

LANGAGES et BASES de DONNEES

- langage de manipulation de données
 - † langage de **définition** de données
 - † langage d'**interrogation** (algèbre , SQL)
 - † langage de **mise à jour**

Langages d'interrogation

† interroger = extraire des données

langage procédural : quoi ? et comment ?

langage déclaratif : quoi ?

langage algébrique

modèle relationnel \leftrightarrow théorie des ensembles

calculs

modèle relationnel \leftrightarrow logique

Algèbre relationnelle

- 2 **opérateurs unaires** : projection, sélection
- 3 **opérateurs binaires** : jointure, union, différence
- **opérateurs dérivés** : produit cartésien, intersection, division, ...)

- Chaque **opérateur** définit une **application** de l'ensemble des instances d'un schéma de base de données (la source) dans l'ensemble des instances d'un schéma de relation (la cible).

- le **schéma cible** (la structure du résultat) est déterminé par la donnée du schéma source et d'un opérateur.

Projection

- opération **unaire**
- opération **verticale** : supprimer des colonnes d'une table.

Schéma source : $\mathbf{R}(V)$

Soit W un ens. d'attributs tels que $W \subseteq V$.

- Syntaxe : L'**opérateur de projection** $\Pi_W[\mathbf{R}]$ est une application de l'ensemble des instances du **schéma source** $\mathbf{R}(V)$ dans l'ensemble des instances du **schéma cible** $\mathbf{Res}(W)$
- Sémantique : $\Pi_W[\mathbf{R}](\mathbf{r}) = \{ u[W] \mid u \in \mathbf{r} \}$

Projection : exemple

Extraire les titres de tous les films :

$\Pi_{\text{Titre}}[\text{FILM}]$

film

FILM	Titre	M-en-S	Acteur
	Speed 2	Jan de Bont	S. Bullock
	Speed 2	Jan de Bont	J. Patric
	Speed 2	Jan de Bont	W. Dafoe
	Marion	M. Poirier	C. Tetard
	Marion	M. Poirier	M-F Pisier

$\Pi_{\text{Titre}}[\text{FILM}](\text{film})$

RES	Titre
	Speed 2
	Marion

Projection : exemple

Extraire les titres des films à l'affiche : $\Pi_{\text{Titre}}[\text{PROGRAMME}]$

programme

PROG.	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	Français	Speed 2	18h00
	Français	Speed 2	20h00
	Français	Speed 2	22h00
	Français	Marion	16h00
	Trainon	Marion	18h00

$\Pi_{\text{Titre}}[\text{PROG.}](\text{programme})$

RES	Titre
	Speed2
	Marion

Sélection

- opération **unaire** et **horizontale** : supprimer des lignes d'une table en utilisant certains critères (condition).

- Soit V un ens. d'attributs. Une **condition élémentaire** sur V est :

$A \text{ comp } a$ ou $A \text{ comp } B$

avec $A, B \in V$, $a \in \text{Dom}(A)$, $\text{Dom}(A) = \text{Dom}(B)$

et **comp** est un comparateur ($=, \leq, \dots$)

Une **condition** sur V est :

une condition élémentaire

$C_1 \wedge C_2$, $C_1 \vee C_2$, $\neg C_1$

Sélection

Schéma source $\mathbf{R}(V)$. C une condition sur V .

- Syntaxe : L'opérateur de sélection $\sigma_C[\mathbf{R}]$ est une application de l'ensemble des instances du schéma source $\mathbf{R}(V)$ dans l'ensemble des instances du schéma cible $\mathbf{Res}(V)$
- Sémantique : $\sigma_C[\mathbf{R}](\mathbf{r}) = \{ u \mid u \in \mathbf{r} \text{ et } u \text{ satisfait } C \}$
- u satisfait C est défini de façon simple.

Sélection : exemple

Extraire les informations des films dont le titre est “Speed2”.

$\sigma_{\text{Titre=Speed2}}[\text{FILM}]$

film

FILM	Titre	M-en-S	Acteur
	Speed 2	Jan de Bont	S. Bullock
	Speed 2	Jan de Bont	J. Patric
	Speed 2	Jan de Bont	W. Dafoe
	Marion	M. Poirier	C. Tetard
	Marion	M. Poirier	M-F Pisier
	Marion	M. Poirier	M. Poirier

$\sigma_{\text{Titre=Speed2}}[\text{FILM}](\text{film})$

RES	Titre	M-en-S	Acteur
	Speed 2	Jan de Bont	S. Bullock
	Speed 2	Jan de Bont	J. Patric
	Speed 2	Jan de Bont	W. Dafoe

Sélection : Exemple

Extraire les films dont un acteur est le metteur en scène de ce film.

$\sigma_{M-e-S=Acteur}[FILM]$

film

FILM	Titre	M-en-S	Acteur
	Speed 2	Jan de Bont	S. Bullock
	Speed 2	Jan de Bont	J. Patric
	Speed 2	Jan de Bont	W. Dafoe
	Marion	M. Poirier	C. Tetard
	Marion	M. Poirier	M-F Pisier
	Marion	M. Poirier	M. Poirier

$\sigma_{M-e-S=Acteur}[FILM](film)$

RES	Titre	M-en-S	Acteur
	Marion	M. Poirier	M. Poirier

Sélection : exemple

Les informations concernant la programmation après 20h00 du film “Marion”. $\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \wedge \text{Horaire} \geq 20\text{h}00}[\text{PROGRAMME}]$

programme

PROGR.	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	Français	Speed 2	18h00
	Français	Speed 2	20h00
	UGC	Speed 2	22h00
	Français	Marion	16h00
	Trianon	Marion	18h00
	Trianon	Marion	22h00

$\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \wedge \text{Horaire} \geq 20\text{h}00}[\text{PROGRAMME}](\text{programme})$

RES	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	Trianon	Marion	22h00

Sélection : exemple

La programmation des films dont le titre est “Marion” ou qui passent à l’UGC. $\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \vee \text{Nom-Cine}=\text{UGC}}$ [PROGRAMME]

programme

PROGR.	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	Français	Speed 2	18h00
	Français	Speed 2	20h00
	UGC	Speed 2	22h00
	Français	Marion	16h00
	Trianon	Marion	18h00
	Trianon	Marion	22h00

$\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \vee \text{Nom-Cine}=\text{UGC}}$ [PROGRAMME] (programme)

RES	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	UGC	Speed 2	22h00
	Français	Marion	16h00
	Trianon	Marion	18h00
	Trianon	Marion	22h00

Composition de la projection et de la sélection

Obtenir les cinémas qui projètent le film Marion 20h00 avec l'horaire exact de la projection.

programme

sélection

$\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \wedge \text{Horaire} \geq 20\text{h}00}[\text{PROGRAMME}](\text{programme})$

RES-int	Nom-Ciné	Titre	Horaire
	Trianon	Marion	22h00

projection

$\Pi_{\text{Nom-cine}, \text{Horaire}}[\sigma_{\text{Titre}=\text{Marion} \wedge \text{Horaire} \geq 20\text{h}00}[\text{PROGRAMME}]](\text{programme})$

RES-final	Nom-Ciné	Horaire
	Trianon	22h00

Composition

- opérateur = application
- composition opérateurs = composition d'applications
- Une **expression algébrique** est

$[R]$ où R est un schéma sur V

identité

attributs du schéma cible = V

$\Pi_W[E]$ où $W \subseteq V$

projection

attributs du schéma cible de $E = V$

attributs du schéma cible = W

$\sigma_C[E]$ où C est une condition sur V

sélection

attributs du schéma cible de $E = V$

attributs du schéma cible = V

Jointure

- opération binaire
- **combiner** le contenu de deux instances en se servant des valeurs dans les colonnes communes
- Syntaxe : L'**opérateur de jointure** $[R] \bowtie [S]$ est une application de l'ensemble des couples d'instances de **R** et **S** dans l'ensemble des instances de **Res(VW)**
- Sémantique : $[R] \bowtie [S](\mathbf{r}, \mathbf{s}) = \{ u \mid u[V] \in \mathbf{r} \text{ et } u[W] \in \mathbf{s} \}$

Jointure : Exemple

R	r			S	s		
	A	B	C		B	C	D
	a ₁	b ₁	c ₁		b ₁	c ₁	d ₁
	a ₂	b ₁	c ₁		b ₂	c ₃	d ₃
	a ₂	b ₂	c ₂		b ₄	c ₂	d ₁
	a ₃	b ₂	c ₃				

$[R] \bowtie [S](r,s)$

$[R] \bowtie [S]$	A	B	C	D
	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
	a ₂	b ₁	c ₁	d ₁
	a ₃	b ₂	c ₃	d ₃

Jointure : Exemple

Les cinémas qui projettent un film dans lequel joue M.F Pisier
(pour chaque cinéma donner le titre du film et l'horaire)

- Les sous-expressions :

$\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]$ (E)

source : **FILM**

cible “sur” (Titre, M-e-S, Acteur)

$E \bowtie [\text{PROG.}]$

sources : cible de E et **PROG.**

cible “sur” Titre, M-e-S, Acteur, Nom-Ciné, Horaire

- L'expression algébrique :

$\Pi_{\text{Nom-Cine, Titre, Horaire}} [[\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]] \bowtie [\text{PROG.}]]$

- Autre expression équivalente :

$[\Pi_{\text{Titre}} [\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]]] \bowtie [\text{PROG.}]$

Jointure : Exemple

les films avec leur M-e-S et acteurs dans lesquels joue M-F. Pisier.

$$[\Pi_{\text{Titre}}[\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]]] \bowtie [\text{FILM}]$$

La sous-requête $[\Pi_{\text{Titre}}[\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]]]$ extrait les titres des films dans lesquels joue M-F. Pisier.

Jointure : Exemple

Les titres des films dans lesquels joue M-F. Pisier et qui sont à l'affiche

$$\Pi_{\text{Titre}} [[\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]] \bowtie [\text{PROG.}]]$$

ou de façon équivalente :

$$[\Pi_{\text{Titre}} [\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]]] \bowtie [\Pi_{\text{Titre}}[\text{PROG}]]$$

Jointure : intersection et produit cartésien

- $\mathbf{R}(V)$ et $\mathbf{S}(W)$ sont deux schémas tels que $V=W$ alors

$[\mathbf{R}] \bowtie [\mathbf{S}]$ est équivalent à $[\mathbf{R}] \cap [\mathbf{S}]$.

Les titres des films dans lesquels joue M-F. Pisier et qui sont à l'affiche

$[\Pi_{\text{Titre}}[\sigma_{\text{Acteur}=\text{M-F.Pisier}}[\text{FILM}]]] \cap [\Pi_{\text{Titre}}[\text{CINE}]]$

- $\mathbf{R}(V)$ et $\mathbf{S}(W)$ sont deux schémas tels que $V \cap W = \emptyset$ alors

$[\mathbf{R}] \bowtie [\mathbf{S}]$ est équivalent $[\mathbf{R}] \times [\mathbf{S}]$.

Jointure et produit cartésien : exemple

une instance r			une instance s		
R	A	B	S	A'	B'
	a	b ₁		a	b' ₁
	a	b ₂		a' ₂	b' ₂

l'instance $[R] \bowtie [S](r,s)$

$R \bowtie S$	A	B	A'	B'
	a	b ₁	a	b' ₁
	a	b ₂	a	b' ₁
	a	b ₁	a' ₂	b' ₂
	a	b ₂	a' ₂	b' ₂

Renommage

les M-e-S qui sont aussi acteurs (mais qui n'ont pas nécessairement joué dans un film qu'ils ont mis en scène).

1. projeter **FILM** sur **M-e-S** **RES1**(M-e-S)
2. projeter **FILM** sur **Acteur** **RES2**(Acteur)
3. intersection

L'intersection ne peut pas être exprimée par la jointure car RES1 et RES2 ont des attributs différents.

- un *truc* tout simple = **renomage** des attributs

- 1bis. renommage de **M-e-S** par **MeSA** dans **RES1** RES1(MeSA)
- 2bis. renommage de **Acteur** par **MeSA** dans **RES2** RES2(MeSA)
3. jointure

Renomage :

- Le **renomage** peut servir à
donner le même nom à des attributs distincts
donner des noms distincts
- Le renomage est spécifié uniquement pour les attributs qui changent de nom. Le renomage ρ de (ABCD) en (AKLD) est défini par

$$\rho(A)=A \quad \rho(B)=K \quad \rho(C)=L \quad \rho(D)=D$$

il est noté $\text{ren}_{B \rightarrow K, C \rightarrow L}$.

Les M-e-S qui sont aussi acteurs

$$[\text{ren}_{\text{Acteur} \rightarrow \text{MeSA}}[\Pi_{\text{M-e-S}}[\text{FILM}]]] \bowtie [\text{ren}_{\text{Acteur} \rightarrow \text{MeSA}}[\Pi_{\text{Acteur}}[\text{FILM}]]]$$

$$\Pi_{\text{M-e-S}}[\text{FILM}] \bowtie [\text{ren}_{\text{Acteur} \rightarrow \text{M-e-S}}[\Pi_{\text{Acteur}}[\text{FILM}]]]$$

Renommage : exemple

Les films dirigés par au moins deux metteurs en scènes.

pas d'opération pour compter !!!!!!!!!!!!!!!

1. **projection** de FILM sur Titre,M-e-S RES(Titre,M-e-S)
2. ρ_1 M-e-S \rightarrow M1 sur RES RES1(Titre, M1).
3. ρ_2 M-e-S \rightarrow M2 sur RES RES2(Titre, M2).
4. **jointure** des deux projections renommées :

$[\rho_1[\Pi_{\text{Titre,M-e-S}}[\text{FILM}]]] \bowtie [\rho_2[\Pi_{\text{Titre,M-e-S}}[\text{FILM}]]]$
cible de l'expression E "sur" Titre, M1, M2.

5. **sélection** utilisant la condition $M1 \neq M2$.

$\sigma_{M1 \neq M2}[E]$

cible de l'expression E' "sur" Titre, M1, M2.

6. **projection** sur Titre $\Pi_{\text{Titre}}[E']$

Union ensembliste (opération binaire)

toutes les personnes ayant travaillé sur le tournage du film Marion

1. $\sigma_{\text{Titre=Marion}}[\text{FILM}]$

cible de l'expression E "sur" (Titre M-e-S Acteur).

2. $\Pi_{M-e-S}[\text{E}]$

cible de l'expression E1 "sur" M-e-S.

3. $\Pi_{\text{Acteur}}[\text{E}]$

cible de l'expression E2 "sur" Acteur.

4. $\text{ren}_{M-e-S \rightarrow \text{Personne}}[\text{E1}]$

cible l'expression E1' "sur" Personne.

5. $\text{ren}_{\text{Acteur} \rightarrow \text{Personne}}[\text{E1}]$

cible de l'expression E2' "sur" Personne.

6. $[\text{ren}_{M-e-S \rightarrow \text{Personne}} [\Pi_{M-e-S} [\sigma_{\text{Titre=Marion}} [\text{FILM}]]]] \cup$
 $[\text{ren}_{\text{Acteur} \rightarrow \text{Personne}} [\Pi_{\text{Acteur}} [\sigma_{\text{Titre=Marion}} [\text{FILM}]]]]$

Le schéma cible de l'expression porte sur l'attribut Personne.

La différence ensembliste (opération binaire)

les acteurs qui ne sont pas M-e-S

(E1) Projection de FILM sur Acteur : $\Pi_{\text{Acteur}}[\text{FILM}]$

(E2) Projection de FILM sur M-e-S : $\Pi_{\text{M-e-S}}[\text{FILM}]$

(E2') Renommer dans E2 l'attribut M-e-S par Acteur

$\text{ren}_{\text{M-e-S} \rightarrow \text{Acteur}}[\text{E2}]$

$[\Pi_{\text{Acteur}}[\text{FILM}]] - [\text{ren}_{\text{M-e-S} \rightarrow \text{Acteur}}[\Pi_{\text{M-e-S}}[\text{FILM}]]]$

Une requête difficile

les cinémas qui projettent tous les films de Poirier.

instance **film**

de **FILM**

Titre	M-e-S	Acteur
Marion	Poirier	Tetard
Marion	Poirier	Pisier
Western	Poirier	Pisier
Speed2	J. Bont	Bullock
Speed2	J. Bont	Patric

instance **prog**

de **PROG.**

Non-Ciné	Titre	Horaire
Trianon	Marion	20h00
Trianon	Marion	22h00
Trianon	Speed2	18h00
UGC	Speed2	20h00
Français	Marion	18h00
Français	Western	20h00
Français	Marion	22h00
Français	Speed2	16h00

Une requête difficile

les films dirigés par Poirier.

(E1) $\Pi_{Titre}[\sigma_{M-e-S=Poirier}[FILM]]$

E1(**film**)

res1

Res1	Titre
	Marion
	Western

Une requête difficile

les cinémas et les films (quelconques) qu'ils projettent.

(E2) $\Pi_{Nom_cineTitre}[PROG.]$

res2 = E2(**prog**)

Res2	Non-Cine	Titre
	Trianon	Marion
	Trianon	Speed2
	UGC	Speed2
	Français	Marion
	Français	Western
	Français	Speed2

Une requête difficile

créer une relation où tous les films de Poirier sont projetés dans tous les cinémas.

(E3) $[\Pi_{Nom_Cine}[PROG.]] \bowtie [\Pi_{Titre}[E1]]$

res3 = E3(**prog**, **res1**)

Res3	Non-Cine	Titre
	Trianon	Marion
	Trianon	Western
	UGC	Marion
	UGC	Western
	Français	Marion
	Français	Western

Une requête difficile

[E3]-[E2] donne pour chaque ciné les films de Poirier qu'il ne projette pas !

$$\mathbf{res4} = (\mathbf{res3} - \mathbf{res2})$$

Res4	Non-Cine	Titre
	Trianon	Western
	UGC	Marion
	UGC	Western

Une requête difficile

Les cinémas projetant tous les films de Poirier sont obtenus par :

$[\Pi_{Nom_Cine}[PROG.]] - [\Pi_{Nom_Cine}[[E3]-[E2]]]$

res

Res	Non-Cine
	Français