



Introduction

Motivations

Dépendance Fonctionnelle

Armstrong

Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF



Décomposition sans perte d'information

Définition pour la relation R sur un ensemble d'attributs T

- ▶ Soit B_1, B_2 deux ensembles non vides d'attributs tels que $B_1 \cup B_2 = T$ et
- ▶ $R_1 = [B_1]R$ et $R_2 = [B_2]R$ forment une décomposition de R
- ▶ Si la jointure naturelle _____ alors la décomposition est dite _____

Exemples de 2 décomposition de $R = \{ \text{NoEtud}, \text{NomEtud}, \text{DateNaissEtud} \}$

NoEtud	NomEtud	DateNaissEtud
27750	Martin	2-09-1989
32911	Martin	26-02-1998

$B_1 = \{ \text{NoEtud}, \text{NomEtud} \}$

$B_2 = \{ \text{NoEtud}, \text{DateNaissEtud} \}$

NoEtud	NomEtud
27750	Martin
32911	Martin

NoEtud	DateNaissEtud
27750	2-09-1989
32911	26-02-1998

Jointure selon NoEtud : égale à R

↪ _____

$B_1 = \{ \text{NoEtud}, \text{NomEtud} \}$

$B_2 = \{ \text{NomEtud}, \text{DateNaissEtud} \}$

NoEtud	NomEtud
27750	Martin
32911	Martin

NomEtud	DateNaissEtud
Martin	2-09-1989
Martin	26-02-1998

Jointure selon NomEtud : diff. de R

↪ _____

Décomposition sans perte d'information

Théorème de Heath pour la relation R sur un ensemble d'attributs T

Soit X , Y et Z une _____ de T avec _____. La décomposition de R en _____ et _____ est _____.

Preuve en posant $B_1 = X \cup Y$ et $B_2 = X \cup Z$

Soit $R_1 = [B_1]R$ et $R_2 = [B_2]R$; on a $B_1 \cap B_2 = X$; montrons que $R_1[X]R_2 = R$.

- ▶ _____ Soit un n -uplet $r \in R$.
 - ▶ Le projeté $[X \cup Y]r$ appartient à $[X \cup Y]R = R_1$. De même $[X \cup Z]r$ appartient à $[X \cup Z]R = R_2$.
 - ▶ Les n -uplets $[X \cup Y]r$ et $[X \cup Z]r$ sont égaux sur X .
 - ▶ Le n -uplet $[X \cup Y]r[X][X \cup Z]r$ appartient donc à $R_1[X]R_2$.
- ▶ _____ Soit un n -uplet $r \in R_1[X]R_2$.
 - ▶ Donc $[X \cup Y]r \in R_1 = [X \cup Y]R$; il existe donc $s_1 \in R$ tq. $[X \cup Y]s_1 = [X \cup Y]r$.
 - ▶ Similairement $[X \cup Z]r \in R_2 = [X \cup Z]R$; il existe donc $s_2 \in R$ tq. $[X \cup Z]s_2 = [X \cup Z]r$.
 - ▶ Donc $[X]r = [X]s_1 = [X]s_2$.
 - ▶ Comme $X \rightarrow Y$, $[Y]s_1 = [Y]s_2$ et donc $[X \cup Y \cup Z]s_2 = r \in R$.

Plan

Introduction

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF



Les premières formes normales

Procédure de normalisation

- ▶ Réalisée par réductions successives réversibles d'un ensemble de relations en une forme plus "satisfaisante"
- ▶ Construite à partir du concept de formes normales

Forme normale : qu'est-ce et inclusions

- ▶ Une relation est dans une *forme normale* particulière si elle satisfait un ensemble de conditions prédéfinies.

$$1NF \supset 2NF \supset 3NF \supset BCNF \supset 4NF \supset 5NF$$

- ▶ 1NF, 2NF, 3NF :
- ▶ introduites par Codd²
- ▶ permettent la décomposition d'un ensemble de relations _____
_____ et en utilisant _____

2. Donner ici la référence



Introduction

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF



1NF : atomicité des attributs

Définition

- ▶ Une relation est 1NF si _____
- ▶ Un schéma relationnel est 1NF si _____

Exemple : une relation ETUDIANT pas 1NF

NoEtu*	NomEtu	PrenomEtu	DateNaissEtu	Login	MDPEtu
23794	Dornier	Arnaud	18-08-1998	adornier	adornier
32911	Martin	Maxime	26-02-1998	mmartin	mmartin
33818	Schatt	Bastien, Charles	06-05-1998	bschatt	bschatt

Prénom pouvant contenir 2 valeurs : pas atomique, donc pas en 1NF.

Décomposition d'une relation R pour se conformer à 1NF

Décomposition _____

A vous de jouer : 1NF ?

A traiter

- ▶ *UNIVERSELLE*(NoMem, NomMem, PrenomMem, NoEnfant, NoCont, CodeCont, TypeCont)

NoMem.	NomMem.	PrenomMem.	NoEnfant	NoCont.	CodeCont.	TypeCont.
1	Dupont	Jean	4	011	AssV1	AssuranceVoiture
1	Dupont	Jean	3	011	AssV1	AssuranceVoiture
2	Dupont	Marie	4	124	AssVi	AssuranceVie
2	Dupont	Marie	3	124	AssVi	AssuranceVie
1	Dupont	Jean	4	123	AssVi	AssuranceVie
1	Dupont	Jean	3	123	AssVi	AssuranceVie
1	Dupont	Jean	4	012	AssV2	AssuranceVoiture
1	Dupont	Jean	3	012	AssV2	AssuranceVoiture

- ▶ Est-ce 1NF ?

▶ _____

Plan



Introduction

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF



2NF : attribut non clé en DF partielle avec la clé

Définition

- ▶ Une relation R est 2NF si
- ▶ elle est _____ et
- ▶ il n'existe pas d'attribut n' _____ qui est en _____ avec _____
- ▶ Un schéma relationnel est 2NF _____

Décomposition d'une relation R pour se conformer à 2NF

_____ :

▶ _____

▶ _____,

décomposée en \Rightarrow

▶ _____

▶ _____

Exemple scolarité : mise en 2NF (1)

Relation Universelle et S^+

$R(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$ (additivité)

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

_____ $\rightsquigarrow R$ décomposée en

- ▶ $R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$
- ▶ $R_2(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

Exemple scolarité : mise en 2NF (2)

Relations R_1 , R_2 et S^+

$R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_2(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

_____ $\rightsquigarrow R_2$ décomposée en

- ▶ $R_3(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$
- ▶ $R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

Exemple scolarité : mise en 2NF (3)

Relations R_1 , R_3 , R_4 et S^+

$R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_3(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

$R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

A vous de jouer : mise en 2NF

Données

$R(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$

DF1 : $\text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; DF2 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$ DF3 : $\text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ DF4 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$
DF5 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}, \text{TypeCont}$

Mise en 2NF

-
- ▶

 - ▶

 - ▶

 - ▶

Plan



Introduction

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF



3NF : att. non clé en DF avec att. non clé

Définition

- ▶ Une relation R est 3NF si
- ▶ elle est _____ et
- ▶ il n'existe pas d'attribut n'_____ qui est en _____ avec _____
- ▶ Un schéma relationnel est 3NF _____

Décomposition d'une relation R pour se conformer à 3NF

_____ :

- ▶ _____
- ▶ _____, _____
- ▶ _____

décomposée en \Rightarrow

- ▶ _____
- ▶ _____

Exemple Sclolarité : mise en 3NF (1)

A partir du schéma 2NF et de S^+

$R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_3(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

$R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

$\rightsquigarrow R_3$ décomposée en

▶ $R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

▶ $R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege})$

Exemple Sclolarité : mise en 3NF (2)

A partir de R_1, R_4, R_5, R_6 et S^+

$R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

$R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

$R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege},$

$\text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

$\rightsquigarrow R_1$ décomposée en

► $R_7(\text{LoginEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu})$

► $R_8(\text{NoEtu}^*, \text{LoginEtu})$

Exemple Sclolarité : mise en 3NF (3)

A partir de R_4 , R_5 , R_6 , R_7 , R_8 et S^+

$R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

$R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

$R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege})$

$R_7(\text{LoginEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_8(\text{NoEtu}^*, \text{LoginEtu})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$

A vous de jouer : mise en 3NF



Données 2NF et S^+

$R_1(\text{NoMem}^*, \text{NomMem}, \text{PrenomMem})$

$R_3(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$

$R_{43}(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

DF1 : $\text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$;

DF2 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$

DF3 : $\text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

DF4 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

DF5 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}, \text{TypeCont}$



Plan



Introduction

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF



BCNF : att. clé en DF avec att. non clé

Définition

- ▶ Une relation R est BCNF si
- ▶ elle est _____ et pour chaque DF $X \rightarrow Y$, au moins une des conditions suivantes est vraie :
- ▶ $X \rightarrow Y$ est une _____ ($Y \subseteq X$)
- ▶ _____
- ▶ Un schéma relationnel est BCNF _____

Décomposition d'une relation R pour se conformer à BCNF

_____ :

▶ _____

▶ _____,

décomposée en \Rightarrow

▶ _____

▶ _____

Exemple Sclolarité : mise en BCNF



A partir de R_4 , R_5 , R_6 , R_7 , R_8 et S^+

$R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$

$R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$

$R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege})$

$R_7(\text{LoginEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu})$

$R_8(\text{NoEtu}^*, \text{LoginEtu})$

DF1 : $\text{NoEtu} \rightarrow \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu}$

DF2 : $\text{LoginEtu} \rightarrow \text{NoEtu}, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{MDPEtu}$

DF3 : $\text{NoHarpege} \rightarrow \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF4 : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}$

DF4b : $\text{CodeModule} \rightarrow \text{LibelleModule}, \text{VolCM}, \text{VolTD}, \text{VolTP}, \text{NoHarpege}, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade}$

DF5 : $\text{NoEtu}, \text{CodeModule}, \text{Annee} \rightarrow \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2}$



A vous de jouer : mise en BCNF



Données 2NF et S^+

$R_1(\text{NoMem}^*, \text{NomMem}, \text{PrenomMem})$

$R_3(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$

$R_{43}(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

DF1 : $\text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$;

DF2 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$

DF3 : $\text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

DF4 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

DF5 : $\text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}, \text{TypeCont}$

