

Base de données

Séance 3
Normalisation

Normalisation

- Dans la phase de conception sur le **modèle entités-associations** et dans le **modèle relationnel** pour éviter :
 - la redondance de données
 - la perte de données
 - les incohérences
 - l'effondrement de performance des traitements

 - **Dépendance fonctionnelle !**
-

Relation en extension (table)

- Soit R la relation définie sur les ensembles A_1, A_2, \dots, A_n

$$R \subseteq A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$$

- L'extension de R est l'ensemble de tuples de la relation à une instance donnée :

A_1	A_2	...	A_n
a_{11}	a_{21}	...	a_{n2}
a_{11}	a_{21}	...	a_{nk}
...
a_{12}	a_{2j}	...	a_{nk}

$(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{nk})$ est un n -uplet (ou tuple)

Relation en intension (MLD)

□ Schéma relationnel :

$$R(A1:D1, A2:D2, \dots, An:Dn)$$

avec :

- R: nom de la relation
 - A1, A2, ..., An : nom des attributs de la relation
 - D1, D2, ..., Dn : domaine des attributs
 - et des contraintes d'intégrités éventuelles
-

Exemple

□ Soit la relation de schéma

Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur) :

NV	MARQUE	TYPE	PUISSANCE	COULEUR
AF234567	Renault	RME8	5	rouge
XN228756	Citroën	4ZX2	7	grise
DE998031	Peugeot	P307B	7	verte
ANA22201	Opel	OCA6	5	noir
FJ000075	Ford	FFI9	5	jaune
SI141481	Citroën	4ZX2	7	verte
BI151465	Renault	RME9	9	jaune

Définition

□ Dépendance fonctionnelle (DF):

- Soit $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ un schéma de relation, et X et Y des sous-ensembles de A_1, A_2, \dots, A_n
 - On dit que X **détermine** Y ou que Y **dépend fonctionnellement** de X si, et seulement si, des valeurs identiques de X impliquent des valeurs identiques de Y
 - On le note : $X \rightarrow Y$
-

Exemple

□ Ville(numville, nom, code_postal, population)

■ numville → nom

■ numville → code_postal

■ numville → population

■ code_postal ~~→~~ nom

■ nom ~~→~~ code_postal

Propriétés

□ Dépendances triviales (réflexivité)

- $A \rightarrow A$

- $A, B \rightarrow A$

□ Augmentation

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

□ Transitivité

- $A \rightarrow B \text{ et } B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$

Définition

- **Dépendance fonctionnelle élémentaire**
 - Une DF élémentaire est une DF de la forme $X \rightarrow A$
 - où A est un attribut unique n'appartenant pas à X
 - et où il n'existe pas X' inclus au sens strict dans X (i.e. $X' \subset X$) tel que $X' \rightarrow A$
-

Exemple

- Soit la relation de schéma
Reduction(cru, client, type, remise) :

CRU	TYPE	CLIENT	REMISE
CHENAS	A	C1	3%
MEDOC	A	C2	5%
JULIENAS	B	C1	4%
CHENAS	A	C2	4%

- **cru, client** → **remise** est élémentaire :
 - ~~cru~~ → remise : (CHENAS, A, C1, 3%) et (CHENAS, A, C2, 4%)
 - ~~client~~ → remise : (CHENAS, A, C1, 3%) et (JULIENAS, B, C1, 4%)
-

Exemple

- Soit la relation de schéma
Reduction(cru, client, type, remise) :

CRU	TYPE	CLIENT	REMISE
CHENAS	A	C1	3%
MEDOC	A	C2	5%
JULIENAS	B	C1	4%
CHENAS	A	C2	4%

- **cru, client** → **type**
 - est une DF
 - mais n'est pas élémentaire : cru → type
-

Définitions

□ Dépendance fonctionnelle directe

- Une DF $X \rightarrow A$ est une DF directe s'il n'existe aucun attribut B tel que l'on puisse avoir $X \rightarrow B$ et $B \rightarrow A$
-

Exemple

□ On reprend la relation de schéma

Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur) :

NV	MARQUE	TYPE	PUISSANCE	COULEUR
AF234567	Renault	RME8	5	rouge
XN228756	Citroën	4ZX2	7	grise
DE998031	Peugeot	P307B	7	verte
ANA22201	Opel	OCA6	5	noir
FJ000075	Ford	FFI9	5	jaune
SI141481	Citroën	4ZX2	7	verte
BI151465	Renault	RME9	9	jaune

Exemple

- On reprend la relation de schéma

Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur) :

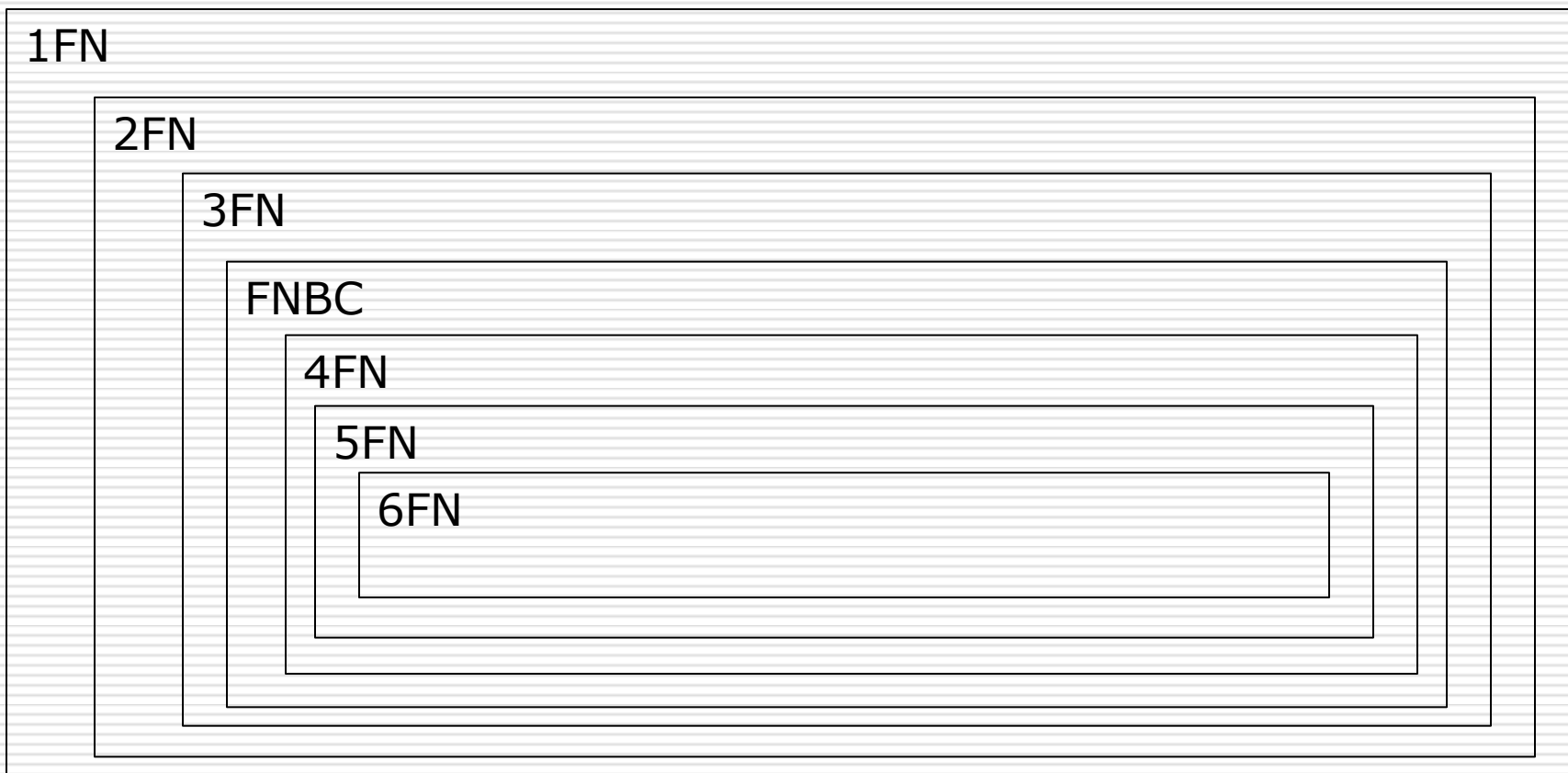
NV	MARQUE	TYPE	PUISSANCE	COULEUR
AF234567	Renault	RME8	5	rouge
XN228756	Citroën	4ZX2	7	grise
DE998031	Peugeot	P307B	7	verte
ANA22201	Opel	OCA6	5	noir
FJ000075	Ford	FFI9	5	jaune
SI141481	Citroën	4ZX2	7	verte
BI151465	Renault	RME9	9	jaune

- On a $NV \rightarrow MARQUE$, $NV \rightarrow TYPE$, $NV \rightarrow PUISSANCE$, $NV \rightarrow COULEUR$
 - mais aussi $TYPE \rightarrow MARQUE$ et $TYPE \rightarrow PUISSANCE$
 - donc $NV \rightarrow MARQUE$, $NV \rightarrow PUISSANCE$ ne sont pas directes
 - et $NV \rightarrow TYPE$, $NV \rightarrow COULEUR$ sont directes
-

Règles de normalisation

- Quatre formes normales essentielles
 - 1FN, 2FN, 3FN et BCNF.
 - Définissent la façon d'utiliser les entités, les attributs ou certaines contraintes sur les dépendances.
 - Pour les modèles complexes : 4FN, 5FN, 6FN, FNDC
-

Formes normales



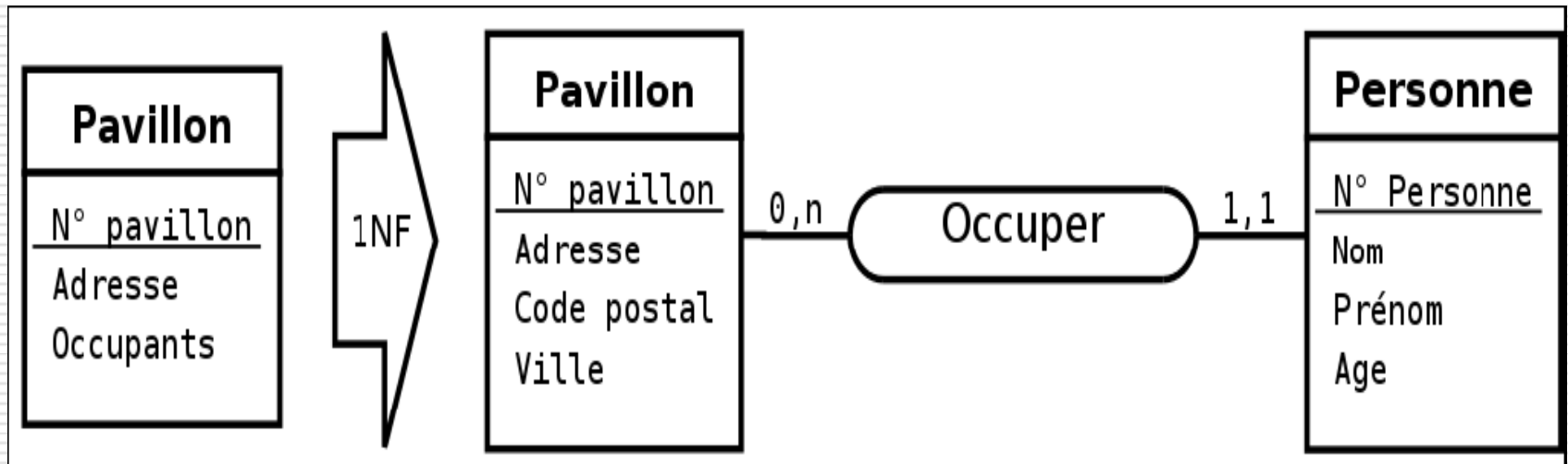
Première forme normale (1FN)

- Une relation est en 1FN si, et seulement si, tout attribut contient une valeur atomique (non multiple, non composée).

 - Exemple non en 1FN :
 - *Personne*(numPersonne, nom, prenom, rueEtVille, prenomsEnfants)

 - *Personne*(numPersonne, nom, prenom, rue, ville)
 - *Prenom*(numPrenom, prenom)
 - *Prenom_enfant*(numPersonne, numPrenom)
-

MCD non en 1FN



Deuxième forme normale (2FN)

- Une relation est en 2FN si, et seulement si
 - elle est en 1FN
 - et si toutes les dépendances fonctionnelles entre la clé et les autres attributs sont élémentaires
- Exemple non en 2FN :
 - **Reduction(cru, client, type, remise)**

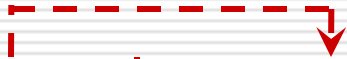
CRU	TYPE	CLIENT	REMISE
CHENAS	A	C1	3%
MEDOC	A	C2	5%
JULIENAS	B	C1	4%
CHENAS	A	C2	4%

- **Remise(cru, client, remise) et Type(cru, type)**
-

Deuxième forme normale (2FN)

- Une relation est en 2FN si, et seulement si
 - elle est en 1FN
 - et si toutes les dépendances fonctionnelles entre la clé et les autres attributs sont élémentaires
- Exemple non en 2FN :

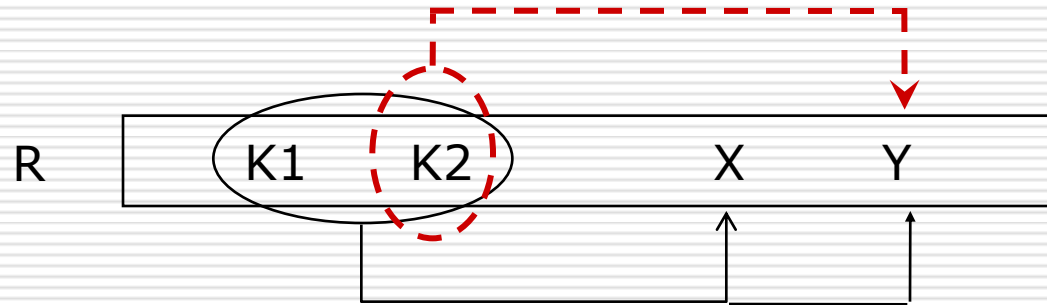
■ Reduction(cru, client, remise)



CRU	TYPE	CLIENT	REMISE
CHENAS	A	C1	3%
MEDOC	A	C2	5%
JULIENAS	B	C1	4%
CHENAS	A	C2	4%

■ Remise(cru, client, remise) et Type(cru, type)

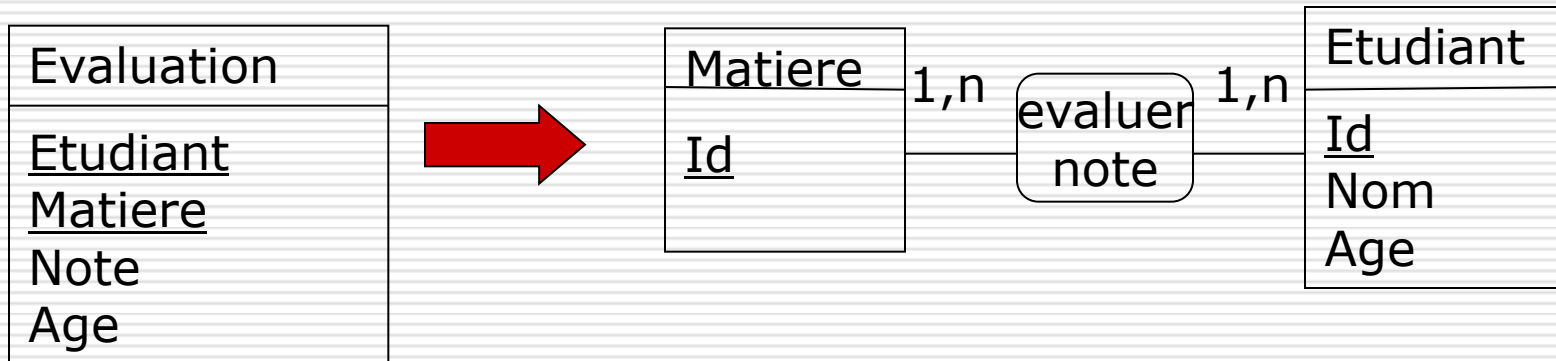
Relation non en 2FN



Une telle relation doit être décomposée en

$R1(\underline{K1}, \underline{K2}, X)$ et $R2(\underline{K2}, Y)$

MCD non en 2FN



Troisième forme normale (3FN)

- Une relation est en 3FN si, et seulement si
 - elle est en 2FN
 - et si toutes les dépendances fonctionnelles entre la clé et les autres attributs sont directes

 - Exemple non en 3FN :
 - Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur)
-

Troisième forme normale (3FN)

- Une relation est en 3FN si, et seulement si
 - elle est en 2FN
 - et si toutes les dépendances fonctionnelles entre la clé et les autres attributs sont directes


- Exemple non en 3FN :

- Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur)

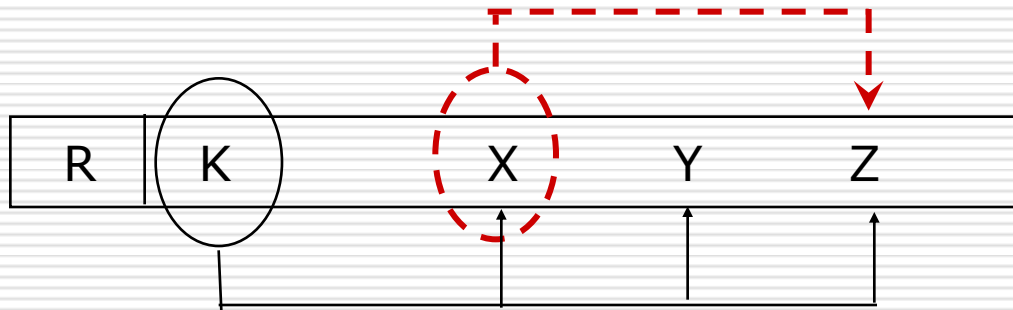
The diagram shows a dashed line with an arrowhead at the end, connecting 'marque' and 'puissance' through 'type'. This represents a transitive functional dependency: $marque \twoheadrightarrow type \twoheadrightarrow puissance$.

Troisième forme normale (3FN)

- Une relation est en 3FN si, et seulement si
 - elle est en 2FN
 - et si toutes les dépendances fonctionnelles entre la clé et les autres attributs sont directes

 - Exemple non en 3FN :
 - Voiture(nv, marque, type, puissance, couleur)

 - Vehicule(nv, type, couleur)
 - Modele(type, marque, puissance)
-

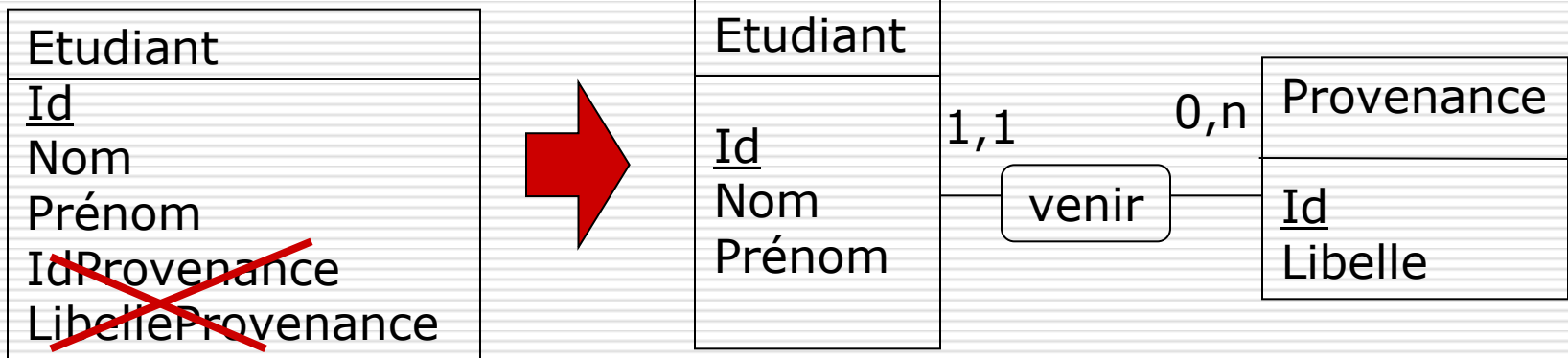
Relation non en 3FN



Une telle relation doit être décomposée en

$R1(\underline{K}, X, Y)$ et $R2(\underline{X}, Z)$

MCD non en 3FN



libelleProvenance ne dépend pas directement de la clé mais d'un autre attribut

Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

- Une relation est en BCNF si, et seulement si
 - elle est en 3FN
 - et si les seules dépendances fonctionnelles élémentaires sont celles dans lesquelles une clé détermine un attribut.

 - Exemple
 - Université(numEtudiant, numMatiere, numEnseignant, note)
 - Si un enseignant n'enseigne qu'une seule matière :
numEnseignant → numMatiere
-

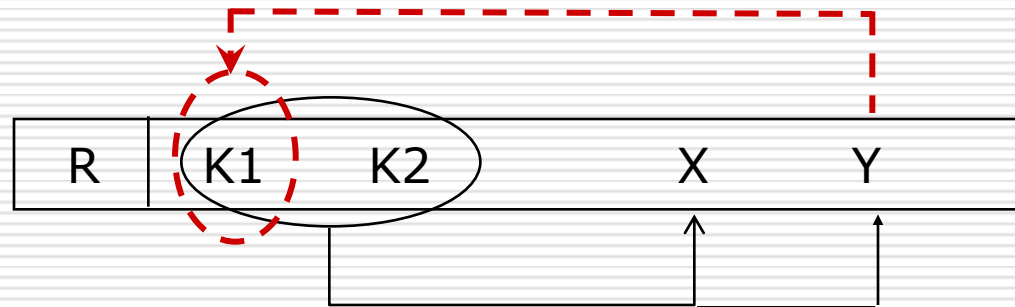
Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

- Université(numEtudiant, numMatiere, numEnseignant, note) n'est pas en BCNF => redondances de données

numEtudiant	numMatiere	numEnseignant	note
1	5	4	8
2	5	4	14
3	5	4	9,5
1	7	10	13

- Evaluation(numEtudiant, numMatiere, note)
 - Enseignement(numEnseignant, numMatiere)
-

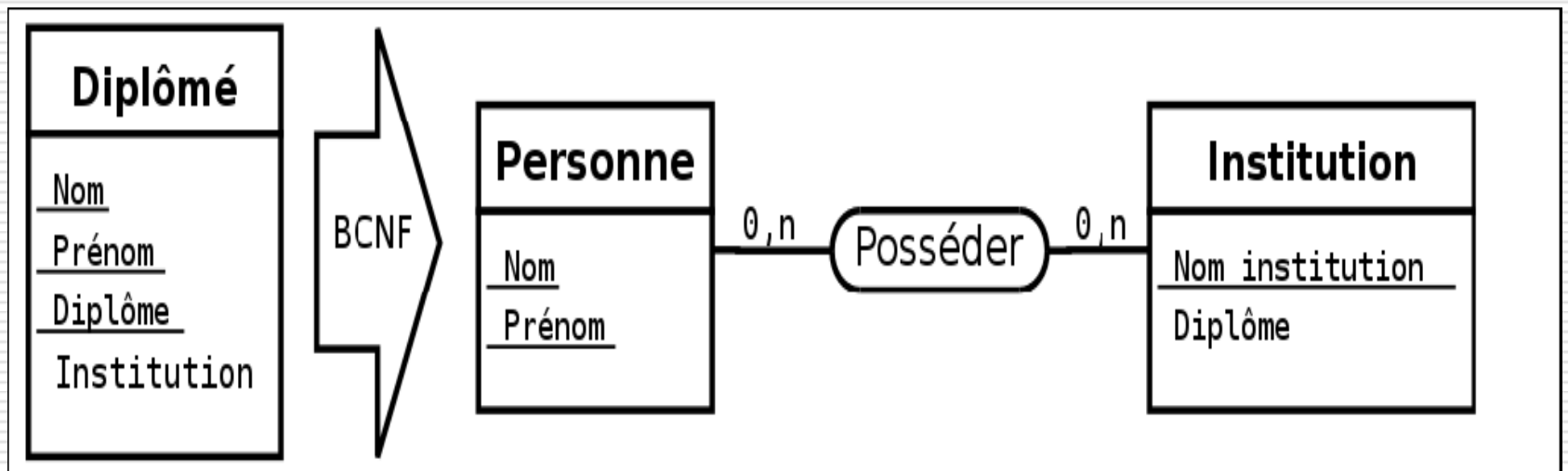
Relation en 3FN mais non en BCNF



Une telle relation peut être décomposée en

$R_1(\underline{K1}, \underline{K2}, \underline{X})$ et $R_2(\underline{Y}, \underline{K1})$

MCD en 3FN mais non en BCNF



Conclusion

□ Mnémonique :

"The key, the whole key, nothing but the key"
Chris Date

□ Historique :

- 1FN, 2FN et 3FN par Ted Codd (1971)
 - BCNF par Chris Date (1974)
-

Exercice : normaliser cette relation !

- Commandes(numCommande, dateCommande, numClient, nomClient, adresseClient, nomVendeur, numProduit, nomProduit, prix, quantite, montant, total)
 - numCommande : identifiant unique
 - numClient : identifiant unique
 - nomClient : doubles possibles
 - adresseClient : doubles possibles
 - nomVendeur : identifiant unique du vendeur qui passe la commande
 - numProduit : identifiant unique
 - nomProduit : doubles possibles
 - prix : prix unitaire d'un produit
 - quantite : quantité commandée d'un produit
 - montant : montant pour la quantité commandée du produit
 - total : montant total de la commande pour tous les produits commandés