer des tables à thème unique.
Ex.: une table Client ne devrait pas avoir de colonnes autres que des colonnes qui décrivent directement un client (i.e. pas les factures, etc.)
 - Éviter des clés primaires composées et favoriser des clés artificielles numériques
 - Éviter toute forme de dépendances multivaluées : créer une nouvelle table qui contiendra uniquement chacun des champs multivalués



LES LIMITES DE LA NORMALISATION

- La normalisation permet d'éviter certaines anomalies et des redondances
- La normalisation introduit une complexité au niveau du modèle relationnel à travers les décompositions successives et des associations introduites entre les tables.
- La normalisation n'est pas une fin en soi: On ne vise pas toujours absolument FN6 – On peut accepter (et tenir compte!) de certaines anomalies au profit de la performance
 → Dénormalisation...
- Cependant, dans la majorité des cas, les tables devraient être au moins en FNBC.

