

# L1 Sciences, S2 BD-2 : Théorie relationnelle

*Jean-François* COUCHOT

Université de Franche-Comté, UFR-ST



# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Plan

## Formalisation

Une histoire longue/courte  
Définitions sur les relations  
Relations et ensembles

## Intégrité des données

## A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels



# Plan

## Formalisation

Une histoire longue/courte

Définitions sur les relations

Relations et ensembles

Intégrité des données

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Histoire de la théorie relationnelle



## Historique

- ▶ Proposée pour la première fois par \_\_\_\_\_ en 1970 :

*Codd, E. F. (1970). A relational model of data for large shared data banks. Communications of the ACM, 13(6), 377-387 (cité plus de 14000 fois!)*

- ▶ Depuis, aucune modification révolutionnaire

## Fondements mathématiques

- ▶ Approche basée sur la *théorie des ensembles* avec des opérateurs de \_\_\_\_\_, de projections, d'intersection, d'union...



# Plan

## Formalisation

Une histoire longue/courte

Définitions sur les relations

Relations et ensembles

## Intégrité des données

## A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels



# Relation : définition et exemple

## Définition des relations

- ▶ Relation  $R$  constituée de :
  - ▶ L'entête : \_\_\_\_\_
    - ▶ Un attribut  $A_i$  : \_\_\_\_\_
    - ▶ Chaque attribut  $A_i$  : \_\_\_\_\_
  - ▶ Le corps : \_\_\_\_\_
    - ▶ Chaque  $(v_1, \dots, v_n)$  : \_\_\_\_\_
    - ▶ Toutes les valeurs  $v_i$  de l'attribut  $A_i$  : \_\_\_\_\_
- ▶ Une relation peut être assimilée à un tableau

$A_1$ : nom colonne 1	$A_2$ : nom colonne 2	$A_3$ : nom colonne 3	...	$A_n$ : nom colonne $n$
$v_1^1$	$v_2^1$	$v_3^1$		$v_n^1$
$v_1^2$	$v_2^2$	$v_3^2$		$v_n^2$
$v_1^3$	$v_2^3$	$v_3^3$		$v_n^3$
les $v_1^i$ : ttes. dans $D_1$	les $v_2^i$ : ttes. dans $D_2$	les $v_3^i$ : ttes. dans $D_3$		les $v_n^i$ : ttes. dans $D_n$

# Relation : caractéristiques

Domaines  $D$  d'un attribut  $A$  :

\_\_\_\_\_

Degré d'une relation :

▶ \_\_\_\_\_

▶ A l'usage : \_\_\_\_\_

Cardinalité d'une relation :

▶ \_\_\_\_\_

▶ A l'usage : \_\_\_\_\_

Clé primaire d'une relation :

▶ \_\_\_\_\_ dont la valeur permet \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (affiné plus tard).

▶ A l'usage : \_\_\_\_\_



# Exemple avec la relation ETUDIANT : spécification



## Entête

- ▶ Numero : \_\_\_\_\_
- ▶ Nom : \_\_\_\_\_
- ▶ Prenom : \_\_\_\_\_
- ▶ DateNaissance : \_\_\_\_\_
- ▶ Login : \_\_\_\_\_
- ▶ MotDePasse : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Convention d'écriture

ETUDIANT(Numero\*, Nom, Prenom, DateNaissance, Login, MotDePasse)

## Caractéristiques constantes

- ▶ Clé primaire : \_\_\_\_\_
- ▶ Degré : \_



# Exemple avec la relation ETUDIANT : contenu



Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfslp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

## Caractéristique variable

- ▶ Cardinalité : \_\_\_\_\_



# Plan

## Formalisation

Une histoire longue/courte  
Définitions sur les relations  
Relations et ensembles

## Intégrité des données

## A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels



# Relation : définition ensembliste et conséquences

## Définition d'une relation $R$ de degré $n$

Exemple avec  $D_1 = \{a, \dots, z\}$ ,  $D_2 = \{O, N\}$  et  $D_3 = \{00, 01, 02, 03\}$

- ▶  $D_1 \times D_2 \times D_3$  : ensemble de tous les triplets  $(x_1, x_2, x_3)$  avec  $x_1 \in D_1$ ,  $x_2 \in D_2$  et  $x_3 \in D_3 \rightsquigarrow$  ensemble à \_\_\_\_\_ éléments.
- ▶  $\{(c, N, 02), (c, O, 03), (m, N, 00), (z, O, 00)\} \subseteq D_1 \times D_2 \times D_3$  : relation correcte.

## Conséquences d'une telle définition ensembliste

- ▶ Duplication des éléments d'un ensemble interdite  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_
- ▶ Ordonnancement d'un ensemble interdit  $\rightsquigarrow$ 
  - ▶ \_\_\_\_\_
  - ▶ \_\_\_\_\_
- ▶  $D_i$  est l'ensemble domaine de l'attribut  $A_i$ 
  - ▶  $x_i, y_i, \dots$  : \_\_\_\_\_
  - ▶  $x_i$  est une seule de valeur de  $D_i$  : \_\_\_\_\_

# Duplication interdite des $n$ -uplets d'une relation



## Duplication interdite dans un ensemble

- ▶ Une même valeur ne peut pas apparaître deux fois dans un ensemble.
- ▶ \_\_\_\_\_.
- ▶  $\rightsquigarrow$  toute relation possède \_\_\_\_\_.

## Une relation ETUDIANT dupliquant erroneement certains $n$ -uplets

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfslp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45



# Ordonnement interdit des $n$ -uplets d'une relation

## Pas d'ordre dans un ensemble

- ▶  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_
- ▶  $\rightsquigarrow$  il n'existe pas de \_\_\_\_\_, pas plus que de \_\_\_\_\_.

## Deux représentations identiques de la relation ETUDIANT

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfdgflp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfdgflp

# Ordonnement interdit des attributs d'une relation



## Pas d'ordre dans un ensemble

- ▶ Entête d'une relation : \_\_\_\_\_
- ▶ Comme pour les  $n$ -uplets, les attributs ne sont pas ordonnés.
- ▶  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_

## Deux représentations identiques de l'entête de la relation ETUDIANT

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
---------	-----	--------	---------------	-------	------------

Login	Prenom	MotDePasse	Numero*	Nom	DateNaissance
-------	--------	------------	---------	-----	---------------



# Un domaine $D_i$ unique à chaque attribut $A_i$



## Domaines uniques

- ▶ Dans une relation, les valeurs possibles des attributs sont données par son domaine.
- ▶ Il n'est pas possible d'associer plusieurs domaines à un attribut (pas d'union de type).



# Atomicité des valeurs des attributs



## Atomicité des valeurs des attributs

- ▶ Les domaines contiennent des valeurs atomiques :  $D_i = \{v_{i1}, v_{i2} \dots\}$ .
- ▶ A l'intersection d'une ligne et d'une col. d'une relation : \_\_\_\_\_

## Une relation ETUDIANT violant la propriété d'atomicité des valeurs

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998 30-05-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgflsp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	mamolins	45684fq45 48FGTdt



# Plan



## Formalisation

### Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les règles d'intégrité : unicité de la clé

Les règles d'intégrité : contraintes de domaine

Les règles d'intégrité : contraintes de références

## A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels



# Intégrité des données : introduction

## Contraintes d'intégrité

Ensemble de règles permettant au SGBD de \_\_\_\_\_ de la base de données.

## Comment s'assurer de l'intégrité des données ?

- ▶ en vérifiant les données lors de \_\_\_\_\_
- ▶ en vérifiant les données lors de \_\_\_\_\_
- ▶ en \_\_\_\_\_ entre les tables ;
- ▶ en \_\_\_\_\_ entre les tables.

## Les règles d'intégrité que nous allons voir

- ▶ \_\_\_\_\_ de la clé ;
- ▶ les contraintes \_\_\_\_\_
- ▶ les contraintes \_\_\_\_\_
- ▶ la règle d'intégrité \_\_\_\_\_

# Plan



Formalisation

Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les règles d'intégrité : unicité de la clé

Les règles d'intégrité : contraintes de domaine

Les règles d'intégrité : contraintes de références

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Les clés relationnelles



Une \_\_\_ identifie un  $n$ -uplet. Nous allons voir les notions de :

- ▶ Super-clé ;
- ▶ Clé candidate ;
- ▶ Clé primaire ;
- ▶ Clé étrangère.



# Super-clé

## Définition d'une super-clé pour une relation $R$

Un \_\_\_\_\_ de  $R$  qui identifie de manière unique chaque  $n$ -uplet de  $R$ .

## Propriété d'unicité de la super-clé

Il n'existe pas deux  $n$ -uplets distincts de  $R$  ayant la même valeur pour ce sous-ensemble d'attributs.

## Exemple d'application avec la relation ETUDIANT

Numero	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfdgfslp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

- ▶ \_\_\_\_\_ : une super-clé.
- ▶ \_\_\_\_\_ : une autre super-clé.
- ▶ \_\_\_\_\_ : pas une super-clé.

# Clé candidate

## Définition d'une clé candidate pour une relation $R$

Une super-clé qui possède la propriété d'être \_\_\_\_\_.

## Irréductibilité d'une clé candidate composée d'un ensemble d'attributs $K$

Irréductible : \_\_\_\_\_.

## Exemple d'application avec la relation ETUDIANT

Numero	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfgedgflp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

- ▶  $\{\text{Numero}, \text{Nom}\}$  : pas une clé candidate car réductible.
- ▶  $\{\text{Numero}\}$  : clé candidate.
- ▶  $\{\text{Login}\}$  : autre clé candidate.

# Clé primaire



Définition d'une clé primaire d'une relation  $R$

\_\_\_\_\_ parmi les clés candidates.

Pour ETUDIANT (Numero, Nom, Prenom, DateNaissance, Login, MotDePasse)

- ▶ Clés candidates : {Numero} et {Login}
- ▶ Clé primaire au choix : \_\_\_\_\_



# Clés étrangères



## Définition d'une clé étrangère d'une relation $R'$

- ▶ Sous ensemble  $C$  d'attributs de  $R'$  \_\_\_\_\_, éventuellement avec un autre nom.
- ▶ Les valeurs de  $C$  dans  $R'$  : \_\_\_\_\_

## Clé étrangère représentée par un lien



# Les liens

## Types de lien

Différents types de lien existent selon \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ dans la relation  $R'$ .

**1..N** : une valeur de la clé primaire peut apparaître \_\_\_\_\_ (potentiellement nul) en tant que clé étrangère.

**1..1** : une valeur de la clé primaire apparaît \_\_\_\_\_ en tant que clé étrangère.

**N..N** : \_\_\_\_\_

## Explication d'un lien

- ▶ Un lien : toujours défini d'une \_\_\_\_\_ vers une \_\_\_\_\_.
- ▶ Interprétation : *“Dans une relation, j'ai une valeur (clé primaire). Elle peut être référencée dans une autre relation (clé étrangère).”*

# Comment définir un lien ?

## Démarche

1. \_\_\_\_\_ : une clé primaire pourrait-elle apparaître comme une clé étrangère dans une autre relation ?
2. \_\_\_\_\_ : Le type de la relation dépend du nombre d'apparitions d'une même valeur des attributs représentant la clé étrangère :
  - ▶ Plusieurs occurrences possibles : lien de type \_\_\_\_
  - ▶ Une seule occurrence possible : lien de type \_\_\_\_

## Lien entre ETUDIANT et INSCRIPTION

ETUDIANT
<b>NumeroEtudiant</b>
NomEtudiant
PrenomEtudiant
DateNaissanceEtudiant
LoginEtudiant
MotDePasseEtudiant

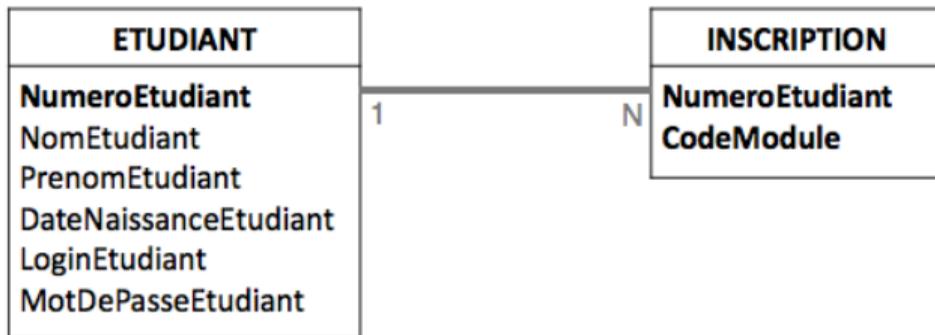
INSCRIPTION
<b>NumeroEtudiant</b>
CodeModule

# Comment définir un lien ?

## Démarche

1. \_\_\_\_\_ : une clé primaire pourrait-elle apparaître comme une clé étrangère dans une autre relation ?
2. \_\_\_\_\_ : Le type de la relation dépend du nombre d'apparitions d'une même valeur des attributs représentant la clé étrangère :
  - ▶ Plusieurs occurrences possibles : lien de type \_\_\_\_
  - ▶ Une seule occurrence possible : lien de type \_\_\_\_

## Lien entre ETUDIANT et INSCRIPTION





## Définition

- ▶ Valeur conventionnelle lorsque la valeur d'un attribut est \_\_\_\_\_
- ▶ `NULL` est \_\_\_\_\_ lorsqu'il \_\_\_\_\_

## Autoriser la valeur `NULL` pour l'attribut *A* d'une relation *R* ?

- ▶ Valeur `NULL` : \_\_\_\_\_ pour l'attribut *A* à la conception de *R*.
- ▶  $\rightsquigarrow$  Lors d'un ajout ou d'une mise à jour d'un *n*-uplet, si l'utilisateur ne précise pas une valeur pour l'attribut *A* :
  - ▶ attribut *A* avec `NULL` autorisé : le SGBD \_\_\_\_\_.
  - ▶ attribut *A* avec `NULL` interdit : le SGBD \_\_\_\_\_.



# La valeur `NULL` : exemple



## Création de la table ETUDIANT (anticipons un peu)

```
CREATE TABLE ETUDIANT
(Numero INTEGER PRIMARY KEY,
 Nom VARCHAR(50) NOT NULL,
 Prenom VARCHAR(50) NOT NULL,
 DateNaissance DATE, --NULL autorise
 Login CHAR(8) NOT NULL UNIQUE,
 MotDePasse BINARY(64) NOT NULL) --NULL interdit
```

## Tentatives d'ajout dans la relation ETUDIANT

- ▶ `NULL` interdit pour l'attribut `MotDePasse` : insertion suivante \_\_\_\_\_  

```
INSERT INTO ETUDIANT (Numero,Nom,Prenom,DateNaissance,Login)
VALUES (32823,'Marche','Claire','30-07-1999','cmarche')
```
- ▶ `NULL` autorisé pour l'attribut `DateNaissance` : insertion suivante \_\_\_\_\_  

```
INSERT INTO ETUDIANT (Numero,Nom,Prenom,Login,MotDePasse)
VALUES (32823,'Marche','Claire','cmarche',SHA2('@L1Scienc3!',512))
```



# Plan



Formalisation

Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les règles d'intégrité : unicité de la clé

Les règles d'intégrité : contraintes de domaine

Les règles d'intégrité : contraintes de références

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Unicité de la clé

## Règle de l'unicité de la clé dans un base de données

Chaque relation doit posséder une clé unique, appelée \_\_\_\_\_.

### Exemple : Unicité des valeurs clés

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgflsp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

Tentative de requête :

```
INSERT INTO
```

```
ETUDIANT (Numero,Nom,Prenom,DateNaissance,Login,MotDePasse)
```

```
VALUES
```

```
(23794, 'Marche', 'Claire', '30-07-199', 'cmarche', SHA2('@L1Sc13nD4!',512))
```

- ▶ Duplication de la valeur 23794 dans la clé primaire Numero.
- ▶ Insertion rejetée.

# Plan



Formalisation

## Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les règles d'intégrité : unicité de la clé

Les règles d'intégrité : contraintes de domaine

Les règles d'intégrité : contraintes de références

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Contrainte de domaine



## Règle de contrainte de domaine

- ▶ Chaque attribut d'une relation : \_\_\_\_\_
- ▶ Domaines : \_\_\_\_\_ (entiers, réels, chaînes de caractères, dates. . .) ou d'autres.
- ▶  $\rightsquigarrow$  SGBD vérifie que la valeur est correctement \_\_\_\_\_ lors d'un ajout ou d'une mise à jour de cet attribut.

## Illustration des contraintes de domaines

Domaine de l'attribut `DateNaissance` : donné par le type `DATE`.



# Plan



Formalisation

## Intégrité des données

Notions préliminaires : clé, lien, NULL

Les règles d'intégrité : unicité de la clé

Les règles d'intégrité : contraintes de domaine

Les règles d'intégrité : contraintes de références

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels

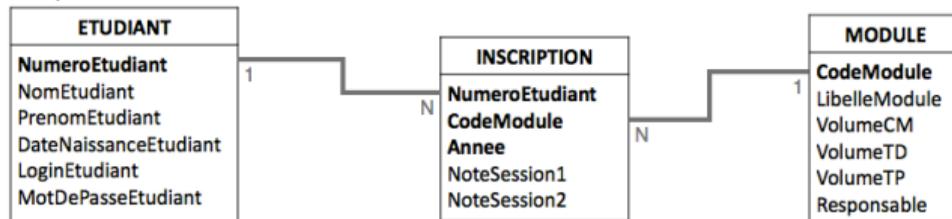


# Intégrité référentielle : propriété

## Propriété d'intégrité référentielle

- ▶ Pour chaque clé étrangère : chaque valeur \_\_\_\_\_
- ▶ ⇔ si une clé étrangère prend une valeur, ce doit être \_\_\_\_\_

## Exemple avec ETUDIANT, INSCRIPTION et MODULE



- ▶ INSCRIPTION.NumeroEtudiant se réfère à \_\_\_\_\_
- ▶ INSCRIPTION.CodeModule se réfère à \_\_\_\_\_
- ▶ (23794, 'BD\_L1', 2022, ...) : en 2022, inscription de 23794 en BD\_L1
- ▶ Valeur de INSCRIPTION.NumeroEtudiant : doit exister dans ETUDIANT.NumeroEtudiant. Sens de cette inscription sinon ?

# Intégrité référentielle : conséquences lors d'une MAJ



## A chaque Mise à Jour (ajout, suppr., modification)

- ▶ Le SGBD contrôle si cela engendre une valeur \_\_\_\_\_ dans la relation référencée.
- ▶ Contrôle immédiat qui \_\_\_\_\_ en cas d'absence de valeur unifiable.
- ▶ Différentes politique de MAJ. . .



# Intégrité référentielle : politique **RESTRICT**

## Définition

Si, suite à la MAJ, il n'existe plus de \_\_\_\_\_ qui fait référence à la \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (orpheline) alors la MAJ est \_\_\_\_\_

MAJ avec une politique **RESTRICT** entre `INSCRIPTION.Numero` et `ETUDIANT.Numero`

Numero*	Nom	Prenom	...
23794	Avenia	Adrien	...
32911	Gigant	Simon	...
33818	Maillard	Cynthia	...
34812	Smolinski	Marie	...

Numero*	CodeModule*	...
23794	BD_L1	...
23794	PROG_L1	...
32911	BD_L1	...

- ▶ Dans `ETUDIANT`, suppression souhaitée du  $n$ -uplet de numéro 23794.
- ▶ Dans `INSCRIPTION.Numero`, \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_
- ▶ Dans `ETUDIANT`, suppression souhaitée du  $n$ -uplet de numéro 33818
- ▶ Dans `INSCRIPTION.Numero`, \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_

# Intégrité référentielle : politique CASCADE

## Definition

L'opération de MAJ est réalisée \_\_\_\_\_ dans les autres relations, c'est-à-dire qu'elle est \_\_\_\_\_

MAJ, politique CASCADE entre INSCRIPTION.Numero et ETUDIANT.Numero

Numero*	Nom	Prenom	...	Numero*	CodeModule*	...
23794	Avenia	Adrien	...	23794	BD_L1	...
32911	Gigant	Simon	...	23794	PROG_L1	...
33818	Maillard	Cynthia	...	32911	BD_L1	...

- ▶ Dans ETUDIANT, suppression souhaitée du  $n$ -uplet de numéro 23794.

▶ \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- ▶ Suppression souhaitée de l'inscription de l'étudiant.e numéro 32911.

▶ INSCRIPTION.Numero n' \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- ▶ Modification souhaitée de 32911 en 32913 dans INSCRIPTION.Numero

▶  $\rightsquigarrow$  32913 serait \_\_\_\_\_  $\rightsquigarrow$  \_\_\_\_\_

# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

Les opérateurs relationnels



# Inscription des étudiant.e.s à des modules



Considérons l'ensemble de relations suivant :

- ▶ ETUDIANT(Numero\*,Nom,Prenom,DateNaissance,Login,MotDePasse)
- ▶ INSCRIPTION(Numero\*,Code\*,Annee\*,NoteSession1,NoteSession2)
- ▶ MODULE(Code\*,Libelle,VolumeCM,VolumeTD,VolumeTP,Responsable)
- ▶ ENSEIGNANT(NumeroHarpege\*,Nom,Prenom,Grade)

qui représente une version simplifiée des inscriptions des étudiant.e.s à des modules de l'université.





ETUDIANT(Numero\*,Nom,Prenom,DateNaissance,Login,MotDePasse)

- ▶ Numero\* : entier positif.
- ▶ Nom : chaîne de caractères.
- ▶ Prenom : chaîne de caractères.
- ▶ DateNaissance : date.
- ▶ Login : chaîne de 8 caractères maxi (autre clé candidate).
- ▶ MotDePasse : chaînes de 64 caractères exactement.

ENSEIGNANT(NumeroHarpege\*,Nom,Prenom,Grade)

- ▶ NumeroHarpege\* : entier positif à 5 chiffres.
- ▶ Nom : \_\_\_\_\_
- ▶ Prenom : \_\_\_\_\_
- ▶ Grade : \_\_\_\_\_ "MCF", "PR", "PRAG", "Vacataire", "Doctorant".





MODULE(Code\*,Libelle,VolumeCM,VolumeTD,VolumeTP,Responsable)

- ▶ Code\* : chaîne de 8 caractères maxi.
- ▶ Libelle : \_\_\_\_\_
- ▶ VolumeCM : \_\_\_\_\_
- ▶ VolumeTD : \_\_\_\_\_
- ▶ VolumeTP : \_\_\_\_\_
- ▶ Responsable : \_\_\_\_\_

INSCRIPTION(Numero\*,Code\*,Annee\*,NoteSession1,NoteSession2)

- ▶ Numero\* : \_\_\_\_\_
- ▶ Code\* : \_\_\_\_\_
- ▶ Annee\* : \_\_\_\_\_
- ▶ NoteSession1 : \_\_\_\_\_
- ▶ NoteSession2 : \_\_\_\_\_



# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT

ETUDIANT
<b>NumeroEtudiant</b>
NomEtudiant
PrenomEtudiant
DateNaissanceEtudiant
LoginEtudiant
MotDePasseEtudiant

INSCRIPTION
<b>NumeroEtudiant</b>
<b>CodeModule</b>
<b>Annee</b>
NoteSession1
NoteSession2

MODULE
<b>CodeModule</b>
LibelleModule
VolumeCM
VolumeTD
VolumeTP
Responsable

ENSEIGNANT
<b>NumeroHarpege</b>
NomEnseignant
PrenomEnseignant
Grade

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT

ETUDIANT
<b>NumeroEtudiant</b>
NomEtudiant
PrenomEtudiant
DateNaissanceEtudiant
LoginEtudiant
MotDePasseEtudiant

INSCRIPTION
<b>NumeroEtudiant</b>
<b>CodeModule</b>
<b>Annee</b>
NoteSession1
NoteSession2

MODULE
<b>CodeModule</b>
LibelleModule
VolumeCM
VolumeTD
VolumeTP
Responsable

ENSEIGNANT
<b>NumeroHarpege</b>
NomEnseignant
PrenomEnseignant
Grade



# Liens entre les attributs



## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT

ETUDIANT
<b>NumeroEtudiant</b>
NomEtudiant
PrenomEtudiant
DateNaissanceEtudiant
LoginEtudiant
MotDePasseEtudiant

INSCRIPTION
<b>NumeroEtudiant</b>
<b>CodeModule</b>
<b>Annee</b>
NoteSession1
NoteSession2

MODULE
<b>CodeModule</b>
LibelleModule
VolumeCM
VolumeTD
VolumeTP
Responsable

ENSEIGNANT
<b>NumeroHarpege</b>
NomEnseignant
PrenomEnseignant
Grade

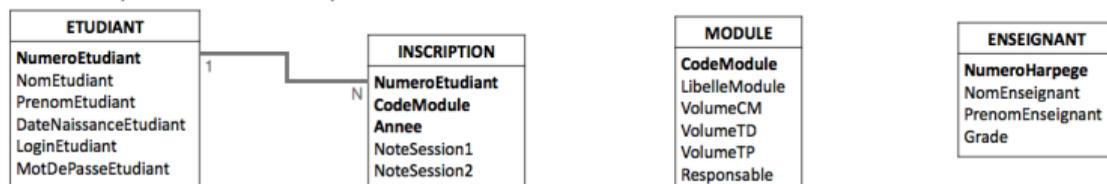
- ▶ Sens : \_\_\_\_\_
- ▶ Type 1..N : Inscription.NumeroEtudiant \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT



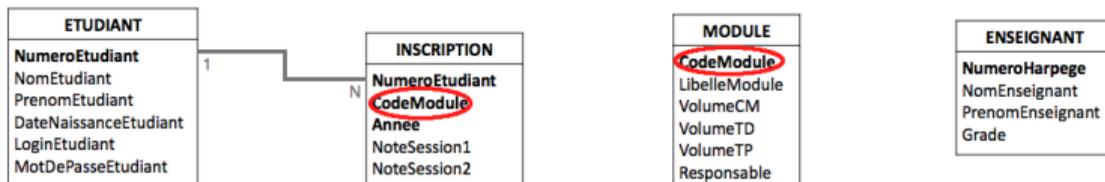
- ▶ Sens : \_\_\_\_\_
- ▶ Type 1..N : Inscription.NumeroEtudiant \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT

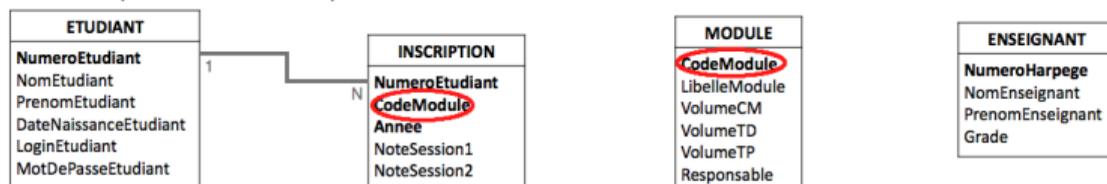


# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT



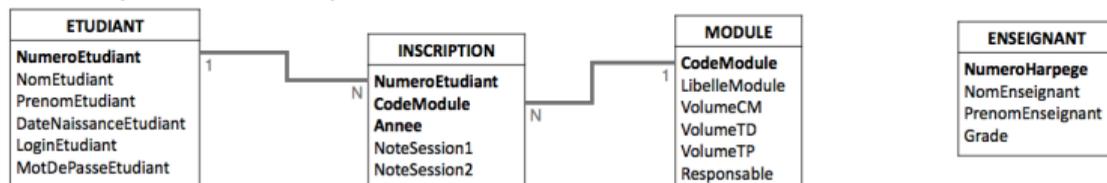
- ▶ Sens : \_\_\_\_\_
- ▶ Type 1..N : INSCRIPTION.CodeModule \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT



► Sens : \_\_\_\_\_

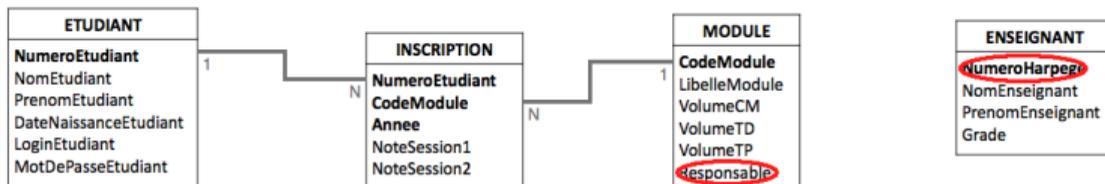
► Type 1..N : INSCRIPTION.CodeModule \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT

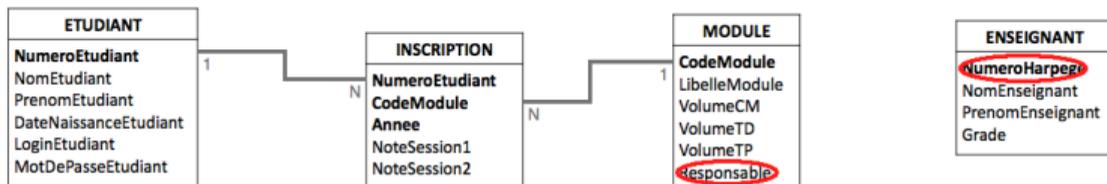


# Liens entre les attributs

## Méthodologie

1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT



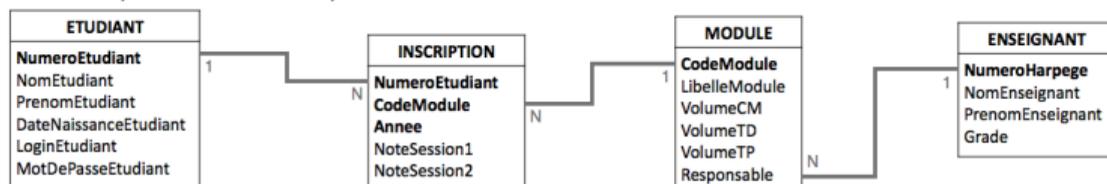
- ▶ Sens : \_\_\_\_\_
- ▶ Type 1..N : MODULE.Responsable \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Liens entre les attributs

## Méthodologie

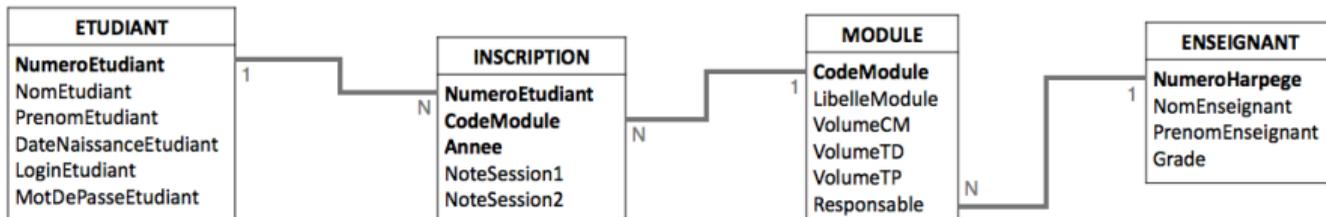
1. Repérer les attributs compatibles (domaine + sémantique)
2. Définir le sens de la clé primaire vers la clé étrangère
3. Définir le type du lien (1..N ou 1..1) en répondant à la question : la clé étrangère est-elle aussi une clé candidate.

## Application à ETUDIANT, INSCRIPTION, MODULE et ENSEIGNANT



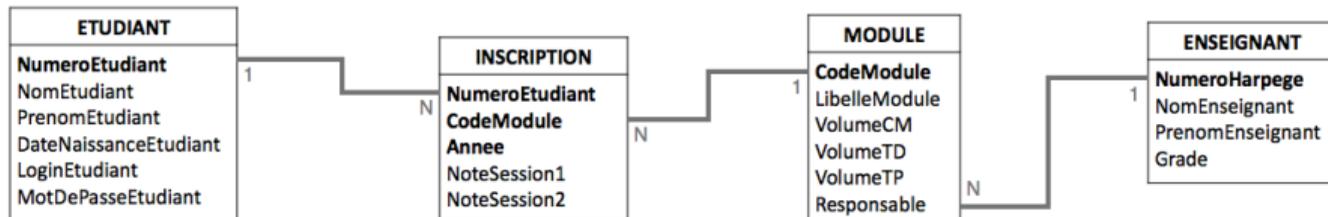
- ▶ Sens : \_\_\_\_\_
- ▶ Type 1..N : MODULE.Responsable \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Il n'y a donc \_\_\_\_\_ de cet attribut.

# Conséquences des liens modélisés



- ▶ Un.e étudiant.e peut-il.elle être inscrit.e plusieurs fois à un même module ?
- ▶ Un enseignant peut-il être responsable de plusieurs modules ?
- ▶ Plusieurs enseignants peuvent-ils être responsable d'un même module ?

# Conséquences des liens modélisés



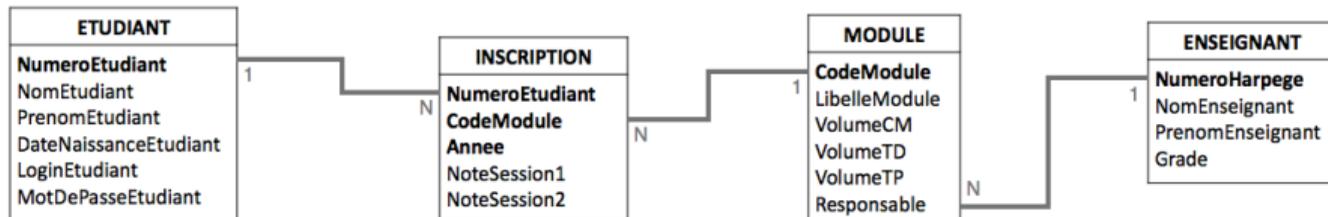
► Un.e étudiant.e peut-il.elle être inscrit.e plusieurs fois à un même module ?

► \_\_\_\_\_ : la clé primaire d'INSCRIPTION. est \_\_\_\_\_ On peut donc avoir \_\_\_\_\_ pour (NumeroEtudiant, CodeModule), mais pour des valeurs \_\_\_\_\_.

► Un enseignant peut-il être responsable de plusieurs modules ?

► Plusieurs enseignants peuvent-ils être responsable d'un même module ?

# Conséquences des liens modélisés



► Un.e étudiant.e peut-il.elle être inscrit.e plusieurs fois à un même module ?

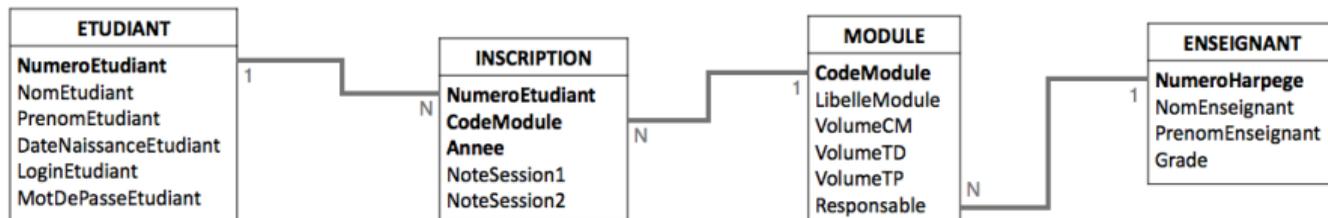
► \_\_\_\_\_ : la clé primaire d'INSCRIPTION. est \_\_\_\_\_ On peut donc avoir \_\_\_\_\_ pour (NumeroEtudiant, CodeModule), mais pour des valeurs \_\_\_\_\_.

► Un enseignant peut-il être responsable de plusieurs modules ?

► \_\_\_\_\_

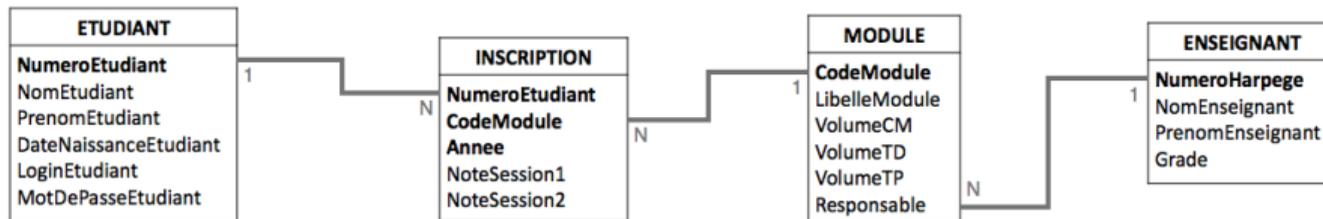
► Plusieurs enseignants peuvent-ils être responsable d'un même module ?

# Conséquences des liens modélisés



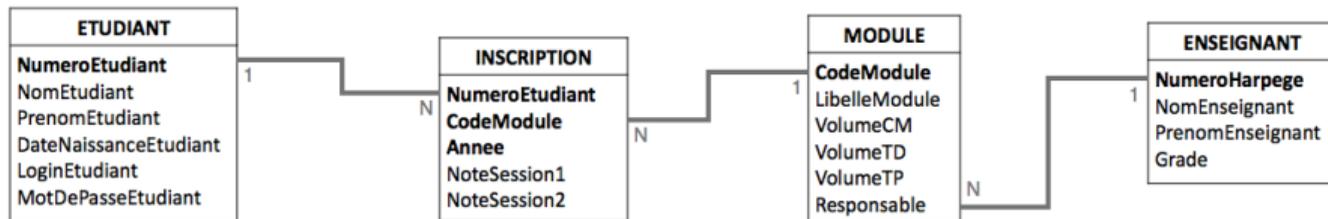
- ▶ Un.e étudiant.e peut-il.elle être inscrit.e plusieurs fois à un même module ?
  - ▶ \_\_\_\_\_ : la clé primaire d'INSCRIPTION. est \_\_\_\_\_ On peut donc avoir \_\_\_\_\_ pour (NumeroEtudiant, CodeModule), mais pour des valeurs \_\_\_\_\_.
- ▶ Un enseignant peut-il être responsable de plusieurs modules ?
  - ▶ \_\_\_\_\_
- ▶ Plusieurs enseignants peuvent-ils être responsable d'un même module ?
  - ▶ \_\_\_\_\_ de MODULE.CodeModule identifiant un module, la valeur de MODULE.Responsable \_\_\_\_\_

# Conséquences des politiques modélisées



- Supposons une politique de suppression **RESTRICT** de **MODULE.Responsable** vers **ENSEIGNANT.NumeroHarpege**.  
Que se passe-t-il si on supprime un enseignant ?

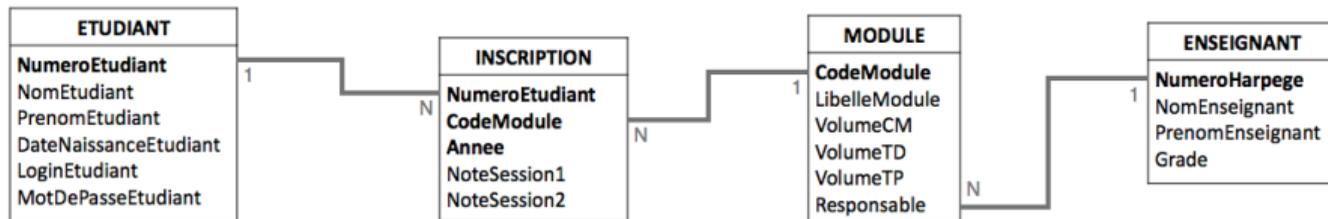
# Conséquences des politiques modélisées



- ▶ Supposons une politique de suppression **RESTRICT** de MODULE.Responsable vers ENSEIGNANT.NumeroHarpege.  
Que se passe-t-il si on supprime un enseignant ?



# Conséquences des politiques modélisées



- ▶ Supposons une politique de suppression **RESTRICT** de MODULE.Responsable vers ENSEIGNANT.NumeroHarpege.

Que se passe-t-il si on supprime un enseignant ?



# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels

Opérateurs ensemblistes classiques :  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$  et  $\times$

Opérateurs relationnels spécifiques : sélection, projection, jointure

Opérateurs relationnels dérivés



# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels

Opérateurs ensemblistes classiques :  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$  et  $\times$

Opérateurs relationnels spécifiques : sélection, projection, jointure

Opérateurs relationnels dérivés



# Union, union, $\cup$

Union ensembliste : définition pour deux ensembles  $S$  et  $T$

$$S \cup T = \{x \mid x \in S \text{ ou (non exclusif) } x \in T\}$$

Exemple avec  $S = \{15, 16, 4, 8, 23\}$  et  $T = \{4, 42, 15, 23\}$

Union de deux relations  $R_1$  et  $R_2$

$R_1$  union  $R_2$  : nouvelle relation dans laquelle apparaissent les  $n$ -uplets appartenant \_\_\_\_\_

Exemple d'union de relations de membres d'associations

ASSOC\_INFO

Numero*	Nom
23794	Avenia
32911	Gigant
33818	Maillard

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
32911	Gigant
33061	Chatelier

ASSOC\_INFO union

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
23794	Avenia
32911	Gigant
33061	Chatelier
33818	Maillard

# Intersection, `intersect`, $\cap$

Intersection ensembliste : définition pour deux ensembles  $S$  et  $T$

$$S \cap T = \{x \mid x \in S \text{ et } x \in T\}$$

Exemple avec  $S = \{15, 16, 4, 8, 23\}$  et  $T = \{4, 42, 15, 23\}$

Intersection entre deux relations  $R_1$  et  $R_2$

$R_1$  `intersect`  $R_2$  : nouvelle relation dans laquelle apparaissent les  $n$ -uplets appartenant \_\_\_\_\_

Exemple d'intersection de relations de membres d'associations

ASSOC\_INFO

Numero*	Nom
23794	Avenia
32911	Gigant
33818	Maillard

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
32911	Gigant
33061	Chatelier

ASSOC\_INFO `intersect`

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
32911	Gigant

# Différence, `except`, $\setminus$



Différence ensembliste : définition pour deux ensembles  $S$  et  $T$

$$S \setminus T = \{x \mid x \in S \text{ mais } x \notin T\}$$

Exemple avec  $S = \{15, 16, 4, 8, 23\}$  et  $T = \{4, 42, 15, 23\}$

Différence entre  $R_1$  et  $R_2$

$R_1$  `except`  $R_2$  : nouvelle relation dans laquelle apparaissent les  $n$ -uplets \_\_\_\_\_

Exemple de différence entre 2 relations de membres d'associations

ASSOC\_INFO

Numero*	Nom
23794	Avenia
32911	Gigant
33818	Maillard

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
32911	Gigant
33061	Chatelier

ASSOC\_INFO `except`

ASSOC\_ST

Numero*	Nom
23794	Avenia
33818	Maillard

# Remarque sur `union`, `intersect` et `except`



## Attention !

- ▶ Ces trois opérateurs ne s'appliquent qu'entre des relations qui possèdent les mêmes entêtes.
- ▶ Autrement, elles n'ont pas de sens.





# Produit cartésien relationnel, $\text{pcart}$

Produit cartésien de la relation  $R_1$  par  $R_2$  de degrés  $n_1$  et  $n_2$  resp.

- ▶  $R_1 \text{ pcart } R_2$  : nouvelle relation dans laquelle apparaissent tous les  $(n_1 + n_2)$ -uplets possibles dont
- 
- ▶ Degré de  $R_1 \text{ pcart } R_2$  :  $n_1 + n_2$ .

Exemple de produit cartésien

ETUDIANT

Numero*	Nom
23794	Avenia
32911	Gigant
34812	Smolinski

MODULE

CodeModule*
BD_L1
PROG_L1

ETUDIANT  $\text{pcart}$  MODULE

Numero*	Nom	CodeModule*
23794	Avenia	BD_L1
23794	Avenia	PROG_L1
32911	Gigant	BD_L1
32911	Gigant	PROG_L1
34812	Smolinski	BD_L1
34812	Smolinski	PROG_L1

# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels

Opérateurs ensemblistes classiques :  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$  et  $\times$

Opérateurs relationnels spécifiques : sélection, projection, jointure

Opérateurs relationnels dérivés



# Sélection

Sélection : définition pour une relation  $R$  et une condition  $C$

$S(C)R$  : nouvelle relation dans laquelle apparaissent tous les  $n$ -uplets de  $R$  \_\_\_\_\_

Propriétés de la sélection  $S(C)R$  :

- ▶ \_\_\_\_\_ que ceux de la relation  $R$ .
- ▶ \_\_\_\_\_ : seuls les  $n$ -uplets satisfaisant le critère de sélection  $C$  appartiennent à  $S(C)R$ .

Syntaxe du critère de sélection  $C$

- ▶ Condition atomique :  $\langle \text{Attribut} \rangle \langle \text{Opérateur de comparaison} \rangle \langle \text{Valeur} \rangle$
- ▶ Attribut : un parmi ceux de la relation  $R$ .
- ▶ Opérateur de comparaison :  $=, <>, <, <=, >, >=$ .
- ▶ Valeur : parmi le domaine de l'attribut considéré.
- ▶ Conditions atomiques : peuvent se connecter à l'aide des opérateurs logiques classiques  $\&\&$ ,  $||$  et  $\sim$ .

# Sélection : exemple



Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfspl
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

Etudiant.e.s né.e.s avant le 30-06-1998

Etudiant.e.s né.e.s pendant le printemps en 1998



# Sélection : exemple



Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfspl
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

Etudiant.e.s né.e.s avant le 30-06-1998



Etudiant.e.s né.e.s pendant le printemps en 1998



# Sélection : exemple



Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfslp
34812	Smolinski	Marie	21-11-1998	msmolins	45684fq45

Etudiant.e.s né.e.s avant le 30-06-1998

▶ \_\_\_\_\_

Etudiant.e.s né.e.s pendant le printemps en 1998

▶ \_\_\_\_\_



# Projection

Projection : définition pour  $\{A_1, \dots, A_k\}$  inclus dans l'entête d'une rel<sup>o</sup>.  $R$

$[A_1, \dots, A_k]R$  : relation nouvelle dans laquelle apparaissent les éléments de  $R$  \_\_\_\_\_

Noms et prénoms des étudiant.e.s

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfedgfspl

Propriétés de la projection  $[A_1, \dots, A_k]R$

- ▶ Degré de  $[A_1, \dots, A_k]R$  :  $k$ , \_\_\_\_\_
- ▶ Cardinalité de  $[A_1, \dots, A_k]R$  : inférieure ou égale à  $|R|$ . Les enregistrements restreints à  $\{A_1, \dots, A_k\}$  \_\_\_\_\_

# Projection

Projection : définition pour  $\{A_1, \dots, A_k\}$  inclus dans l'entête d'une rel<sup>o</sup>.  $R$

$[A_1, \dots, A_k]R$  : relation nouvelle dans laquelle apparaissent les éléments de  $R$

Noms et prénoms des étudiant.e.s

Numero*	Nom	Prenom	DateNaissance	Login	MotDePasse
23794	Avenia	Adrien	18-08-1998	aavenia	zgfjktj45
32911	Gigant	Simon	26-02-1998	sgigant	fgeg1556rg
33818	Maillard	Cynthia	06-05-1998	cmaillar	gfdgfspl

►  $ETUDIANT2 = [Nom, Prenom] ETUDIANT$

Propriétés de la projection  $[A_1, \dots, A_k]R$

- Degré de  $[A_1, \dots, A_k]R$  :  $k$ ,
- Cardinalité de  $[A_1, \dots, A_k]R$  : inférieure ou égale à  $|R|$ . Les enregistrements restreints à  $\{A_1, \dots, A_k\}$

# Projection

Projection : définition pour  $\{A_1, \dots, A_k\}$  inclus dans l'entête d'une rel<sup>o</sup>.  $R$

$[A_1, \dots, A_k]R$  : relation nouvelle dans laquelle apparaissent les éléments de  $R$  \_\_\_\_\_

Noms et prénoms des étudiant.e.s

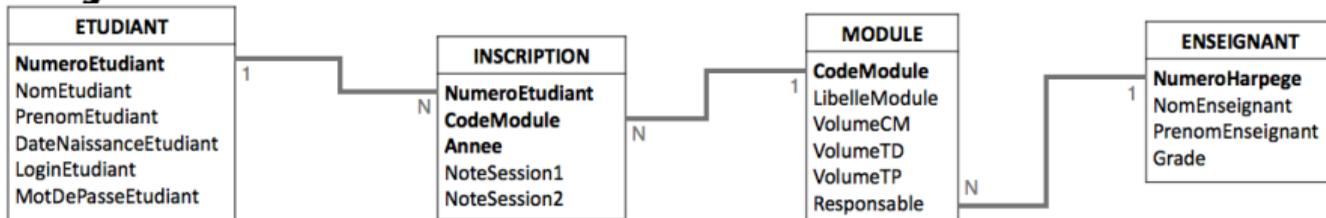
Nom	Prenom
Avenia	Adrien
Gigant	Simon
Maillard	Cynthia

► ETUDIANT2 = [Nom, Prenom] ETUDIANT

Propriétés de la projection  $[A_1, \dots, A_k]R$

- Degré de  $[A_1, \dots, A_k]R$  :  $k$ , \_\_\_\_\_
- Cardinalité de  $[A_1, \dots, A_k]R$  : inférieure ou égale à  $|R|$ . Les enregistrements restreints à  $\{A_1, \dots, A_k\}$  \_\_\_\_\_

# A vous de jouer

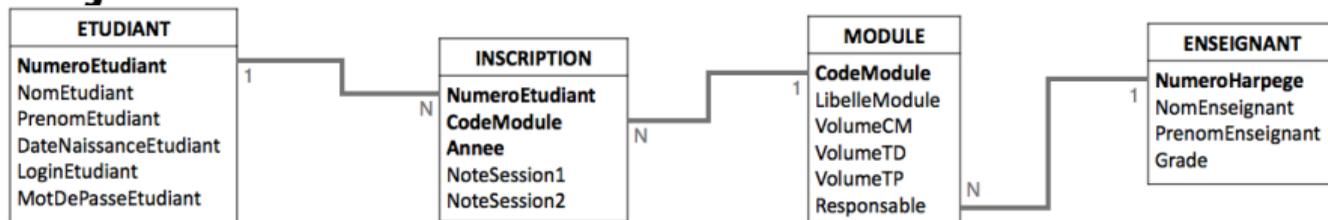


Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Le libellé des modules qui ont plus de 18h de CM.
- ▶ Le numéro des étudiant.e.s ayant validé un module en session 1 en 2022.
- ▶ Numéro des étudiant.e.s inscrit.e.s en BD\_L1, mais qui ne l'ont jamais validé.



# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Le libellé des modules qui ont plus de 18h de CM.

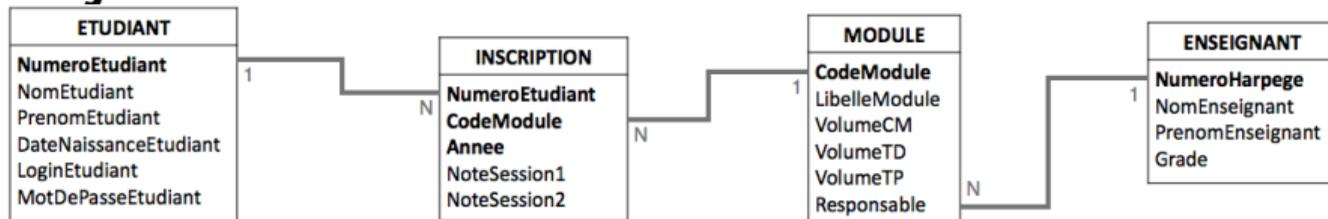
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ▶ Le numéro des étudiant.e.s ayant validé un module en session 1 en 2022.
- ▶ Numéro des étudiant.e.s inscrit.e.s en BD\_L1, mais qui ne l'ont jamais validé.



# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Le libellé des modules qui ont plus de 18h de CM.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

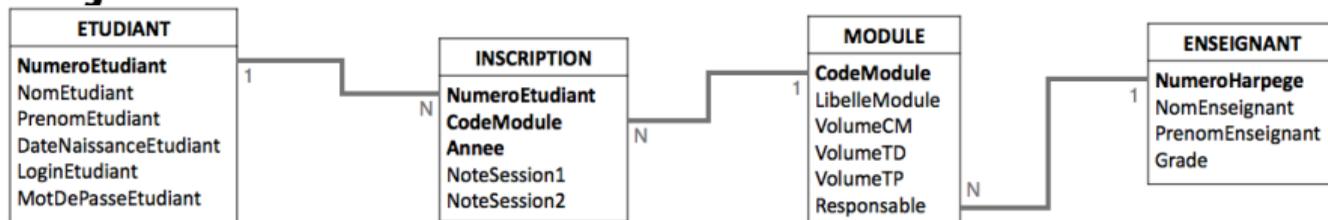
- ▶ Le numéro des étudiant.e.s ayant validé un module en session 1 en 2022.

▶ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ▶ Numéro des étudiant.e.s inscrit.e.s en BD\_L1, mais qui ne l'ont jamais validé.

# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Le libellé des modules qui ont plus de 18h de CM.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ▶ Le numéro des étudiant.e.s ayant validé un module en session 1 en 2022.

▶ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ▶ Numéro des étudiant.e.s inscrit.e.s en BD\_L1, mais qui ne l'ont jamais validé.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Jointure interne

Jointure interne : définition pour 2 relations  $R_1$ ,  $R_2$  et une condition  $C$

$R_1[C]R_2$  : nouvelle relation incluse dans  $R_1$  pcart  $R_2$  dont les  $n$ -uplets vérifient la condition  $C$ .

Modules(code et libellé) avec nom et prénom de leur responsable

MODULE		
CodeModule*	LibelleModule	Responsable
BD_L1	Bases de données	7914
PROG_L1	Programmation	7358
TEST_L3	Test de logiciels	7914

ENSEIGNANT		
NoHarpege*	Nom	Prenom
7358	Janey	Nicolas
7914	Dadeau	Frédéric
32598	Paquette	Guillaume

# Jointure interne

Jointure interne : définition pour 2 relations  $R_1$ ,  $R_2$  et une condition  $C$

$R_1[C]R_2$  : nouvelle relation incluse dans  $R_1$  pcart  $R_2$  dont les  $n$ -uplets vérifient la condition  $C$ .

Modules(code et libellé) avec nom et prénom de leur responsable

MODULE

CodeModule*	LibelleModule	Responsable
BD_L1	Bases de données	7914
PROG_L1	Programmation	7358
TEST_L3	Test de logiciels	7914

ENSEIGNANT

NoHarpege*	Nom	Prenom
7358	Janey	Nicolas
7914	Dadeau	Frédéric
32598	Paquette	Guillaume



CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege*	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7358	Janey	Nicolas
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
BD_L1	Bases de données	7914	32598	Paquette	Guillaume
PROG_L1	Programmation	7358		...	

▶ Produit cartésien : 9 lignes

...

# Jointure interne

Jointure interne : définition pour 2 relations  $R_1$ ,  $R_2$  et une condition  $C$

$R_1[C]R_2$  : nouvelle relation incluse dans  $R_1$  pcart  $R_2$  dont les  $n$ -uplets vérifient la condition  $C$ .

Modules(code et libellé) avec nom et prénom de leur responsable

MODULE		
CodeModule*	LibelleModule	Responsable
BD_L1	Bases de données	7914
PROG_L1	Programmation	7358
TEST_L3	Test de logiciels	7914

ENSEIGNANT		
NoHarpege*	Nom	Prenom
7358	Janey	Nicolas
7914	Dadeau	Frédéric
32598	Paquette	Guillaume

- ▶
- ▶ Produit cartésien : 9 lignes
- ▶ Sélection selon

CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege*	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
PROG_L1	Programmation	7358	7358	Janey	Nicolas
TEST_L3	Test de logiciels	7914	7914	Dadeau	Frédéric

- ▶  $MODULE[MODULE.Responsable = ENSEIGNANT.NoHarpege]ENSEIGNANT$  peut se réécrire en

# Jointure naturelle : jointure interne particulière



Jointure naturelle : définition pour  $R_1$ ,  $R_2$  et  $Att$  un attribut commun

- ▶  $R_1[Att]R_2$  est définie par \_\_\_\_\_
- ▶  $R_1[Att]R_2$  : ne conserve qu'une seule des deux colonnes communes.

Exemple : étudiant.e.s inscrit.e.s dans des modules

ETUDIANT

Numero*	Nom	Prenom
23794	Avenia	Adrien
32911	Gigant	Simon
33818	Maillard	Cynthia
34812	Smolinski	Marie

INSCR

Numero*	CodeModule*
23794	BD_L1
23794	PROG_L1
32911	BD_L1



# Jointure naturelle : jointure interne particulière



Jointure naturelle : définition pour  $R_1$ ,  $R_2$  et  $Att$  un attribut commun

- ▶  $R_1[Att]R_2$  est définie par \_\_\_\_\_
- ▶  $R_1[Att]R_2$  : ne conserve qu'une seule des deux colonnes communes.

Exemple : étudiant.e.s inscrit.e.s dans des modules

ETUDIANT		
Numero*	Nom	Prenom
23794	Avenia	Adrien
32911	Gigant	Simon
33818	Maillard	Cynthia
34812	Smolinski	Marie

INSCR	
Numero*	CodeModule*
23794	BD_L1
23794	PROG_L1
32911	BD_L1

- ▶ ETUDIANT [Numero] INSCR



# Jointure naturelle : jointure interne particulière

Jointure naturelle : définition pour  $R_1$ ,  $R_2$  et  $Att$  un attribut commun

- ▶  $R_1[Att]R_2$  est définie par \_\_\_\_\_
- ▶  $R_1[Att]R_2$  : ne conserve qu'une seule des deux colonnes communes.

Exemple : étudiant.e.s inscrit.e.s dans des modules

ETUDIANT

Numero*	Nom	Prenom
23794	Avenia	Adrien
32911	Gigant	Simon
33818	Maillard	Cynthia
34812	Smolinski	Marie

INSCR

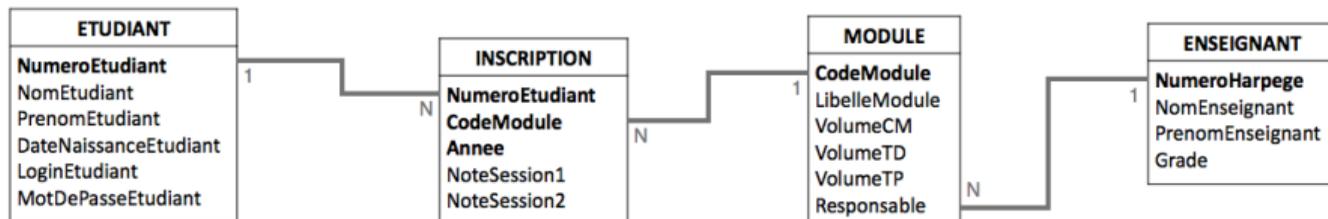
Numero*	CodeModule*
23794	BD_L1
23794	PROG_L1
32911	BD_L1

- ▶ ETUDIANT [Numero] INSCR

Numero*	Nom	Prenom	CodeModule*
23794	Avenia	Adrien	BD_L1
23794	Avenia	Adrien	PROG_L1
32911	Gigant	Simon	BD_L1

- ▶ Remarque : la colonne *Numero* n'apparaît qu'une seule fois dans le résultat.

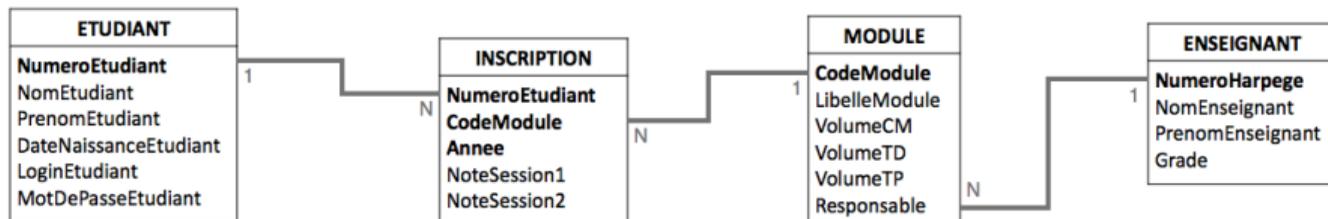
# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Libellé des modules où est inscrit.e l'étudiant.e. numéro 23794 en 2017.
  
- ▶ Nom et prénom des étudiant.e.s inscrit.e.s dans un module de l'enseignant 7914.

# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Libellé des modules où est inscrit.e l'étudiant.e. numéro 23794 en 2017.

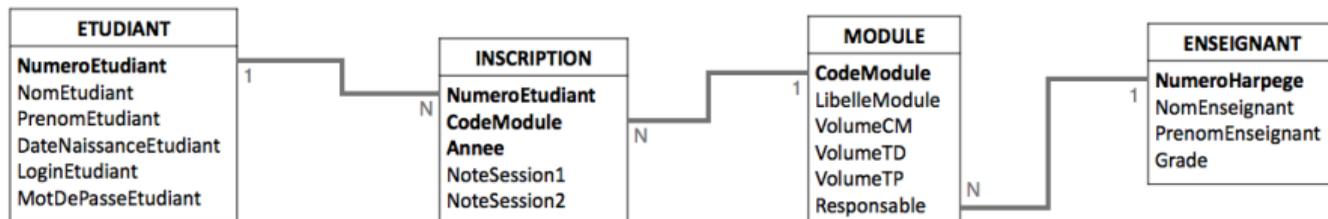
R1 = \_\_\_\_\_

R2 = \_\_\_\_\_

R3 = \_\_\_\_\_

- ▶ Nom et prénom des étudiant.e.s inscrit.e.s dans un module de l'enseignant 7914.

# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Libellé des modules où est inscrit.e l'étudiant.e. numéro 23794 en 2017.

R1 = \_\_\_\_\_

R2 = \_\_\_\_\_

R3 = \_\_\_\_\_

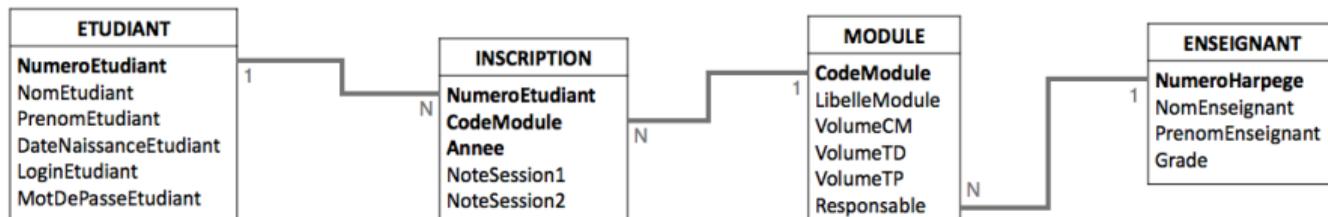
- ▶ Nom et prénom des étudiant.e.s inscrit.e.s dans un module de l'enseignant 7914.

R4 = \_\_\_\_\_

R5 = \_\_\_\_\_

R6 = \_\_\_\_\_

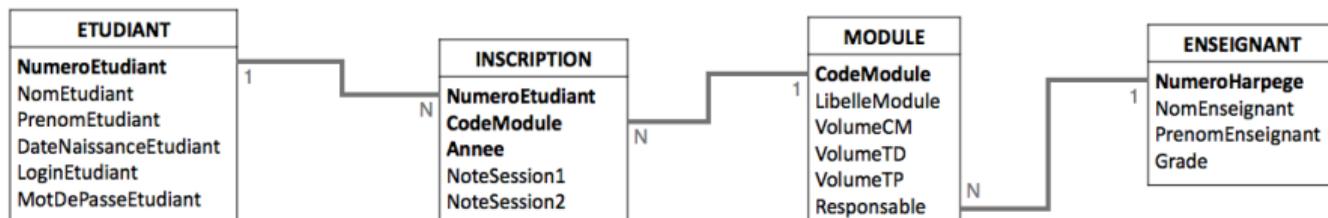
# A vous de jouer, suite



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Num. des étudiant.e.s qui ont côtoyé l'étudiant.e. 23794 (m module et année).
  
- ▶ Nom, prénom des étudiant.e.s qui n'ont jamais côtoyé l'étudiant.e. 23794.

# A vous de jouer, suite



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Num. des étudiant.e.s qui ont côtoyé l'étudiant.e. 23794 (m module et année).

R7 = \_\_\_\_\_

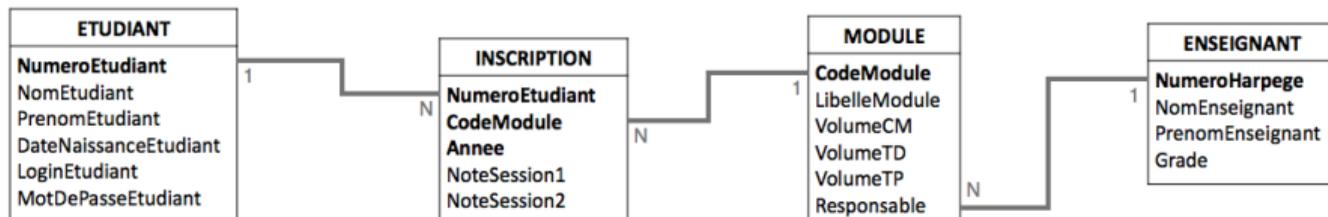
R8 = \_\_\_\_\_

R9 = \_\_\_\_\_

R10 = \_\_\_\_\_

- ▶ Nom, prénom des étudiant.e.s qui n'ont jamais côtoyé l'étudiant.e. 23794.

# A vous de jouer, suite



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Num. des étudiant.e.s qui ont côtoyé l'étudiant.e. 23794 (m module et année).

R7 = \_\_\_\_\_

R8 = \_\_\_\_\_

R9 = \_\_\_\_\_

R10 = \_\_\_\_\_

- ▶ Nom, prénom des étudiant.e.s qui n'ont jamais côtoyé l'étudiant.e. 23794.

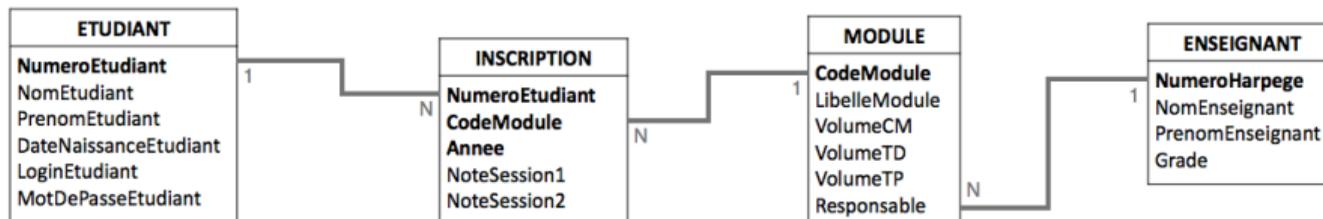
R11 = \_\_\_\_\_

R12 = \_\_\_\_\_

R13 = \_\_\_\_\_

R14 = \_\_\_\_\_

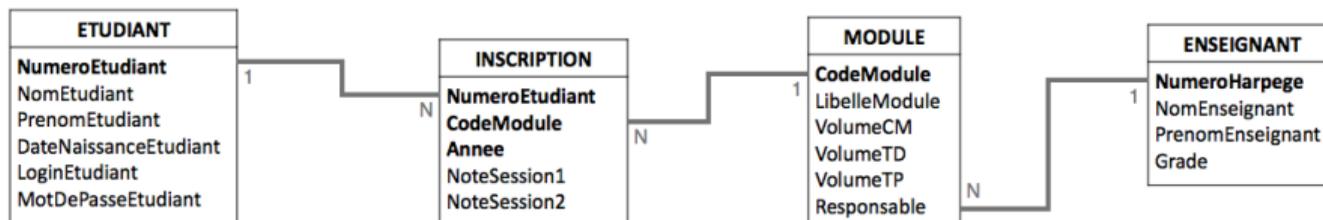
# A vous de jouer, resuite



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- ▶ Libellé des modules communs aux étudiant.e.s 23794 et 33818.

# A vous de jouer, resuite



Donnez les requêtes permettant d'extraire

- Libellé des modules communs aux étudiant.e.s 23794 et 33818.

R7 = \_\_\_\_\_ –rappel

R15= \_\_\_\_\_

R16= \_\_\_\_\_

R17= \_\_\_\_\_

R18= \_\_\_\_\_

R19= \_\_\_\_\_

R20= \_\_\_\_\_

# Plan

Formalisation

Intégrité des données

A vous de jouer

## Les opérateurs relationnels

Opérateurs ensemblistes classiques :  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$  et  $\times$

Opérateurs relationnels spécifiques : sélection, projection, jointure

Opérateurs relationnels dérivés



# Jointure externe

## Jointure interne : rappels pour 2 relations $R_1$ , $R_2$ et une condition $C$

- ▶ Par définition :  $R_1[C]R_2 = S(C)(R_1 \text{ pcart } R_2)$ .
- ▶  $R_1[C]R_2$  : les  $n$ -uplets du produit cartésien qui vérifient  $C$ .
- ▶ Si pour  $u_1 \in R_1$  il n'existe pas de  $u_2 \in R_2$  tel que  $(u_1, u_2)$  satisfait la condition de jointure  $C$  alors  $(u_1, \dots)$  n'apparaît pas dans  $R_1[C]R_2$ .

## Jointure externe gauche : définition pour 2 relations $R_1$ , $R_2$ et une condition $C$

- ▶  $R_1 + [C]R_2$  : union de  $R_1[C]R_2$  avec l'ensemble des  $n$ -uplets  $(u_1, \text{NULL}, \dots, \text{NULL})$ ,  $u_1$   $n_1$ -uplet de  $R_1$  et  $(\text{NULL}, \dots, \text{NULL})$   $n_2$ -uplet de  $R_2$ .
- ▶ Définition similaire pour la jointure externe droite.
- ▶ Jointure externe totale : union de l'externe gauche et de l'externe droite.

## Notations

- ▶  $R_1 + [C]R_2$ ,  $R_1[C] + R_2$  : jointure externe gauche, externe droite resp.
- ▶  $R_1 + [C] + R_2$  : jointure externe totale.

## Intérêts d'une relations $R = R_1 + [C]R_2$ ?

- ▶ \_\_\_\_\_

# Jointure externe : exemple

MODULE		
CodeModule*	LibelleModule	Responsable
BD_L1	Bases de données	7914
PROG_L1	Programmation	7358
SR_L3	Systèmes et réseaux	22223

ENSEIGNANT		
NoHarpege*	Nom	Prenom
7358	Janey	Nicolas
7914	Dadeau	Frédéric
32598	Paquette	Guillaume

- ▶ Jointure interne : MODULE [Responsable = NoHarpege] ENSEIGNANT

CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
PROG_L1	Programmation	7358	7358	Janey	Nicolas

- ▶ Jointure externe : MODULE + [Responsable = NoHarpege] ENSEIGNANT

CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
PROG_L1	Programmation	7358	7358	Janey	Nicolas
SR_L3	Systèmes et réseaux	22223	NULL	NULL	NULL

- ▶ Jointure externe : MODULE [Responsable = NoHarpege] + ENSEIGNANT

CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
PROG_L1	Programmation	7358	7358	Janey	Nicolas
NULL	NULL	NULL	32598	Paquette	Guillaume

- ▶ Jointure externe : MODULE + [Responsable = NoHarpege] + ENSEIGNANT

CodeModule*	LibelleModule	Responsable	NoHarpege	Nom	Prenom
BD_L1	Bases de données	7914	7914	Dadeau	Frédéric
PROG_L1	Programmation	7358	7358	Janey	Nicolas
SR_L3	Systèmes et réseaux	22223	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	32598	Paquette	Guillaume

# Division

Définition pour  $R, P$  d'entêtes  $\{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m\}$  et  $\{B_1, \dots, B_m\}$  resp.

$R[\text{DIV}]P$  : \_\_\_\_\_ telle que \_\_\_\_\_ est inclus dans  $R$ .

$$\dots \left. \begin{array}{l} R \\ P \end{array} \right| Q \text{ avec } R = Q \text{ pcart } P \text{ union reste}$$

## Propriété

$R[\text{DIV}]P$  : tous les  $n$ -uplets  $(a_1, \dots, a_n)$  t.q.  $\forall (b_1, \dots, b_m) \in P$  alors  $(a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_m) \in R$ .

Numéros des étudiant.e.s inscrit.e.s dans tous les modules

INSCRIPTION	
NoEtudiant*	CodeModule*
23794	PROG_L1
32911	BD_L1
32911	PROG_L1
32911	TEST_L3
34812	PROG_L1
34812	BD_L1
34812	TEST_L3

MODULE
CodeModule*
BD_L1
PROG_L1
TEST_L3

# Division

Définition pour  $R, P$  d'entêtes  $\{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m\}$  et  $\{B_1, \dots, B_m\}$  resp.

$R[\text{DIV}]P$  : \_\_\_\_\_ telle que \_\_\_\_\_ est inclus dans  $R$ .

$$\dots \left. \begin{array}{l} R \\ P \end{array} \right| Q$$
 avec  $R = Q \text{ pcart } P \text{ union reste}$

## Propriété

$R[\text{DIV}]P$  : tous les  $n$ -uplets  $(a_1, \dots, a_n)$  t.q.  $\forall (b_1, \dots, b_m) \in P$  alors  $(a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_m) \in R$ .

Numéros des étudiant.e.s inscrit.e.s dans tous les modules

INSCRIPTION	
NoEtudiant*	CodeModule*
23794	PROG_L1
32911	BD_L1
32911	PROG_L1
32911	TEST_L3
34812	PROG_L1
34812	BD_L1
34812	TEST_L3

MODULE
CodeModule*
BD_L1
PROG_L1
TEST_L3

- ▶ Recherchés : tous les étudiant · e · s  $a$  tq.  $\forall b \in \text{MODULE}$ ,  $(a, b) \in \text{INSCRIPTION}$ .
- ▶ Division d'INSCRIPTION par MODULE.

# Division

Définition pour  $R$ ,  $P$  d'entêtes  $\{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m\}$  et  $\{B_1, \dots, B_m\}$  resp.

$R[\text{DIV}]P$  : \_\_\_\_\_ telle que \_\_\_\_\_ est inclus dans  $R$ .

$$\dots \left. \begin{array}{l} R \\ P \end{array} \right| Q \text{ avec } R = Q \text{ pcart } P \text{ union reste}$$

## Propriété

$R[\text{DIV}]P$  : tous les  $n$ -uplets  $(a_1, \dots, a_n)$  t.q.  $\forall (b_1, \dots, b_m) \in P$  alors  $(a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_m) \in R$ .

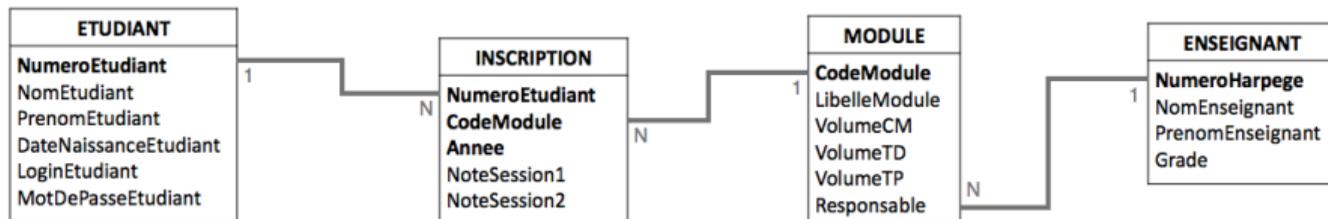
Numéros des étudiant.e.s inscrit.e.s dans tous les modules

INSCRIPTION	
NoEtudiant*	CodeModule*
23794	PROG_L1
32911	BD_L1
32911	PROG_L1
32911	TEST_L3
34812	PROG_L1
34812	BD_L1
34812	TEST_L3

MODULE
CodeModule*
BD_L1
PROG_L1
TEST_L3

INSCRIPTION [DIV] MODULE
NoEtudiant*
32911
34812

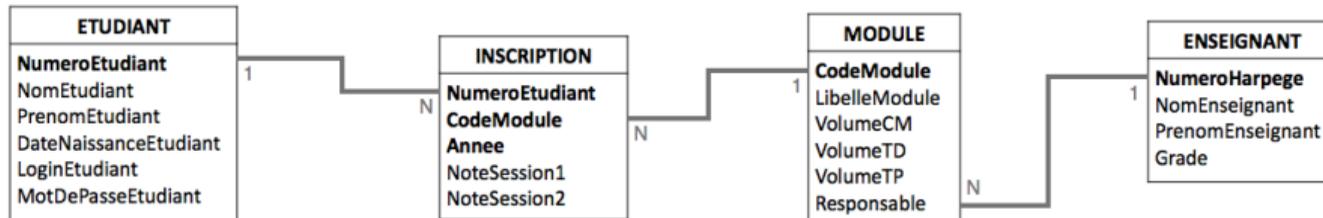
# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant de calculer, sur notre exemple :

- Noms des modules où se sont inscrit.e.s tous les étudiant.e.s.

# A vous de jouer

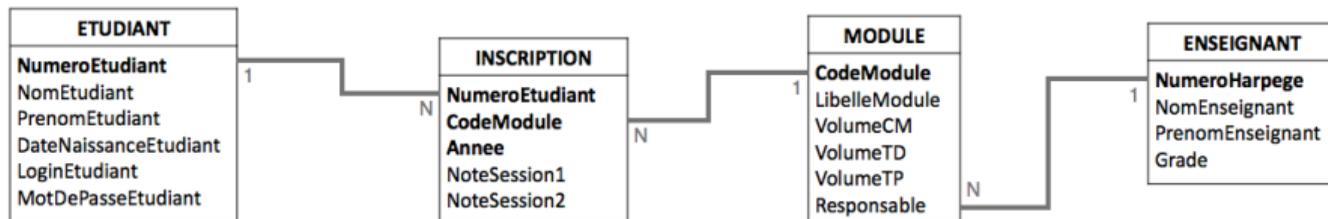


Donnez les requêtes permettant de calculer, sur notre exemple :

- ▶ Noms des modules où se sont inscrit.e.s tous les étudiant.e.s.
- ▶ Recherchés : module  $a$  tq.  $\forall b \in \text{ETU}, (a, b) \in \text{INSCR}$ .



# A vous de jouer



Donnez les requêtes permettant de calculer, sur notre exemple :

- ▶ Noms des modules où se sont inscrit.e.s tous les étudiant.e.s.
- ▶ Recherchés : module  $a$  tq.  $\forall b \in \text{ETU}, (a, b) \in \text{INSCR}$ .

R21= \_\_\_\_\_

R22= \_\_\_\_\_

R23= \_\_\_\_\_

R24= \_\_\_\_\_

R25= \_\_\_\_\_