

# Introduction aux bases de données et SQL

CM3 : Dépendances fonctionnelles et normalisation

Mickaël Martin Nevot

V1.0.1



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage à l'Identique 3.0 non transposé](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

# Introduction aux bases de données et SQL

- I. Prés.
- II. BD et SGBD
- III. Algèbre relationnelle
- IV. DF et normalisation
- V. Merise
- VI. LMD

# Dépendances fonctionnelles

- Dans une relation, il y a dépendance fonctionnelle (DF) entre deux ensembles d'attributs quand, à chaque valeur du premier, est associé au maximum une valeur du second
- Exemple :
  - *Étudiant*  $\rightarrow$  *Note* :
    - Aegon Targaryen a deux notes différentes : 13 et 09
  - *Étudiant*  $\rightarrow$  *Matière* :
    - BD n'apparaît que pour Aegon Targaryen, C++ pour Walter White et PHP pour Magnus Maximus

Étudiant	Matière	Note
Aegon Targaryen	BD	13
Aegon Targaryen	BD	09
Walter White	C++	15
Magnus Maximus	PHP	18

# Dépendances fonctionnelles

- Vérification de dépendances fonctionnelles par comparaison de cardinalités (comptage)

- Exemple :

- *Étudiant* ↛ *Note* :

$$\text{Card}(\text{Étudiant}) \neq \text{Card}(\text{Note}) \Rightarrow 3 \neq 4$$

- *Étudiant* → *Matière* :

$$\text{Card}(\text{Étudiant}) = \text{Card}(\text{Matière}) \Rightarrow 3 = 3$$

Étudiant	Matière	Note
Aegon Targaryen	BD	13
Aegon Targaryen	BD	09
Walter White	C++	15
Magnus Maximus	PHP	18

# Théorie des DF

- **Dépendance fonctionnelle totale (DFT)** : ← Ou DF minimale
  - L'ensemble des seuls attributs nécessaires pour déterminer un ensemble d'attributs
- Axiomes d'Armstrong simplifiés :
  - **Réflexivité** :  $X \rightarrow X$
  - **Augmentation** :  $X \rightarrow Y \Rightarrow XW \rightarrow Y$
  - **Transitivité** :  $X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow Z$
  - **Pseudo-transitivité** :  $X \rightarrow Y, YZ \rightarrow W \Rightarrow XZ \rightarrow W$
  - **Union** :  $X \rightarrow Y, X \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow YZ$
  - **Décomposition** :  $X \rightarrow YZ \Rightarrow X \rightarrow Y, X \rightarrow Z$

$X, Y, W$  et  $Z$  sont des ensembles d'attributs

# DF et clefs

- **Clef candidate minimale :**
  - Un sous-ensemble d'attributs minimal ayant une dépendance fonctionnelle avec un sur-ensemble d'attributs
- **Clef primaire :**
  - Choix d'une clef parmi les clefs candidates minimales :
    - Priorité aux plus petits nombres d'attributs
    - Priorité des types numériques sur les types chaînes de caractères



Rappel : il peut exister plusieurs clefs candidates minimales dans une relation

# Recherche d'une clef

Clef candidate minimale,  
et donc clef primaire

- Depuis la DF donnée par l'axiome de réflexivité ( $X \rightarrow X$ ) :
  - Suppression un par un des attributs en se basant :
    - Sur l'ensemble des DF
    - Les axiomes d'Armstrong
- Exemple :
  - Réflexivité :  $A, B, C, D \rightarrow A, B, C, D$
  - DF :  $A, B \rightarrow C, D$  ;  $B \rightarrow C, D$  ;  $C \rightarrow D$
  - A ? Aucune DF ne détermine A : à garder
  - B ? *Idem supra* : à garder
  - C ?  $B \rightarrow C$  (par décomposition) : à supprimer
  - D ?  $B \rightarrow D$  (par décomposition) : à supprimer

ULTIME  
Dinguerie

(A, B) est donc clef  
candidate minimale

# Cas pratique



# Formes normales

- **Les formes normales sont des règles permettant d'éviter les redondances en base de données**
- **Défauts des redondances :**
  - Perte de place
  - Risques d'incohérences
  - Difficultés de mise à jour
- **Cinq formes normales :**
  - De plus en plus complexes
  - De moins en moins essentielles

Seules les **trois premières formes normales** sont traitées dans le cadre de ce cours

# Première forme normale

- 1NF
- Attribut **atomique** :
  - **Scalaire** (élémentaire)
  - **Non répétitive** (mono-valué : pas de liste de valeurs)
- Valeur **constante** (date de naissance plutôt que âge)

La notion d'élémentaire est relative : une adresse postale complète (a priori composée) peut être considérée comme élémentaire si elle est toujours manipulée comme telle (pas de tri par ville par exemple)

Il n'est pas dérangeant de séparer les attributs groupés, mais pas l'inverse !

Diminue la complexité de traitement, permet une recherche plus rapide et facilite les mises à jour régulières

# Normalisation en 1NF

- Exemple : **Cas 1 : classique**

Clef primaire

Attributs non-clefs

<u>Film</u>	Réalisateur	<u>Acteurs</u>
Le Parrain	Francis Ford Coppola	Marlon Brando, Al Pacino, etc.
Bienvenue à Gattaca	Andrew Niccol	Ethan Hawke, Uma Thurman, Jude Law, etc.
Captain Fantastic	Matt Ross	Viggo Mortensen, etc.

<u>Film</u>	Réalisateur
Le Parrain	Francis Ford Coppola
Bienvenue à Gattaca	Andrew Niccol
Captain Fantastic	Matt Ross

<u>Film</u>	<u>Acteur</u>
Le Parrain	Marlon Brando
Le Parrain	Al Pacino
...	...
Captain Fantastic	Viggo Mortensen
Captain Fantastic	...

# Normalisation en 1NF

- Exemple : Cas 2 : nombre maximum fini de valeurs

<u>BG</u>	<u>Téléphones</u>
Regé-Jean Page	+1 424 288 2000, +1 725 228 5100
Chris Hemsworth	+61 2 9663 0100, +61 4 8882 7343
Mickaël Martin Nevot	+33 7 57 13 08 69, +33 4 42 93 90 90



<u>BG</u>	<u>Téléphone 1</u>	<u>Téléphone 2</u>
Regé-Jean Page	+1 424 288 2000	+1 725 228 5100
Chris Hemsworth	+61 2 9663 0100	+61 4 8882 7343
Mickaël Martin Nevot	+33 7 57 13 08 69	+33 4 42 93 90 90

# Deuxième forme normale

- 2NF
- Modèle en 1NF
- **Un attribut non-clef ne dépend pas que d'une partie de la clef primaire**
- DF interdite :  $X \rightarrow A$

Une partie de la clef primaire

Un attribut n'appartenant pas à la clef primaire

DF

<u>Nom</u>	<u>Ville</u>	Région
Jul	Marseille	Sud PACA
Alonzo	Marseille	Sud PACA
SCH	Aubagne	Sud PACA
Seth Gueko	Saint-Ouen-l'Aumône	Île-de-France

Pas 2NF

# Troisième forme normale

- 3NF
- Modèle en 2NF
- **Pas de dépendance transitive : un attribut non-clef ne dépend pas d'un ou plusieurs attributs ne participant pas à la clef primaire**
- DF interdite :  $X \rightarrow A$  ← Un attribut n'appartenant pas à la clef primaire

↑  
N'est pas, ou ne contient pas, la clef primaire

<u>Nom</u>	Ville	Région
Jul	Marseille	Sud PACA
SCH	Aubagne	Sud PACA
Seth Gueko	Saint-Ouen-l'Aumône	Île-de-France

DF (Dependence Fonctionnelle) is shown between Ville and Région.

Pas 3NF (Not 3NF) is indicated for the Région column.

# Normalisation en 3NF ← Et 2NF

- Pour chaque relation :

1. Trouver une DF interdite  $X \rightarrow A$
2. Maximiser (augmenter) la DF  $X \rightarrow Y$  ← Ajouter tous les attributs déterminés par  $X$
3. Supprimer les attributs de  $Y$  de la relation
4. Nouvelle relation :  $X$ , clef primaire,  $Y$ , attributs non-clefs

- Exemple :

- Relation : 

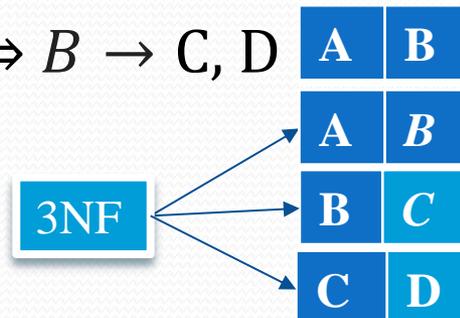
A	B	C	D
---	---	---	---

 ← Pas 3NF

- DF :  $A, B \rightarrow C, D$  ;  $B \rightarrow C, D$  ;  $C \rightarrow D$

- $B \rightarrow C \Rightarrow B \rightarrow C, D$

- $C \rightarrow D$



Clefs étrangères : en italique

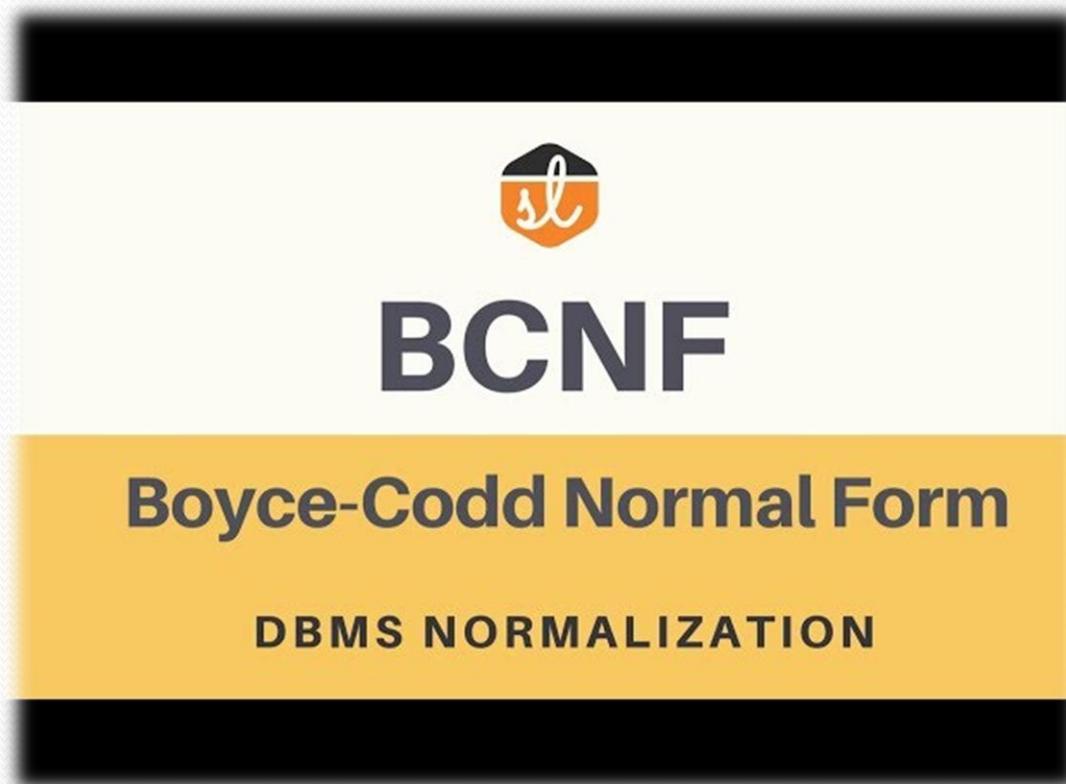
Ne pas oublier ensuite les clefs étrangères !

# Cas pratique



# Aller plus loin

- Forme normale de Boyce-Codd (BCNF), 4NF, 5NF



# Crédits

## Auteur

Mickaël Martin-Nevot

[mmartin.nevot@gmail.com](mailto:mmartin.nevot@gmail.com)

- Laurent Carmignac



Carte de visite électronique

## Relecteurs

Cours en ligne sur : [www.mickael-martin-nevot.com](http://www.mickael-martin-nevot.com)

