

Modèle logique

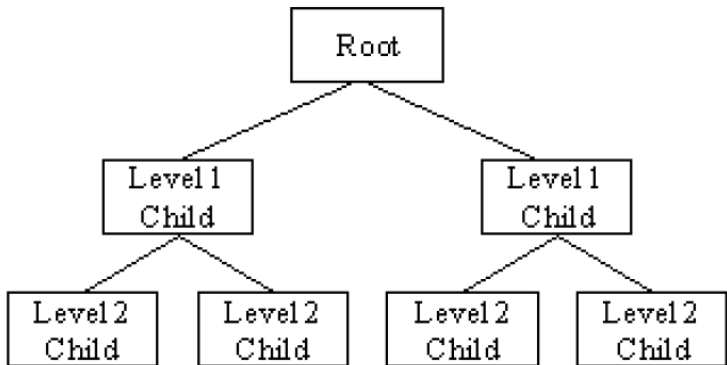
Dr. Mamadou Camara⁽¹⁾

⁽¹⁾ESP, Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal
mamadou.camara@ucad.edu.sn

Module OMGL3

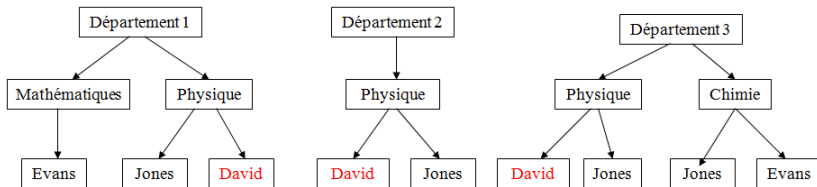
Le modèle hiérarchique

- Les données sont organisées selon une hiérarchie de propriété.



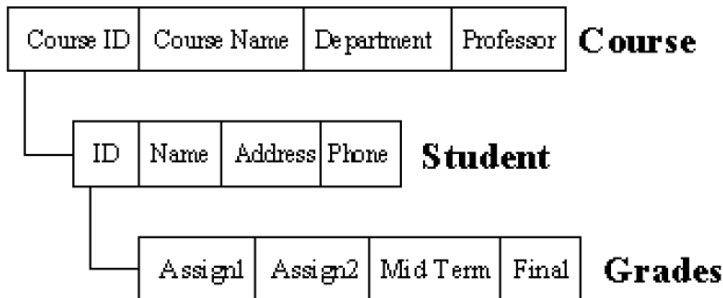
Le modèle hiérarchique : exemple 1

- Inconvénient : favorise la redondance des données.



Le modèle hiérarchique : exemple 2

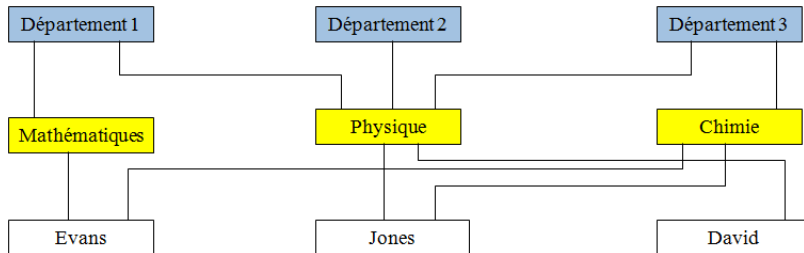
- Inconvénient : impossibilité d'insérer au niveau fils sans une incorporation préalable au niveau parent.



Modèle réseau

- ▶ Chaque entité à l'intérieur de la base de données est associée par un système de pointeurs à d'autres entités correspondantes.
- ▶ Inconvénient : l'utilisateur doit savoir bien naviguer dans la base pour extraire les données.

Modèle réseau : exemple



Modèle relationnel

- Les éléments de la base sont représentés sous la forme de tableaux reliés par des attributs communs.

Modèle relationnel : exemple

Département	
N° Dep	Nom
1	Départ. 1
2	Départ. 2
3	Départ. 3

Cours	
Identif.	Nom C.
M	Math.
P	Physique
C	Chimie

Etudiant	
Matricule	Nom E.
246	Evans
324	Jones
355	David

Département/Cours	
N° Dep	Identif.
1	M
1	P
2	P
3	P
3	C

Cours/Etudiant	
Identif.	Matricule
M	246
P	324
P	355
P	324
C	246

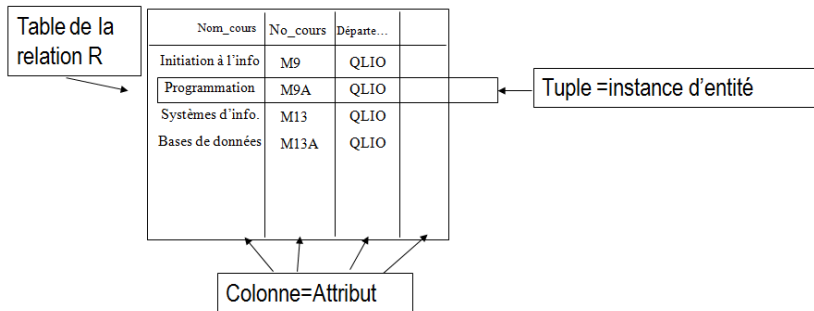
Modèle relationnel : fondement

- ▶ Le modèle relationnel propose de percevoir les données sous une forme simple de tables (relation).
- ▶ Il s'inspire directement de la notion mathématique de relation.
- ▶ La manipulation des données s'effectue à l'aide d'un ensemble d'opérateurs algébrique (algèbre relationnel).

Relation

- ▶ Les données sont représentées sous la forme de collection de relations (fichiers).
- ▶ Chaque relation est présentée par une TABLE de valeurs.
- ▶ Toutes les valeurs d'une même colonne sont toujours de même type (appelé domaine de l'attribut)
- ▶ R peut être soit
 - ▶ une entité (e.g. PERSONNE)
 - ▶ soit une association (e.g. TRAVAILLER-POUR)

Relation : tuples et colonnes



Domaine

- Ensemble des valeurs atomiques que peut prendre un attribut.
Le domaine de A_i est noté $\text{Dom}(A_i)$

Spécification : Nom + Type + Format + Information additionnelles (ex unités)

Exemple : Num-tél: chaîne de caractère, (xxx)xx xx xx xx avec $x \in \{0, \dots, 9\}$

Schéma de relation (structure)

- ▶ Noté $R(A_1, A_2, \dots, A_N)$ est un ensemble d'attributs $R = \{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ où N est le degré de la relation.
 - ▶ Exemple : de schéma de relation Employe pour une relation de degré 6 :
 - ▶ Employe (Nom, Nss, Tel-pers, Adresse, Tel-bur, Age)

Instance de relation

- ▶ Une instance de relation r de R est un ensemble de n -tuples $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ qui existent dans la base de données à un instant donné.
- ▶ Chaque n -tuple est constitué par une liste ordonnée de n valeurs
 - ▶ $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_N \rangle$
 - ▶ où $\forall i, 1 \leq i \leq n, v_i \in \text{dom}(A_i)$ ou $v_i = \text{NULL}$

Exemples d'instance et de n-tuples correctes et non correctes

Instance :

ETUDIANT	Nom	Matricule	Niveau	Spécialité
	Ludovic	17	1	OGP
	Jean	8	2	OGP

Tuples : t1=< Philippe, 15, 3, INFO >

~~t2=< Nathalie, 16, B, OGP >~~

Un schéma de relation

- ▶ Un schéma de relation de degré n : $R(A_1, A_2, \dots, A_N)$
- ▶ Un n -tuple t dans une relation $r(R)$: $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_N \rangle$
ou v_i est la valeur correspondante à l'attribut A_i .
- ▶ $T[A_i]$ = valeur v_i dans le tuple pour l'attribut A_i .
- ▶ $T[A_u, A_y]$ = sous ensemble de valeurs $\langle v_u, v_y \rangle$ de t
correspondant aux attributs spécifiés.

Le nom d'une relation

- ▶ Le nom d'une relation peut désigner le schéma de la relation ou l'instance courante de la relation.
- ▶ Les lettres Q, R, S désignent des noms de relations, les lettres q, r, s désignent des instances de relations.
- ▶ Pour désigner l'attribut d'une relation on peut avoir recours à la notation $R.A_i$ (ex : ETUDIANT.Nom)

Super-clé

- ▶ Une relation est un ensemble de tuples et les tuples sont distincts
- ▶ Soit SC un sous ensemble d'attributs d'une relation, Si $\forall i, j : t_i[SC] \neq t_j[SC]$ alors SC est appelé une Super-Clé de R.
- ▶ Chaque relation possède au moins une super-clé (ensemble de tous les attributs de cette relation).
- ▶ Exemple : R=ETUDIANT (Nss, Nom, Age, Adresse, Tel), $\{Nss, Nom, Age\}$ est une super-clé.

Clés candidates

- ▶ Tout schéma de relation R possède obligatoirement une Clé et R peut avoir plusieurs clés (Clés candidates).
- ▶ Une Clé C d'un schéma de relation R est une Super-Clé-minimale de R .
- ▶ Exemple : $R=ETUDIANT (Nss, Nom, Age, Adresse, Tel)$, $\{Nss\}$ est une clé.

Clé primaire

- ▶ L'une des clés candidates sera choisie pour identifier les tuples (Clé Primaire)
- ▶ Exemple : R=Notation (Matricule-Etudiant, Code-Module, DS, CC)
- ▶ Par convention, une clé primaire est soulignée.

Un schéma de BD relationnelle

- ▶ Un schéma de BD relationnelle est
 - ▶ un ensemble de schémas de relations $S = \{R_1, R_2, \dots, R_M\}$
 - ▶ et un ensemble de contraintes d'intégrité CI.

Une instance de BD relationnelle

- ▶ Une instance de BD relationnelle est un ensemble d'instances de relations $\{r_1, r_2, \dots, r_M\}$
- ▶ tel que chaque r_i est une instance de R_i
- ▶ et que tous les R_i satisfont les contraintes d'intégrité spécifiées dans CI.

Contraintes d'intégrité

- ▶ les contraintes d'intégrité sont toujours spécifiées sur un schéma relationnel mais doivent être vérifiées pour toute instance particulière de ce schéma.
- ▶ Il existe 3 types de contraintes d'intégrité

Les contraintes de clé

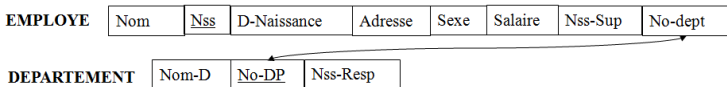
- ▶ permettent de spécifier les **clés candidates** de chaque schéma de relation.
- ▶ Les valeurs des clés candidates doivent être **distinctes** pour chaque tuple dans toute instance de relation.

Les CI sur les entités

- ▶ elles ont pour but d'interdire une valeur **nulle** pour une **Clé Primaire** → éviter toute ambiguïté d'identification de 2 tuples.

Les CI référentielles

- s'appliquent entre deux relations afin de maintenir une certaine **cohérence parmi les tuples** des deux relations.



Notion de clé étrangère

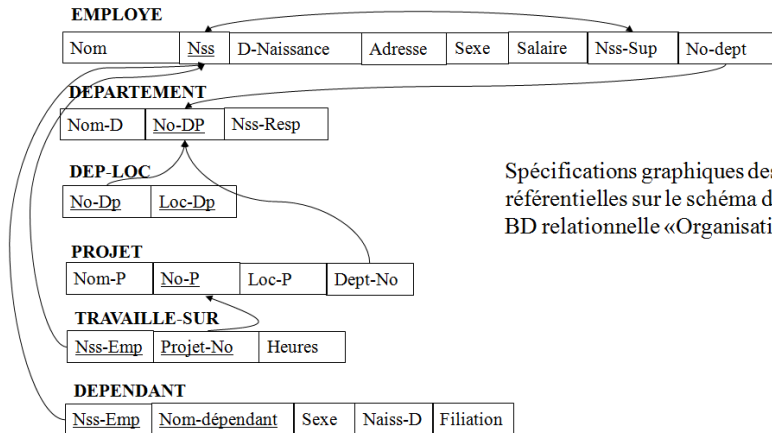
- ▶ soit 2 schémas de relations R1 et R2.
- ▶ Un ensemble d'attributs FK de R1 est une clé étrangère s'il remplit les conditions suivantes¹
 1. Les attributs constituant FK ont le même domaine que les attributs référencés dans R2 (R1 et R2 peuvent ne pas être distinctes)
 2. Une contrainte d'unicité ou de clé primaire s'applique sur les colonnes référencées dans la relation R2.
 3. Une valeur de FK dans un tuple t1 de R1 est soit identique à une valeur de C dans un tuple t2 de R2 soit nulle.

1. Les conditions 1 et 2 concernent la structure des données(i.e. la définition des données) tandis que la 3 est relative aux données(i.e. à la manipulation des données)

Représentation d'un clé étrangère

- ▶ Les CI référentielles peuvent être représentées graphiquement sur tout schéma relationnel en reliant par un arc chaque clé étrangère à la relation à laquelle elle fait référence.
- ▶ Les CI référentielles peuvent aussi être représentées directement dans la relation en faisant suivre l'attribut qui fait référence par un signe dièse.

Un schéma de BD relationnelle : exemple



Spécifications graphiques des CI
référentielles sur le schéma de la
BD relationnelle «Organisation»

Opérations de base pour la mise à jour des relations

1. INSERER : pour l'ajout de nouveaux tuples dans une relation.
2. SUPPRIMER : pour la suppression de tuples dans une relation.
3. MODIFIER : pour la modification de certaines valeurs d'attributs d'un tuple.

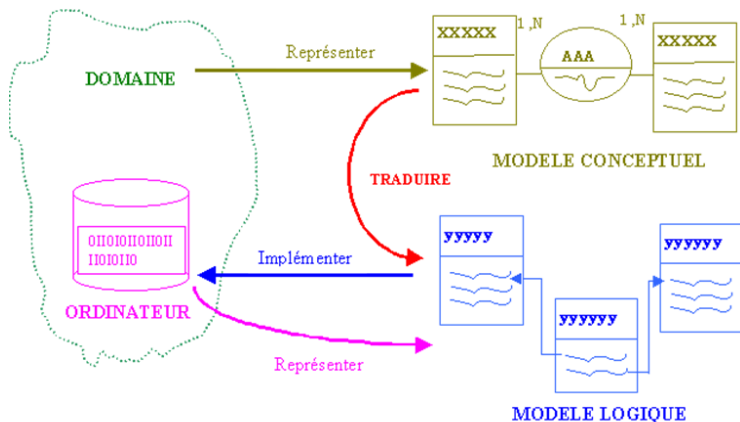
Vérification contraintes

- ▶ À chaque fois que l'une des opérations ci-dessus est effectuée il faut s'assurer que les trois types de contraintes présentées précédemment ne sont pas violées.
 - ▶ Les contraintes de clé
 - ▶ Les CI sur les entités
 - ▶ Les CI référentielles

TD

- ▶ TD : section MLD

Traduction MCD vers MLD

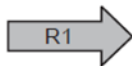
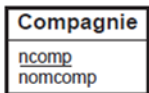
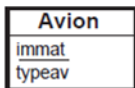


R1 : définition

- ▶ chaque entité devient une relation. L'identifiant de l'entité devient clé primaire de la relation.
- ▶ Pour les entités de type date il n'y a pas lieu de définir de relation dans la règle R1 ²

2. Cela constitue une exception à la règle R1.

R1 : exemple



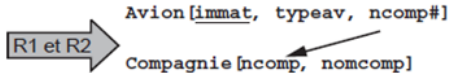
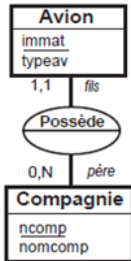
Avion [immat, typeav]
Compagnie [ncomp, nomcomp]

R2 : définition

- Il faut ajouter un attribut de type clé étrangère dans la relation fils de l'association. L'attribut porte le nom de la clé primaire de la relation père de l'association.

- └ Du conceptuel au logique
- └ Transformation des associations binaire 1-N

R2 : exemple

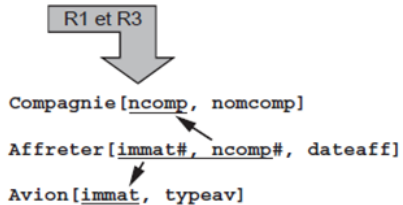
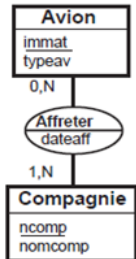


R3 : définition

- ▶ L'association devient une relation.
 - ▶ La **clé primaire** de cette relation est la **concaténation** des identifiants des entités connectés à l'association.
 - ▶ Chaque attribut devient **clé étrangère si l'entité connectée dont il provient devient une relation** en vertu de la règle R1.
 - ▶ Les **attributs de l'association** doivent être rajoutés à la nouvelle relation.
 - ▶ Ces attributs ne sont **ni clé primaire, ni clé étrangère**

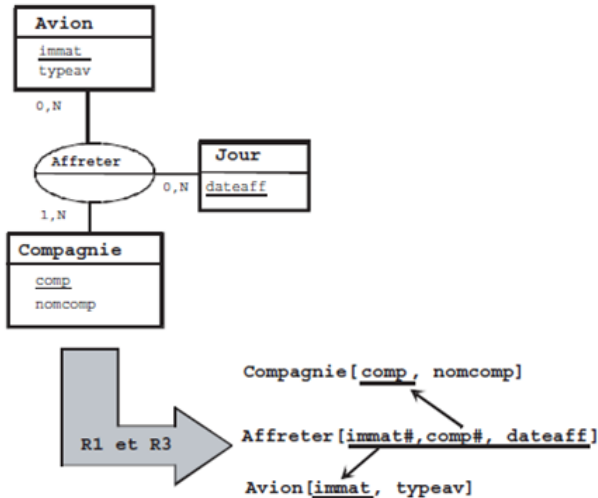
- └ Du conceptuel au logique
- └ Transformation des association binaire N-N et associations n- aires

R3 : exemple (a)



- └ Du conceptuel au logique
- └ Transformation des association binaire N-N et associations n-aires

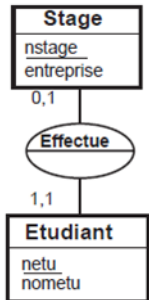
R3 : exemple (b)



R4 : définition

- Il faut ajouter un attribut de type clé étrangère dans la relation dérivée de l'entité ayant la cardinalité minimale 1.

R4 : exemple



R1 et R4

Stage [nstage, entreprise]

Etudiant [netu, nometu, nstage#]

An arrow points from the nstage attribute in the Stage schema to the nstage# attribute in the Etudiant schema.

TD

- ▶ TD : section Du MCD au MLD

Les catégories d'opérations

- ▶ Opérations reposant sur la théorie des ensembles :
 1. Union (n-aire)
 2. Intersection (n-aire)
 3. Différence (binaire)
 4. Produit cartésien (binaire)
- ▶ Opérations spécifiques aux BD relationnelles :
 1. Sélection (un-aire)
 2. Projection (un-aire)
 3. Jointure (binaire)

La sélection : définition

- ▶ Le but de la sélection est de sélectionner un sous-ensemble de tuples d'une relation sur la base d'une condition de sélection.
- ▶ Exemple : liste des employés qui travaillent dans le département 4 et dont le salaire est supérieur à 3000 F.
- ▶ Le résultat obtenu est une relation qui possède les mêmes attributs que la relation d'origine.

Spécification des conditions de sélection

- ▶ Les opérateurs de comparaison sont :
 - ▶ $=, \neq, <, \leq, >, \geq$ et s'appliquent sur des valeurs ordonnées de domaine (numérique, date, alphabétique, alphanumérique (code ASCII))
 - ▶ pour des valeurs non ordonnées tels que ensemble de couleurs seuls $=$ et \neq peuvent être utilisés
- ▶ Liaisons entre les clauses : AND, OR, NOT.

La sélection : exemple avec Ville = Caen et CH_AFF ≥ 10.000

N°_CLIENT	NOM	VILLE	CH_AFF
<i>X256</i>	<i>Dupont</i>	<i>Caen</i>	<i>11234,56</i>
<i>F456</i>	<i>Durand</i>	<i>Flers</i>	<i>15634,89</i>
<i>H786</i>	<i>Duval</i>	<i>Caen</i>	<i>9431,00</i>
<i>B341</i>	<i>Dupuy</i>	<i>Caen</i>	<i>24350,67</i>

SELECTION des gros clients caennais

N°_CLIENT	NOM	VILLE	CH_AFF
<i>X256</i>	<i>Dupont</i>	<i>Caen</i>	<i>11234,56</i>
<i>B341</i>	<i>Dupuy</i>	<i>Caen</i>	<i>24350,67</i>

La projection

- ▶ Le but de la projection est de sélectionner un sous-ensemble d'attributs d'une relation en spécifiant d'une façon explicite les attributs désirés.
- ▶ Exemple : lister le nom et le salaire de tous les employés.
- ▶ L'opération de projection élimine automatiquement les duplications de tuples.

La projection : exemple

Soit la table **OUVRAGE** :

CODE OUV.	AUTEUR	TITRE	EDITEUR
<i>A3</i>	<i>V. Hugo</i>	<i>Les Misérables</i>	<i>La Pléiade</i>
<i>A6</i>	<i>V.Hugo</i>	<i>Les Misérables</i>	<i>Poche</i>
<i>A2</i>	<i>A. Camus</i>	<i>L'étranger</i>	<i>Hachette</i>
<i>A8</i>	<i>V. Hugo</i>	<i>N.D. de Paris</i>	<i>Poche</i>

PROJECTION de **OUVRAGE** sur **AUTEUR** et **TITRE**

AUTEUR	TITRE
<i>V. Hugo</i>	<i>Les Misérables</i>
<i>A. Camus</i>	<i>L'étranger</i>
<i>V. Hugo</i>	<i>N.D. de Paris</i>

La jointure

- Le but de la jointure est de combiner des tuples de deux relations en un seul tuple en recherchant dans une relation R_1 le tuple possédant une valeur d'attribut égale (ou correspondant) à une autre valeur d'attribut (e.g. clé étrangère) d'un tuple de relation R_2 .

Spécification des conditions de jointure

- ▶ Le critère de comparaison doit porter sur des attributs ayant le même domaine.
- ▶ Exemple : rechercher le nom du directeur de chaque département.
- ▶ Les opérateurs de jointure sont : $=, \neq, \prec, \preceq, \succ, \succeq$
- ▶ On parle d'équi-jointure si l'opérateur utilisé est ' $=$ ' \implies il y a un ou plusieurs paires d'attributs ayant la même valeur

La jointure : exemple

JOINTURE : Soient les tables :
PRODUIT (Référence, Designation, Prix) et **COMMANDE** (N°CLI, Référence, Quantité)

REFERENCE	DESIGNATION	PRIX		N°CLI	REFERENCE	QUANTITE
<i>X01</i>	<i>Chemise</i>	<i>150</i>		<i>A01</i>	<i>X01</i>	<i>10</i>
<i>X25</i>	<i>Costume</i>	<i>2000</i>		<i>A01</i>	<i>X25</i>	<i>1</i>
<i>Y18</i>	<i>Pantalon</i>	<i>200</i>		<i>A02</i>	<i>X01</i>	<i>8</i>

La JOINTURE sur l'attribut commun REFERENCE

REFERENCE	DESIGNATION	PRIX	N°CLI	QUANTITE
<i>X01</i>	<i>Chemise</i>	<i>150</i>	<i>A01</i>	<i>10</i>
<i>X01</i>	<i>Chemise</i>	<i>150</i>	<i>A02</i>	<i>8</i>
<i>X25</i>	<i>Costume</i>	<i>2000</i>	<i>A01</i>	<i>1</i>

Produit cartésien


- ▶ S'il n'existe pas une condition de jointure, il s'agit d'un produit cartésien et toutes les combinaisons de tuples sont retenues dans la relation résultante.

Union et Intersection


- ▶ le résultat d'une union entre deux relations R et S est une relation qui contient tous les tuples qui sont dans R ou dans S ou dans R et S (doublons).
- ▶ le résultat d'une intersection entre deux relations R et S est une relation qui contient tous les tuples qui sont à la fois dans R et dans S .

Union et Intersection : exemples

UNION (avec suppression du n-uplet en double)

R1		R2	=	R
<i>A01 DUPONT</i>		<i>A01 DUPONT</i>		<i>A01 DUPONT</i>
<i>A25 DURAND</i>		<i>A32 DUBOIS</i>		<i>A32 DUBOIS</i>
				<i>A25 DURAND</i>

INTERSECTION

R1		R2	=	R
<i>A01 DUPONT</i>		<i>A01 DUPONT</i>		<i>A01 DUPONT</i>
<i>A25 DURAND</i>		<i>B15 MARTIN</i>		
<i>A32 DUBOIS</i>		<i>A32 DUBOIS</i>		<i>A32 DUBOIS</i>
<i>C14 DUPIN</i>				

Différence

- ▶ le résultat d'une opération de différence entre deux relations R et S est une relation qui contient tous les tuples de R qui ne sont pas dans S.

DIFFERENCE

R1		-	R2		=	R	
A01	DUPONT		A01	DUPONT		A25	DURAND
A25	DURAND		B15	MARTIN		C14	DUPIN
A32	DUBOIS		A32	DUBOIS			
C14	DUPIN						

TD

► TD : Algèbre



References I