

L1 Sciences Fondamentales, S2 Normalisation

Jean-François COUCHOT
Université de Franche-Comté, UFR-ST



Plan



Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF





Introduction à la normalisation

Motivations

Dépendances Fonctionnelles

Armstrong

Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF





Introduction à la normalisation

Motivations

Dépendances Fonctionnelles

Armstrong

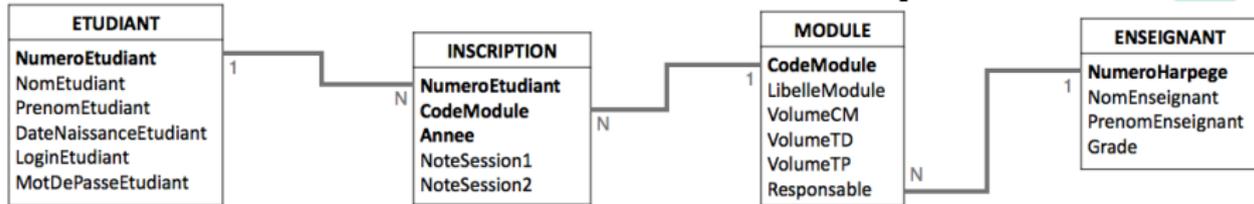
Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF



Une seule relation universelle : exemple



Pourquoi pas n'utiliser qu'une seule relation ?

UNIVERSELLE(NumeroEtudiant*, NomEtudiant, PrenomEtudiant, DateNaissanceEtudiant, LoginEtudiant, MotDePasseEtudiant, CodeModule*, LibelleModule, VolumeCM, VolumeTD, VolumeTP, NumeroHarpege, NomEnseignant, PrenomEnseignant, Grade, Annee*, NoteSession1, NoteSession2)

NumeroEtudiant*	NomEtudiant	...	CodeModule*	LibelleModule	...	NumeroHarpege	Annee	...
23794	Dornier	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2009	...
23794	Dornier	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2010	...
23794	Dornier	...	PROG_L1	Programmation	...	7358	2009	...
32911	Martin	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2010	...
32911	Martin	...	PROG_L1	Programmation	...	7358	2010	...
...

Conséquences générales sur les données

- ▶ Intégrité : un libellé de module unique pour un CodeModule ?
- ▶ Redondance : (NumeroEtudiant, NomEtudiant,...) répété de nombreuses x

Une seule relation universelle : anomalies

NumeroEtudiant*	NomEtudiant	...	CodeModule*	LibelleModule	...	NumeroHarpege	Annee	...
23794	Dornier	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2009	...
23794	Dornier	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2010	...
23794	Dornier	...	PROG_L1	Programmation	...	7358	2009	...
32911	Martin	...	BD_L1	Bases de données	...	7914	2010	...
32911	Martin	...	PROG_L1	Programmation	...	7358	2010	...
...

Insertions impossibles sauf si NULL autorisé

- ▶ Etudiant inscrit dans aucun module
- ▶ Enseignant responsable d'aucun module
- ▶ Module sans inscription

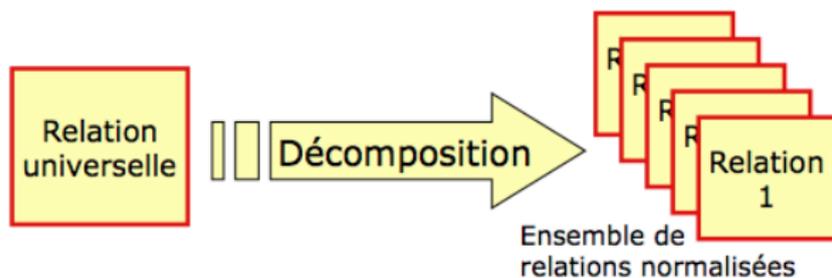
Suppressions impossibles

- ▶ Etudiant, seul inscrit dans un module : perte des informations sur le module relatives au module...

Normalisation : démarches possibles

Approche par décomposition : vue en L1

1. A partir de toutes les données du SI : construction d'une relation universelle
2. Décomposition de cette relation universelle en relations (1NF, 2NF...) sans anomalie jusqu'à obtention d'un schéma normalisé



Approche méthodique de construction : vue en L2

1. Construction d'un schéma relationnel avec méthode (dictionnaire des données, matrice de dépendance fonctionnelle).
2. Validation

Décomposition : intuition \rightsquigarrow pertes possibles

Décomposition de $R(Att_1, Att_2, \dots)$

- ▶ Choix des ss-relations : $R_1(Att_{1,1}, Att_{1,2}, \dots)$, $R_2(Att_{2,1}, Att_{2,2}, \dots)$, ... tq.
 $\{Att_{1,1}, Att_{1,2}, \dots\} \cup \{Att_{2,1}, Att_{2,2}, \dots\} \cup \dots = \{Att_1, Att_2, \dots\}$
- ▶ Construct^o de R_i : en projetant R sur les attributs de R_i

Exemples de décompositions

NumeroEtudiant	NomEtudiant	DateNaissanceEtudiant
27750	Martin	2-09-1989
32911	Martin	26-02-1998

Décomposition 1

NumeroEtudiant	NomEtudiant
27750	Martin
32911	Martin

NumeroEtudiant	DateNaissanceEtudiant
27750	2-09-1989
32911	26-02-1998

Jointure selon NumeroEtudiant $\rightsquigarrow R$
(pas de perte)

Décomposition 2

NumeroEtudiant	NomEtudiant
27750	Martin
32911	Martin

NomEtudiant	DateNaissanceEtudiant
Martin	2-09-1989
Martin	26-02-1998

Jointure selon NomEtudiant \rightsquigarrow perte !

NumeroEtudiant	NomEtudiant	DateNaissanceEtudiant
27750	Martin	2-09-1989
27750	Martin	26-02-1998
32911	Martin	2-09-1989
32911	Martin	26-02-1998



Démarche générale de normalisation

- ▶ Pour éviter les anomalies
- ▶ Par décomposition d'une relation universelle
- ▶ Sans perte d'information

Comment décomposer sans perte ?

- ▶ En ne regroupant dans une relation que les attributs "fortement liés"
- ▶ En éliminant le maximum de redondance et ne garder que le stricte nécessaire
- ▶ Notion de dépendance fonctionnelle





Introduction à la normalisation

Motivations

Dépendances Fonctionnelles

Armstrong

Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF



Dépendance fonctionnelle : définition et exemple

Définition pour X et Y deux sous-ensembles des attributs d'une rel. R

- ▶ Dans R , Y dépend fonctionnellement de X si _____
- ▶ Dit autrement : _____
- ▶ Notation : $X \rightarrow Y$ qui se lit " _____ "
- ▶ X à gauche : nommé _____
- ▶ Y à droite : nommé _____

Exemple de dépendance fonctionnelle

NumeroEtudiant	NomEtudiant	DateNaissanceEtudiant
27750	Martin	2-09-1989
32911	Martin	26-02-1998

- ▶ Pour chaque numéro : un seul nom et une seule date de naissance
- ▶ Pour chaque nom : possible d'avoir plusieurs numéros d'étudiant
- ▶ Bilan : $\{\text{NumeroEtudiant}\} \rightarrow \{\text{NomEtudiant}, \text{DateNaissanceEtudiant}\}$
Simplifiée en : $\text{NumeroEtudiant} \rightarrow \text{NomEtudiant}, \text{DateNaissanceEtudiant}$
- ▶ NumeroEtudiant : _____
- ▶ NomEtudiant, DateNaissanceEtudiant : _____

Dépendance fonctionnelle totale (DFT)



Définition pour X et Y deux sous-ensembles d'attributs d'une rel. R

Y est en *dépendance fonctionnelle totale* (DFT) avec X si

- ▶ _____ et
- ▶ Pour tout _____, _____

- ▶ Dit autrement : _____
- ▶ Parfois, on peut lire "dépendance fonctionnelle minimale"

Exemples de dépendances fonctionnelles totales ou pas

- ▶ KO : NumeroEtudiant, CodeModule \rightarrow NomEtudiant : DF non totale
- ▶ OK : NumeroEtudiant \rightarrow NomEtudiant : DFT



Fermeture des DF : motivation, définition

Motivation

A partir des dépendances proposées, comment en inférer d'autres ? Et jusqu'à combien ?

Définition : fermeture d'un ensemble de DF

L'ensemble de toutes les dépendances fonctionnelles qui sont inférées à partir d'un ensemble S de dépendances fonctionnelles est appelé *fermeture* de S et est dénoté S^+ .

Remarque

- ▶ S^+ : _____
- ▶ Comment construire S^+ ? : à partir des règles d'Armstrong ...





Introduction à la normalisation

Motivations

Dépendances Fonctionnelles

Armstrong

Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF



Règles d'inférences d'Armstrong¹

Règles pour X , Y et Z sous-ensembles d'attributs de R

- ▶ Réflexivité : _____
- ▶ Augmentation : _____
- ▶ Transitivité : _____
- ▶ Additivité : _____
- ▶ Fermeture S^+ : _____

Exemple d'application des règles d'inférence d'Armstrong

- ▶ Réflexivité à partir de PrenomEtudiant, DateNaissanceEtudiant :

- ▶ Augmentation de NoEtudiant \rightarrow NomEtudiant, PrenomEtudiant :

- ▶ Transitivité à p. de CodeModule \rightarrow NoHarpege et NoHarpege \rightarrow NomEnseignant : _____

1. Armstrong, W. W. (1974, August). Dependency Structures of Data Base Relationships. In IFIP congress (Vol. 74, pp. 580-583).

A vous de jouer : DF

Base de données de contrats d'assurance

- ▶ Un membre peut avoir plusieurs contrats, plusieurs numéros d'enfant.
- ▶ Données d'une relation universelle :

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

Ensemble S des dépendances fonctionnelles et fermeture S^+ ?

A vous de jouer : DF

Base de données de contrats d'assurance

- ▶ Un membre peut avoir plusieurs contrats, plusieurs numéros d'enfant.
- ▶ Données d'une relation universelle :

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

Ensemble S des dépendances fonctionnelles et fermeture S^+ ?

- ▶ $S = \{$ _____

_____ }



A vous de jouer : DF

Base de données de contrats d'assurance

- ▶ Un membre peut avoir plusieurs contrats, plusieurs numéros d'enfant.
- ▶ Données d'une relation universelle :

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

Ensemble S des dépendances fonctionnelles et fermeture S^+ ?

- ▶ $S = \{$ _____

_____ }
_____ }

- ▶ $S^+ = S \cup \{$ _____

_____ }
_____ }

Fermeture X^+ p.r. à l'ensemble S des DF

Fermeture X^+

Soit un ensemble d'attributs X de R et S l'ensemble des DF concernant R . La fermeture de X pour S est l'ensemble X^+ des attributs qui dépendent fonctionnellement de X .

Algorithme de calcul de la fermeture X^+

entrées : X : ensemble d'attributs, S : ensemble de dépendances fonctionnelles

sortie : X^+ : fermeture de X

$X^+ := X$; changé := vrai

TANT QUE changé **et** il existe une DF non utilisée **FAIRE**

 changé := faux

POUR CHAQUE DF : $X' \rightarrow Y$ de S **FAIRE**

SI $X' \subseteq X^+$ **ALORS**

$X^+ := X^+ \cup Y$

 marquer la DF comme "utilisée"

 changé := vrai

FSI

FIN POUR

FIN TANT QUE

Clé candidate d'une relation universelle R



Définition pour X d'un ensemble d'attributs de R

X une clé candidate si :

- ▶ Pour tout sous-ensemble d'attributs Y de R : _____

- ▶ La fermeture X^+ : _____
- ▶ X est irréductible : _____

Remarques

- ▶ X est une clé candidate de R si _____

- ▶ Attention : _____



Calcul de X^+ sur l'exemple (1)



Dépendances fonctionnelles de la relation universelle

- ▶ DF1 : NoEtud \rightarrow NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud
- ▶ DF2 : LoginEtud \rightarrow NoEtud, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, MDPEtud
- ▶ DF3 : NoHarpege \rightarrow NomEns, PrenomEns, Grade
- ▶ DF4 : CodeModule \rightarrow LibelleModule, VolCM, VolTD, VolTP, NoHarpege
- ▶ DF5 : NoEtud, CodeModule, Annee \rightarrow NoteSession1, NoteSession2

Montrons que $X = \{\text{NoEtud}, \text{CodeModule}, \text{Annee}\}$ est une clé candidate de la relation.

Initialisation

$X^+ = \{\text{NoEtud}, \text{CodeModule}, \text{Annee}\}$; changé := vrai



Calcul de X^+ sur l'exemple (2)



1ère Itération : $X^+ = \{\text{NoEtud}, \text{CodeModule}, \text{Annee}\}$; changé := vrai

1. DF1 : NoEtud \rightarrow NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud
 - ▶ NoEtud _____ : déterminés de DF1 ajoutés dans X^+ ; marquage de DF1 comme utilisée ; changé à vrai
 - ▶ $X^+ = \{ \text{NoEtud}, \text{CodeModule}, \text{Annee}, \text{_____} \}$
2. DF2 : LoginEtud \rightarrow NoEtud, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, MDPEtud
 - ▶ LoginEtud _____ : déterminés de DF2 ajoutés dans X^+ , _____ ; marquage de DF2 comme utilisée ; changé à vrai



Calcul de X^+ sur l'exemple (3)

1ère Itération : $X^+ = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud} \}$; changé := vrai

3. DF3 : NoHarpege \rightarrow NomEns, PrenomEns, Grade
 - ▶ NoHarpege _____ : DF3 non utilisée à cette itération ; X^+ inchangée
4. DF4 : CodeModule \rightarrow LibelleModule, VoICM, VoITD, VoITP, NoHarpege
 - ▶ CodeModule _____ : déterminés de DF4 ajoutés dans X^+ ; marque de DF4 comme utilisée ;
 - ▶ $X^+ = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud, _____, _____} \}$
5. DF5 : NoEtud, CodeModule, Annee \rightarrow NoteSession1, NoteSession2
 - ▶ $\{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee} \}$ _____, déterminés de DF5 ajoutés dans X^+ ; marquage de DF5 comme utilisée ;
 - ▶ $X^+ = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud, LibelleModule, VoICM, VoITD, VoITP, NoHarpege, _____} \}$

Calcul de X^+ sur l'exemple (4)

2^{ème} itération : $X^+ = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud, LibelleModule, VoICM, VoITD, VoITP, NoHarpege, NoteSession1, NoteSession2} \}$;

1. DF3 : NoHarpege \rightarrow NomEns, PrenomEns, Grade

- ▶ NoHarpege _____ : déterminés de DF3 ajoutés dans X^+ ; DF3 marquée comme utilisée ; changé à vrai
- ▶ $X^+ = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee, NomEtud, PrenomEtud, DateNaissEtud, LoginEtud, MDPEtud, LibelleModule, VoICM, VoITD, VoITP, NoHarpege, NoteSession1, NoteSession2, _____} \}$

Fin de la 2^{ème} itération.

Plus de DF non utilisée. Fin de l'algorithme.

$X = \{ \text{NoEtud, CodeModule, Annee} \}$ est une clé candidate car

- ▶ $X^+ = R$
- ▶ X est irréductible : retirer un des attributs de $X \rightsquigarrow X^+ \neq R$

A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?



A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?

- ▶ _____



A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?

- ▶ _____

- ▶ _____



A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____



A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

A vous de jouer : clés candidates

Données

- ▶ $R(\text{NoMem}, \text{NomMem}, \text{PrenomMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}, \text{CodeCont}, \text{TypeCont})$
- ▶ $\text{DF1} : \text{NoMem} \rightarrow \text{NomMem}, \text{PrenomMem}$; $\text{DF2} : \text{NoCont} \rightarrow \text{CodeCont}$
- ▶ $\text{DF3} : \text{CodeCont} \rightarrow \text{TypeCont}$ $\text{DF4} : \text{NoCont} \rightarrow \text{TypeCont}$

Clés candidates d'une telle relation ?

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

- ▶ _____

Attributs primaires ou non



Définition pour une relation R

- ▶ Attributs primaires : _____

- ▶ Attributs non primaires : _____

Attributs primaires ou non de la base de Scolarité

- ▶ Clés candidates : _____

- ▶ Attributs primaires : _____
- ▶ Attributs non primaires : _____





Introduction à la normalisation

Motivations

Dépendances Fonctionnelles

Armstrong

Décomposition sans perte d'information

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF



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 $R = \{ \text{NoEtud, NomEtud, DateNaissEtud} \}$

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

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

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

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

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

NoEtud	NomEtud
27750	Martin
32911	Martin

NoEtud	NomEtud
27750	Martin
32911	Martin

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

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

Jointure selon NoEtud : égale à R

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 à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF et 5NF



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. Further Normalization of the Data Base Relational Model. Research Report / RJ / IBM / San Jose, California RJ909 (1971)



Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF et 5NF



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 ?

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 ?





Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF et 5NF



2NF : att. non prim. en DFT avec chq. clé candidate

Définition

- ▶ Une relation R est 2NF si
 - ▶ elle est _____ et
 - ▶ chaque attribut non primaire : _____
- ▶ Un schéma relationnel est 2NF _____

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

- ▶ _____ :
 - ▶ _____ décomposée en
 - ▶ _____
- ▶ Attention : _____
- ▶ Pratiquement : _____



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



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



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





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

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



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



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





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



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

Remarques

- ▶ R_1 et R_3 : _____
- ▶ R_4 : _____

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

2NF ?

- ▶ 1 seule clé candidate : $X = \{\text{NoMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}\}$
- ▶ Att. non prim. :
 - ▶ $\text{NomMem}, \text{PrenomMem}$:
 - ▶ CodeCont :
 - ▶ TypeCont :



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

2NF ?

- ▶ 1 seule clé candidate : $X = \{\text{NoMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}\}$
- ▶ Att. non prim. : _____
 - ▶ $\text{NomMem}, \text{PrenomMem}$:
 - ▶ CodeCont :
 - ▶ TypeCont :

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

2NF ?

- ▶ 1 seule clé candidate : $X = \{\text{NoMem}, \text{NoEnfant}, \text{NoCont}\}$
- ▶ Att. non prim. : _____
 - ▶ $\text{NomMem}, \text{PrenomMem}$: _____
 - ▶ CodeCont : _____
 - ▶ TypeCont : _____

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

- ▶ Décomposition de R selon DF1



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

- ▶ Décomposition de R selon DF1







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

- ▶ Décomposition de R selon DF1

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____



Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF et 5NF



3NF : att. non prim. en dep. directe des clés candidates

Définition

- ▶ Une relation R est 3NF si
 - ▶ elle est _____ et
 - ▶ chaque attribut non primaire : ne dépend _____ que _____

- ▶ Un schéma relationnel est 3NF _____

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

- ▶ _____ :
- ▶ _____ décomposée en ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ Pratiquement : _____

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



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



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





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



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



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

NomEtu, PrenomEtu, DateNaissEtu, MDPEtu (non primaires) : _____

A vous de jouer : mise en 3NF (1)

Données 2NF et S^+

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

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

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



A vous de jouer : mise en 3NF (1)

Données 2NF et S^+

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

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

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



A vous de jouer : mise en 3NF (1)

Données 2NF et S^+

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

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

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



A vous de jouer : mise en 3NF (2)



Données 2NF et S^+

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

$R_5(\text{CodeCont}^*, \text{TypeCont})$

$R_6(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont})$

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



A vous de jouer : mise en 3NF (2)



Données 2NF et S^+

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

$R_5(\text{CodeCont}^*, \text{TypeCont})$

$R_6(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont})$

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



A vous de jouer : mise en 3NF (2)



Données 2NF et S^+

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

$R_5(\text{CodeCont}^*, \text{TypeCont})$

$R_6(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont})$

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 à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

1NF

2NF

3NF

Boyce-Codd Normal Form (3.5 NF)

4NF et 5NF



BCNF : déterminant de chaque DF est super clé

Définition

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

Décomposition d'une relation R pour se conformer à BCNF

- _____ :
- ▶ _____
 - ▶ _____,
- décomposée en \Rightarrow
- ▶ _____
 - ▶ _____

Exemple Scolarité : mise en BCNF

A partir de R_1 , R_4 , R_5 , R_6 et S^+ 3NF

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

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

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

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

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

Pour chaque R : _____

▶ dans R_1

▶ dans R_4 ,

▶ dans R_5 ,

▶ dans R_6 ,

Exemple Sclolarité : mise en BCNF

A partir de R_1, R_4, R_5, R_6 et S^+ 3NF

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

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

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

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

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

Pour chaque R : _____

- ▶ dans R_1
- ▶ _____
- ▶ _____

- ▶ dans R_4 ,
- ▶ dans R_5 ,
- ▶ dans R_6 ,

Exemple Sclolarité : mise en BCNF

A partir de R_1, R_4, R_5, R_6 et S^+ 3NF

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

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

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

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

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

Pour chaque R : _____

▶ dans R_1



▶ dans R_4 , _____

▶ dans R_5 ,

▶ dans R_6 ,

Exemple Scolarité : mise en BCNF

A partir de R_1, R_4, R_5, R_6 et S^+ 3NF

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

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

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

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

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

Pour chaque R : _____

▶ dans R_1

▶ _____

▶ _____

▶ dans R_4 , _____

▶ dans R_5 , _____

▶ dans R_6 ,

Exemple Sclolarité : mise en BCNF

A partir de R_1, R_4, R_5, R_6 et S^+ 3NF

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

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

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

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

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

Pour chaque R : _____

▶ dans R_1

▶ _____

▶ _____

▶ dans R_4 , _____

▶ dans R_5 , _____

▶ dans R_6 , _____

A vous de jouer : mise en BCNF



Données 3NF et S^+

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

$R_5(\text{CodeCont}^*, \text{TypeCont})$

$R_6(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont})$

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



A vous de jouer : mise en BCNF



Données 3NF et S^+

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

$R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

$R_5(\text{CodeCont}^*, \text{TypeCont})$

$R_6(\text{NoCont}^*, \text{CodeCont})$

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





Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF

Autres dépendances \rightsquigarrow autres formes normales

4NF

5NF





Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF

Autres dépendances \rightsquigarrow autres formes normales

4NF

5NF



Autres dépendances



Formes normales 1NF, 2NF, 3NF et BCNF



Forme normale 4NF



Forme 5NF





Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF

Autres dépendances \rightsquigarrow autres formes normales

4NF

5NF



Dépendance multivaluée $X \twoheadrightarrow Y$ d'une relation $R(T)$

Intuition pour X , Y et Z une partition des attributs de R

- ▶ Pour chaque valeur prise par X : _____

Définition³ pour X , Y et Z une partition de T

- ▶ (x, y, z) et (x, y', z') : _____
- ▶ R vérifie la *dépendance multivaluée* $X \twoheadrightarrow Y$ _____

- ▶ On dit _____

3. Fagin, R. (1977). Multivalued dependencies and a new normal form for relational databases. ACM Transactions on Database Systems (TODS), 2(3), 262-278.

Dép. multivaluées : exemple avec la relation BAGUE

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

Dépendances fonctionnelles

Dépendances multivaluées



Dép. multivaluées : exemple avec la relation BAGUE

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

Dépendances fonctionnelles

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Dépendances multivaluées



Dép. multivaluées : exemple avec la relation BAGUE

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

Dépendances fonctionnelles

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Dépendances multivaluées

Dép. multivaluées : exemple avec la relation BAGUE

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

Dépendances fonctionnelles

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Dépendances multivaluées

- ▶ NoBague → Taille ?

Dép. multivaluées : exemple avec la relation BAGUE

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

Dépendances fonctionnelles

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Dépendances multivaluées

▶ NoBague → Taille ?

- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Dépendance multivaluée : décomposit^o ss. perte

Premier théorème de R. Fagin

- ▶ Dans la relation $R(X, Y, Z)$, _____ si et seulement si _____.
- ▶ Preuve : admis

Conséquences

On peut décomposer $R(X, Y, Z)$ _____ en deux projections _____ si _____.

Relation BAGUE(NoBague,Taille,Matiere) et NoBague \rightarrow Taille

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	40	or
1	41	or
1	42	or
2	40	or
2	42	argent
2	42	or
2	40	argent

\rightsquigarrow

NoBague*	Taille*
1	40
1	41
1	42
2	40
2	42

NoBague*	Matiere*
1	or
2	or
2	argent

Dépendance multivaluée : propriétés

Dép. fonctionnelle implique dép. multivaluée

- ▶ Si _____, alors _____
- ▶ Preuve : $X \rightarrow Y$ implique si deux tuples distincts (x, y, z) et (x, y, z') dans R , alors (x, y, z') et (x, y, z) dans R
- ▶ Mais possible d'avoir _____ sans _____

Pour une relation $R(T)$, X, Y, Z partition de T

- ▶ Complémentation : si _____, alors _____
- ▶ Preuve : si _____, d'après le 1er théorème de Fagin
- ▶ _____
- ▶ _____
- ▶ _____

Exemple de complémentation avec BAGUE(NoBague, Taille, Matière)

Comme _____ alors _____

Exemple Sclolarité : mise en 4NF



Dépendances multivaluées ?

- ▶ $R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$
- ▶ $R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$
- ▶ $R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$
- ▶ $R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolumeCM}, \text{VolumeTD}, \text{VolumeTP}, \text{NoHarpege})$

Existe-t-il une dépendance multivaluée entre NoEtu, CodeModule et Annee ?



Exemple Sclolarité : mise en 4NF



Dépendances multivaluées ?

- ▶ $R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$
- ▶ $R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$
- ▶ $R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$
- ▶ $R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolumeCM}, \text{VolumeTD}, \text{VolumeTP}, \text{NoHarpege})$

Existe-t-il une dépendance multivaluée entre NoEtu, CodeModule et Annee ?

- ▶ Non : l'inscription d'un·e étudiant·e à un module une année est
-



Exemple Sclolarité : mise en 4NF



Dépendances multivaluées ?

- ▶ $R_1(\text{NoEtu}^*, \text{NomEtu}, \text{PrenomEtu}, \text{DateNaissEtu}, \text{LoginEtu}, \text{MDPEtu})$
- ▶ $R_4(\text{NoEtu}^*, \text{CodeModule}^*, \text{Annee}^*, \text{NoteSession1}, \text{NoteSession2})$
- ▶ $R_5(\text{NoHarpege}^*, \text{NomEns}, \text{PrenomEns}, \text{Grade})$
- ▶ $R_6(\text{CodeModule}^*, \text{LibelleModule}, \text{VolumeCM}, \text{VolumeTD}, \text{VolumeTP}, \text{NoHarpege})$

Existe-t-il une dépendance multivaluée entre NoEtu, CodeModule et Annee ?

- ▶ Non : l'inscription d'un·e étudiant·e à un module une année est

- ▶ _____



A vous de jouer : mise en 4NF

Restriction à la relation $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

NoMem*	NoEnfant*	NoCont*
1	4	011
1	3	011
1	4	123
1	3	123
1	4	012
1	3	012
2	4	124
2	3	124

- ▶ Existence de dépendances multivaluées ?
- ▶ R_4 est-elle 4NF ?

Mise en 4NF de $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$ selon $\text{NoMem} \rightarrow \text{NoEnfant}$

A vous de jouer : mise en 4NF

Restriction à la relation $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

NoMem*	NoEnfant*	NoCont*
1	4	011
1	3	011
1	4	123
1	3	123
1	4	012
1	3	012
2	4	124
2	3	124

► Existence de dépendances multivaluées ?

► _____

► R_4 est-elle 4NF ?

Mise en 4NF de $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$ selon $\text{NoMem} \rightarrow \text{NoEnfant}$

A vous de jouer : mise en 4NF

Restriction à la relation $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

NoMem*	NoEnfant*	NoCont*
1	4	011
1	3	011
1	4	123
1	3	123
1	4	012
1	3	012
2	4	124
2	3	124

► Existence de dépendances multivaluées ?

► _____

► R_4 est-elle 4NF ?

► _____

Mise en 4NF de $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$ selon $\text{NoMem} \rightarrow \text{NoEnfant}$

A vous de jouer : mise en 4NF

Restriction à la relation $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$

NoMem*	NoEnfant*	NoCont*
1	4	011
1	3	011
1	4	123
1	3	123
1	4	012
1	3	012
2	4	124
2	3	124

► Existence de dépendances multivaluées ?

► _____

► R_4 est-elle 4NF ?

► _____

Mise en 4NF de $R_4(\text{NoMem}^*, \text{NoEnfant}^*, \text{NoCont}^*)$ selon $\text{NoMem} \rightarrow \text{NoEnfant}$

NoMem*	NoEnfant*
1	3
1	4
2	3
2	4

NoMem*	NoCont*
1	011
1	123
1	012
2	124



Introduction à la normalisation

1NF, 2NF, 3NF, BCNF

4NF et 5NF

Autres dépendances \rightsquigarrow autres formes normales

4NF

5NF



Motivation pour la 5NF-1

Une relation BAGUE différente du T.60

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	41	or
2	41	or
2	42	or
1	42	or
2	41	argent

► Dép. multiv. ? _____

► _____

► _____ :

NoBague*	Taille*
1	41
2	41
2	42
1	42

NoBague*	Matiere*
1	or
2	or
2	argent

_____ :

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	41	or
2	41	argent
2	41	or
2	42	or
2	42	argent
1	42	or

Motivation pour la 5NF-2

Une relation BAGUE différente du T.60

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	41	or
2	41	or
2	42	or
1	42	or
2	41	argent



NoBague*	Taille*
1	41
2	41
2	42
1	42

NoBague*	Matiere*
1	or
2	or
2	argent

Taille*	Matiere*
41	or
42	or
41	argent



_____ :

NoBague*	Taille*	Matiere*
1	41	or
2	41	argent
2	41	or
2	42	or
2	42	argent
1	42	or

Taille*	Matiere*
41	or
42	or
41	argent





BAGUE : _____

Dépendances de jointure d'une relation $R(T)$

Rappel sur la jointure naturelle entre les relations R_1 et R_2

- ▶ C'est l'ensemble de _____ dans R_1 et R_2
dont _____
- ▶ Notation : _____

Définition d'une dépendance de jointure d'une relation $R(T)$

- ▶ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$: sous-ensembles d'attributs de R _____
_____ et _____ ($\cup_{i=1}^n X_i = T$)
- ▶ R possède une dépendance de jointure pour $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ si R est
égale à _____

- ▶ Notation de la dépendance de jointure : _____
- ▶ $*\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ est une dépendance de jointure _____ si _____

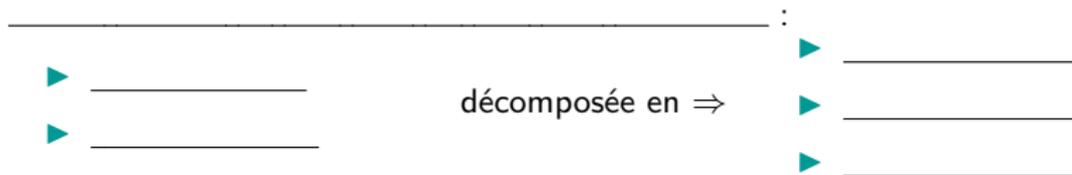


Définition due à R. Fagin⁴

Une relation R est 5NF si

- ▶ elle est 4NF et
- ▶ pour toute dépendance de jointure $*\{X_1, \dots, X_N\}$ non triviale, X_i est une super-clé de la relation R

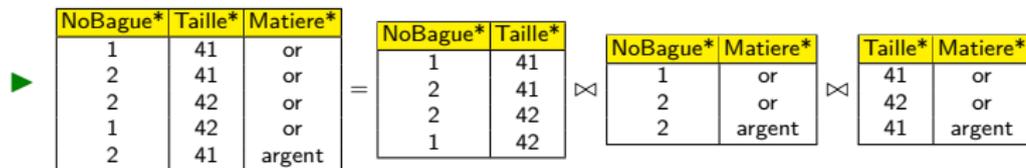
Décomposition pour se conformer à 5NF



4. Fagin, R. (1979, May). Normal forms and relational database operators. In Proceedings of the 1979 ACM SIGMOD international conference on Management of data (pp. 153-160).

Application à l'exemple BAGUE

La relation BAGUE, selon T.63



► Dép. de jointure

► Pour chaque relation projetée : _____

