Introduction aux bases de données relationnelles

M2 TNAH – 2019-2020

Objectifs

Découvrir les principaux concepts des bases de données relationnelles : entité, attribut, association, cardinalité, clé primaire, clé secondaire, table, champ, enregistrement, opérations CRUD, etc.

- Cerner les principaux écueils de la modélisation.
- Construire une première base.
- Écrire des requêtes, exporter et exploiter les résultats.

SQLite / MySQL

Une première base

Philippe RIGAUX, *Pratique de MySQL et PHP*, O'Reilly, 3e édition, 2005, chap. 5 (« Création d'une base MySQL »)

titre	année	nom_realisateur	prenom_realisateur	annee_naissance
Alien	1979	Scott	Ridley	1943
Vertigo	1958	Hitchcock	Alfred	1899
Psychose	1960	Hitchcock	Alfred	1899
etc.				

Tableur : des tables et des enregistrements
Problèmes ?

Insertion

- Unicité : comment empêcher de représenter plusieurs fois le même réalisateur ?
- Intégrité : un réalisateur peut apparaître plusieurs fois et décrit de différentes manières (annee_naissance).

Modification

- Maintenir la cohérence des données : si je modifie la date de naissance pour le premier enregistrement "Hitchcock" (*Vertigo*), comment garantir le report de l'information pour le second enregistrement "Hitchcock" (*Psychose*) ? Comment gérer les homonymes ?

Suppression

- Perte d'information : on ne peut pas supprimer un film sans supprimer le réalisateur.

films

titre	annee
Alien	1979
Vertigo	1958
Psychose	1960

realisateurs

nom_realisateur	prenom_realisateur	annee_naissance
Scott	Ridley	1943
Hitchcock	Alfred	1899

Pour éviter les redondances, on peut représenter séparément les films et les réalisateurs.

Problème : comment identifier de manière unique un film et un réalisateur ?

films

id	titre	annee
1	Alien	1979
2	Vertigo	1958
3	Psychose	1960

realisateurs

id	nom_realisateur	prenom_realisateur	annee_naissance
1	Scott	Ridley	1943
2	Hitchcock	Alfred	1899

Notions

- **Entité**
- **Enregistrement**
- **Attribut**
- **Clé primaire (identifiant) : attribut qui identifie un enregistrement**

Problème

- **Comment représenter le lien entre un film et un réalisateur ?**

films

id	titre	annee	id_realisateur
1	Alien	1979	1
2	Vertigo	1958	2
3	Psychose	1960	2

realisateurs

id	nom_realisateur	prenom_realisateur	annee_naissance
1	Scott	Ridley	1943
2	Hitchcock	Alfred	1899

Notions

- **Clé étrangère : attribut qui référence le champ d'une autre table**

Problème

Ce référencement par clé étrangère ne fonctionne que dans le cas où nous considérons qu'un film est réalisé par un unique réalisateur.

Un film peut être coréalisé, par exemple :

Les statues meurent aussi, court métrage documentaire réalisé par Chris Marker, Alain Resnais et Ghislain Cloquet, sorti en 1953.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_statues_meurent_aussi

films

id	titre	annee
1	Alien	1979
2	Vertigo	1958
3	Psychose	1960
4	Les statues…	1953

?

id_film	id_realisateur
1	1
2	2
3	2
4	3
4	4
4	5

realisateurs

id	nom_realisateur	prenom_realisateur	annee_naissance
1	Scott	Ridley	1943
2	Hitchcock	Alfred	1899
3	Marker	Chris	1921
4	Resnais	Alain	1922
5	Cloquet	Ghislain	1924

Une **association** est une liaison qui a une signification précise entre plusieurs entités.

Ici : “un réalisateur ? un film”

Notions, interro surprise !

- Entité
- Attribut
- Table
- Enregistrement
- Association
- Clé primaire
- Clé étrangère

Conception des bases de données : modèle Entité-Association

Deux phases :

1. **Réalisation du modèle conceptuel (MCD)**
   La modélisation conceptuelle est une étape délicate : définition des données, de leur mode d'évolution dans le temps et des relations entre elles. Formalisme de type Entité-Association.

2. Traduction du MCD en un modèle logique, relationnel (MRD) dans notre cas
   Définition de l'ensemble des objets manipulables par le SGBD-R.

Modèle conceptuel (1/2)

Le modèle conceptuel décrit les **entités** (*Film*, *Réalisateur*), leurs **attributs** (*titre*, *nom*, *date de naissance*), les **associations** (*réalise*) entre ces entités et leur **cardinalité**.

Une **entité** est une chose concrète ou abstraite qui peut être reconnue distinctement et qui est caractérisée par son unicité.
NB: type-entité (*Film*) / entités (*Vertigo*) : “population homogène d’individus” qui possèdent des propriétés communes”.
Par abus de langage, le terme entité est (toujours) utilisé pour désigner le type-entité et ses entités.

Une **association** est une liaison qui a une signification précise entre plusieurs entités : “Un réalisateur *réalise* un film.”

Un **attribut** (ou propriété) est une caractéristique associée à une entité (type-entité) ou à une association.

- Un attribut ne pas être partagé par plusieurs entités ou associations.
- Un attribut est une donnée élémentaire : il n’est ni calculé, ni dérivé (*date de naissance* / *âge*).
- Un attribut peut caractériser une association lorsqu’il dépend de toutes les entités liées par l’association (*rôle*).

Modèle conceptuel (2/2)

La **cardinalité** est le **nombre d'occurrences minimal et maximal**, exprimé sous la forme d'un couple (*min*, *max*), d'une association par rapport à chaque occurrence d'une entité donnée.

Un réalisateur *réalise **un à n*** film(s) (1, n)
Un film *est réalisé par **un à n*** réalisateur(s) (1, n)

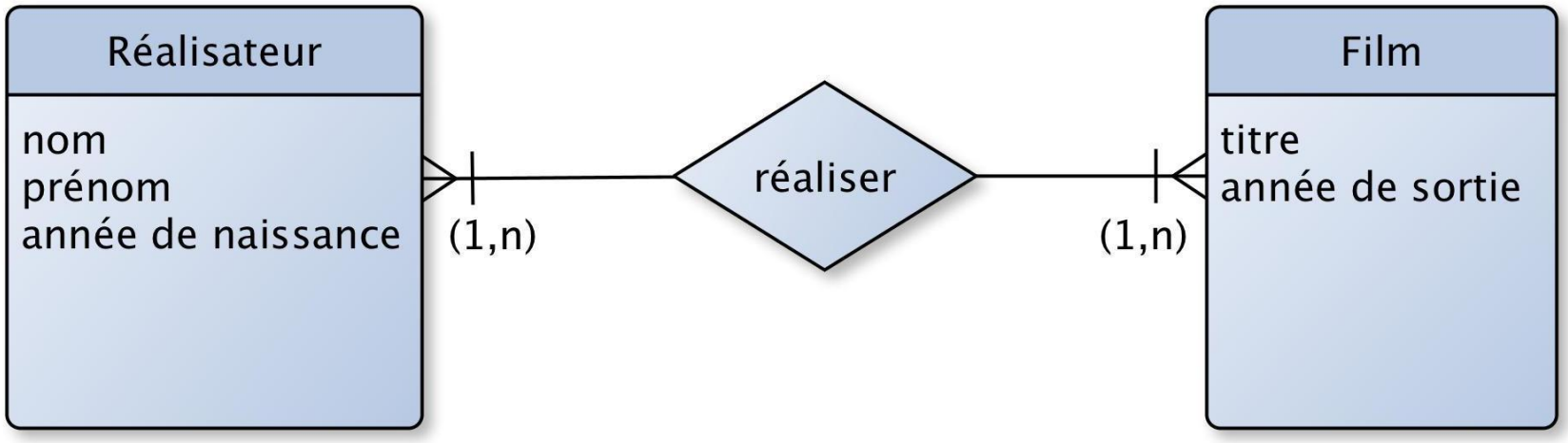
D'une entité donnée **vers une association** donnée :

La cardinalité **minimale** peut être **0 ou 1**.
La cardinalité **maximale** peut être **1 ou n**.

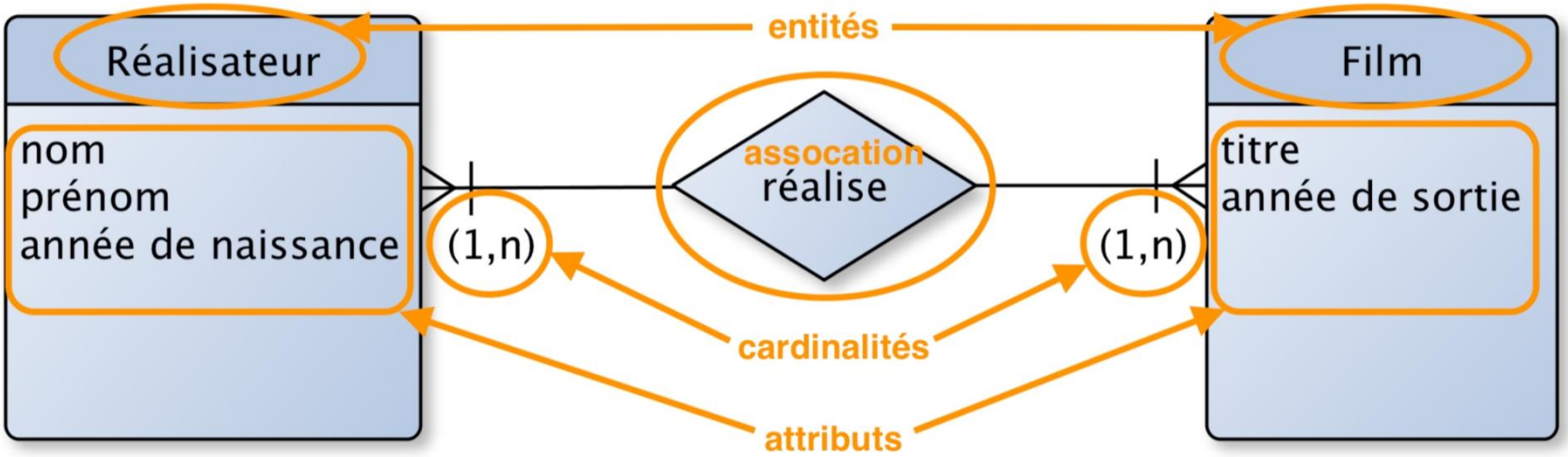
Une cardinalité minimale de 1 doit se justifier par le fait que les individus de l'entité en question ont besoin de l'association pour exister. Dans tous les autres cas, la cardinalité minimale vaut 0.

- Une personne réalise 0 à n films(s).
- Un réalisateur réalise 1 à n films(s).
- Un film est réalisé par 1 à n réalisateur(s).

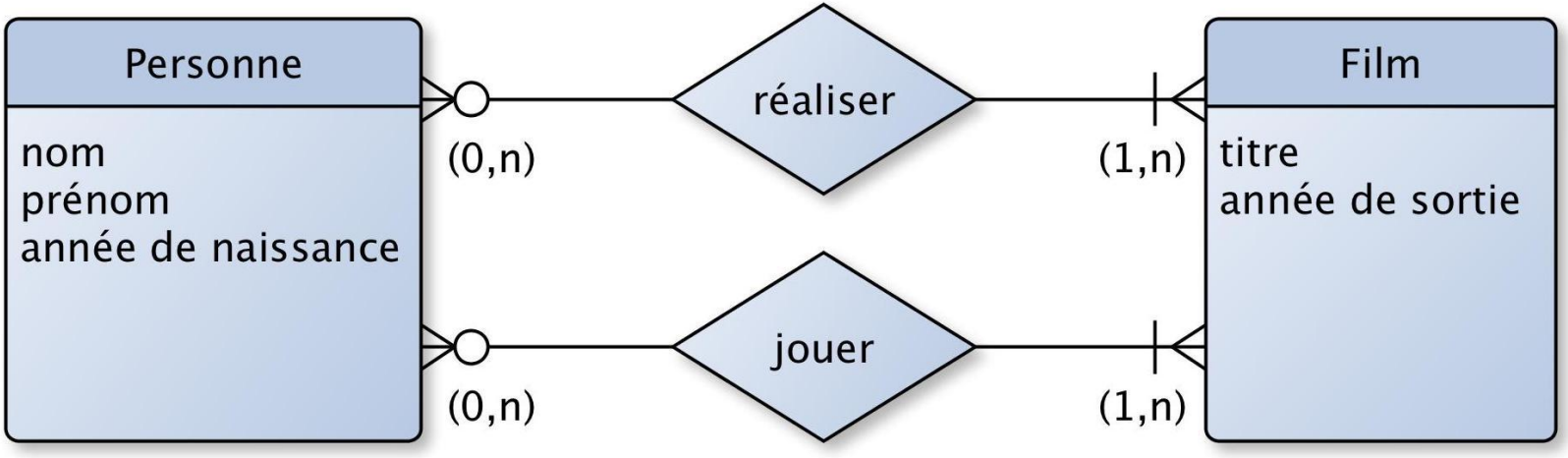
Le choix des cardinalité est ESSENTIEL (moment décisif). Moment délicat de la modélisation.



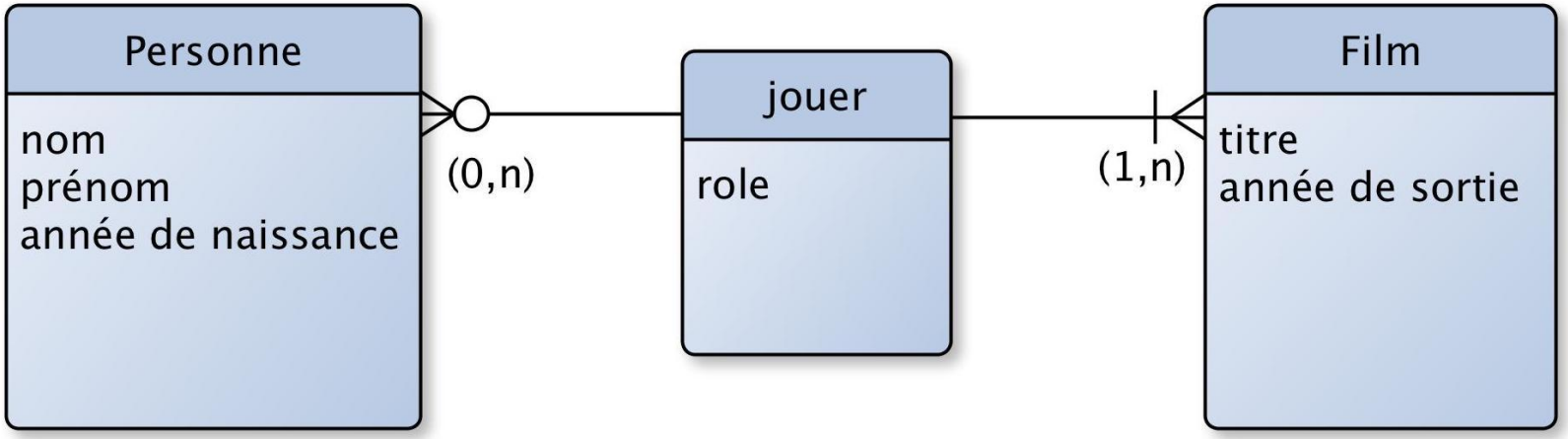
On peut représenter le MCD sous la forme d’un diagramme.



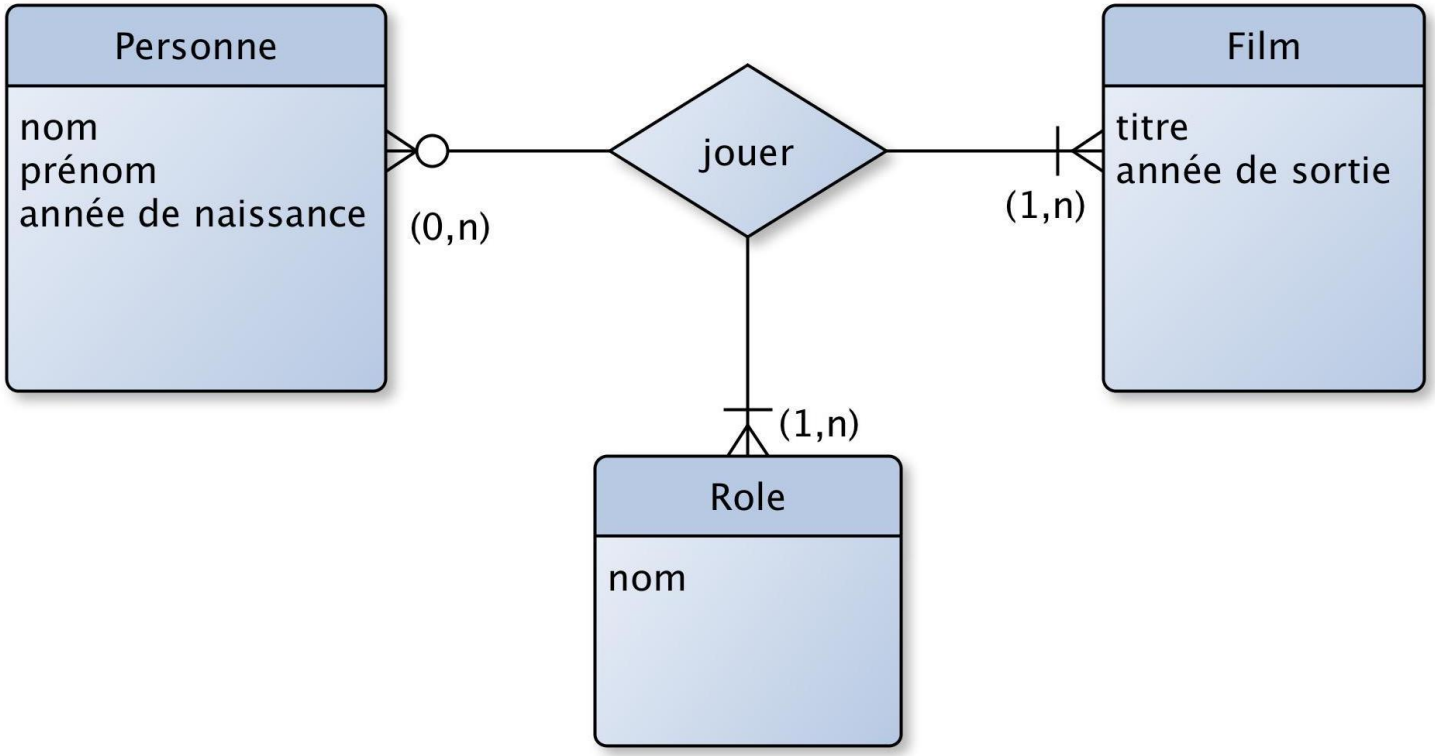
NB. Deux entités peuvent avoir plusieurs associations différentes…



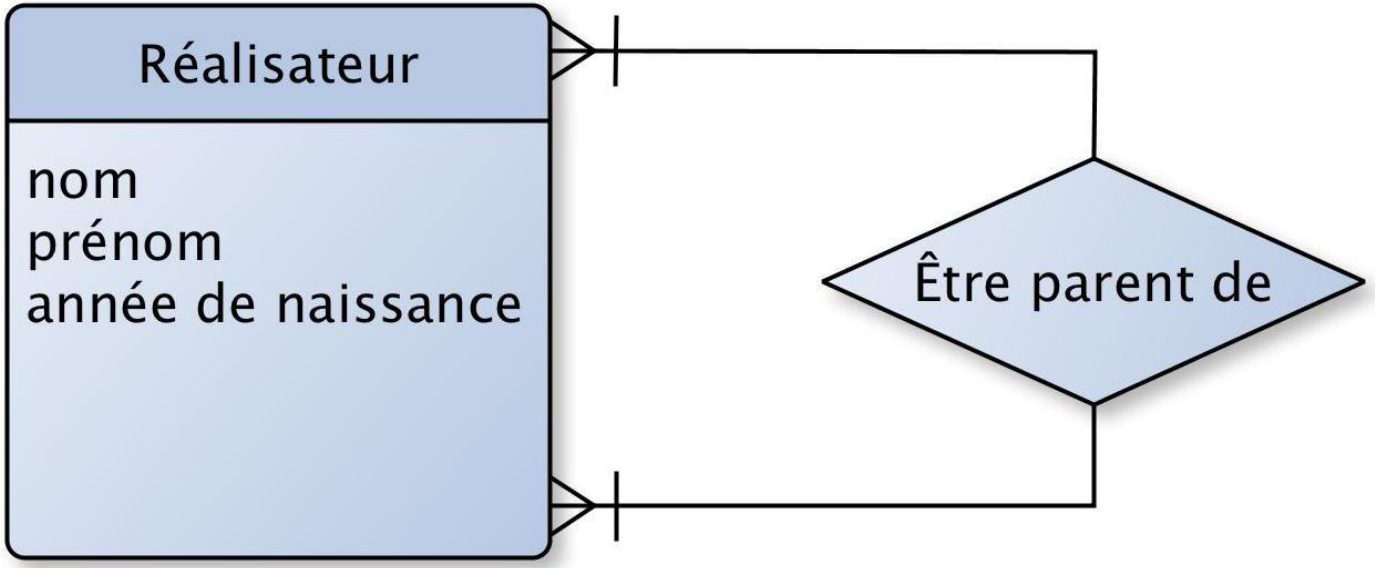
Exemple d'**association plurielle** : des associations différentes relient les mêmes entités.
NB. Une association peut avoir des attributs…



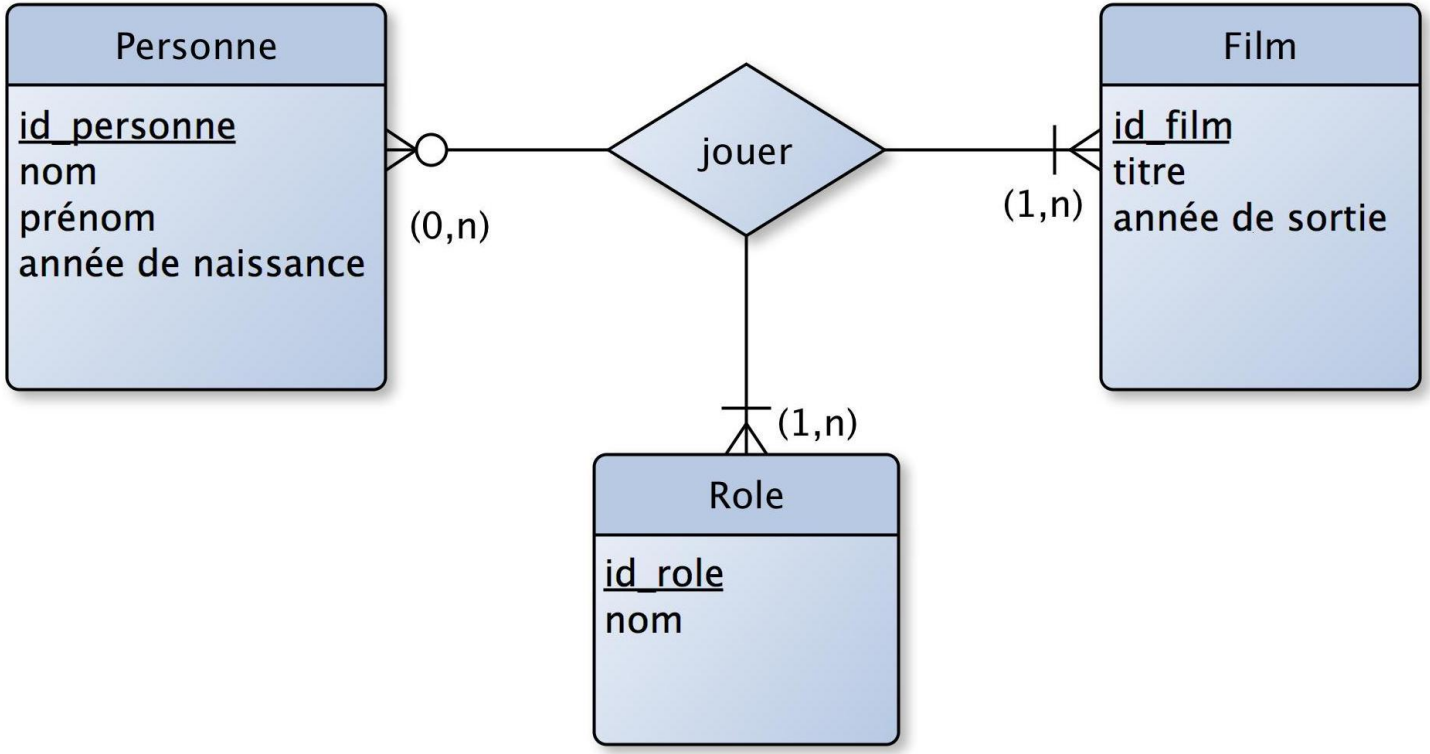
Comment faire si un acteur incarne plusieurs personnages dans un même film ?
Par ex., Guillaume Gallienne dans *Les garçons et Guillaume, à table !* (son propre rôle et celui de sa mère) ou Christian Bale dans *Batman* (Bruce Wayne et Batman).



Une association n'est pas toujours binaire. Cas ici d'une **association ternaire**.
Dimension ou "arité" d'une association : le nombre d'entités contenus dans l'association (n-aire)
NB : les cas où n > 2 sont rares et vite problématiques…
Et si n = 1 ?

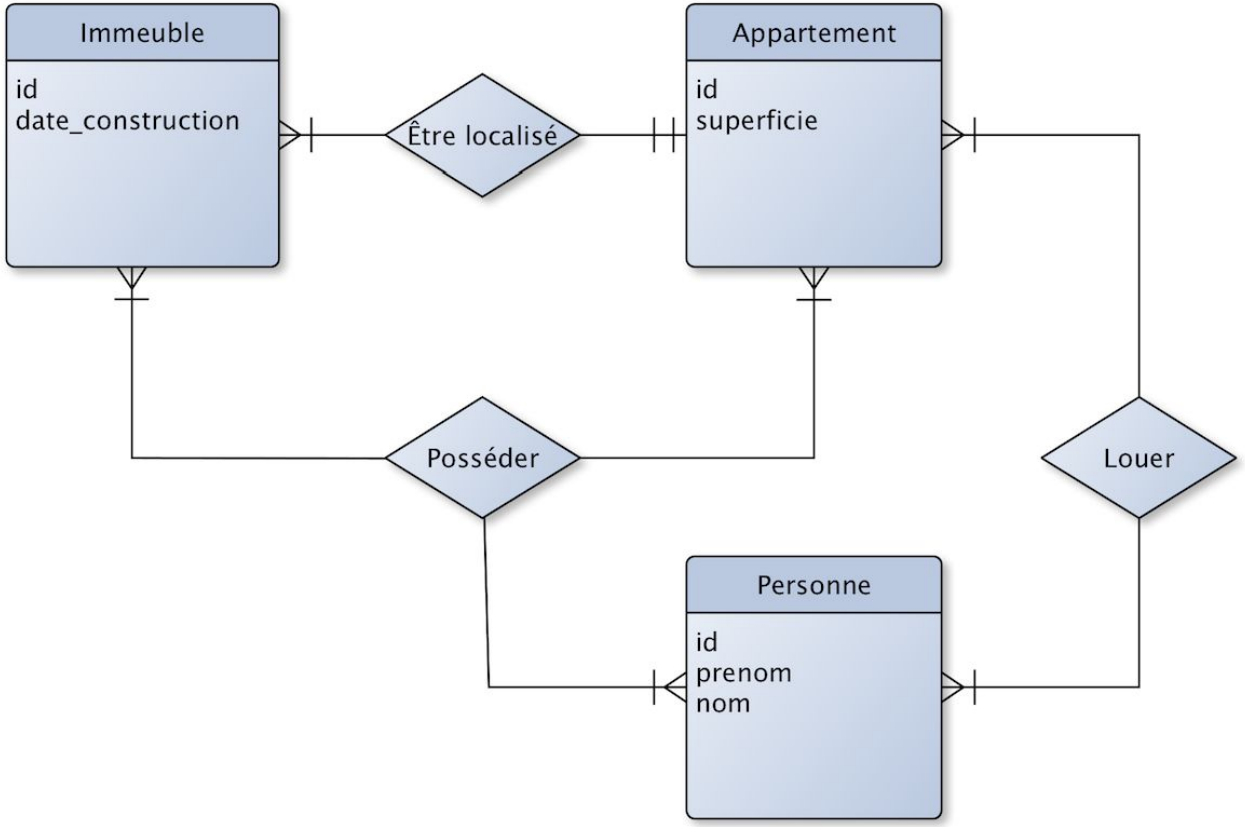


Exemple d'**association 1-aire ("unaire")** : Francis Ford et Sofia Coppola, Michel et Jacques Audiard.
Pour finaliser le diagramme, il faut repérer (souligner) les clés primaires.

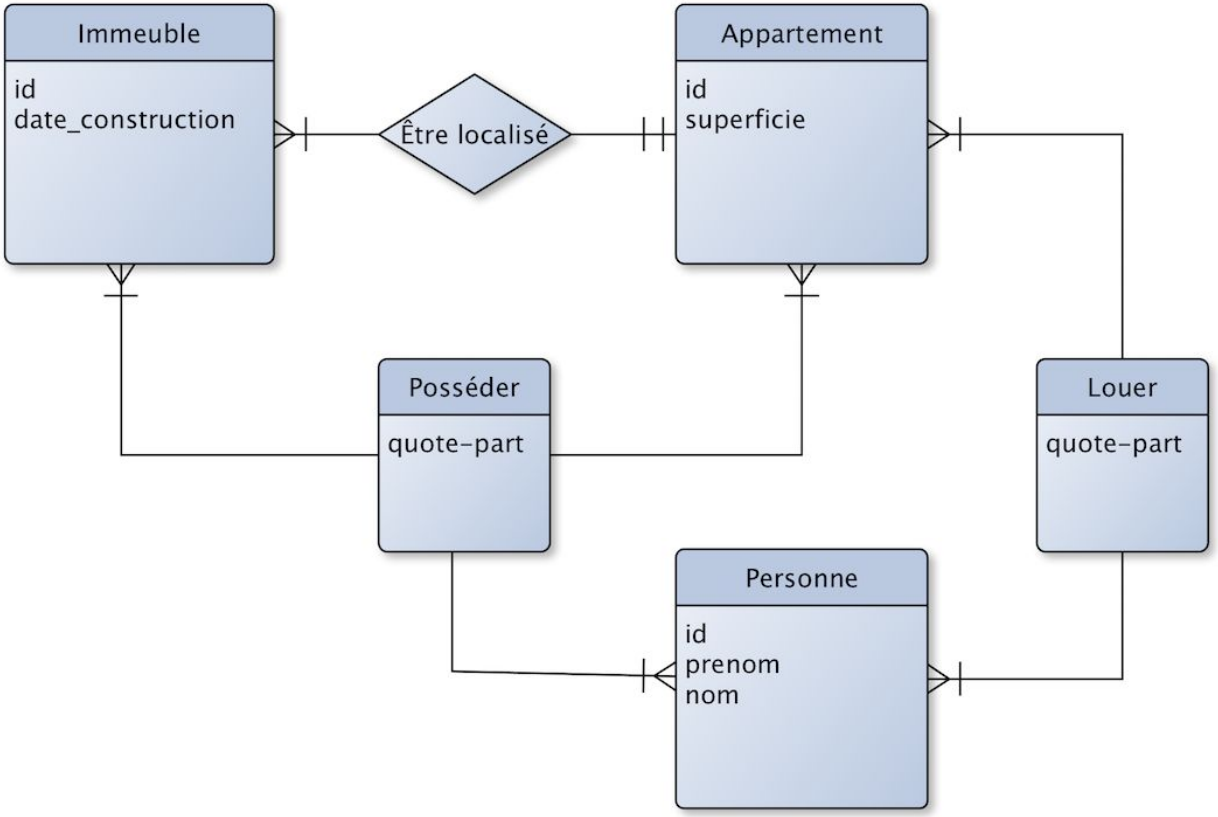

Personne
id_personne
nom
prénom
année de naissance
(0,n)
jouer
(1,n)
Film
id_film
titre
année de sortie
(1,n)
Role
id_role
nom

MCD et cardinalités, exercice

- Immeuble / Appartement
- Ouvrage / Auteur / Type
- Musicien / Groupe / Album
- JO / Athlète / Pays
- Ville / Département / Région
- Ville / Département / Région / Pays ?
- Immeuble / Appartement / Propriétaire / Locataire



Immeuble, MCD



Immeuble, MCD + attributs sur les associations

Modélisation – quelques règles

Normalisation des attributs

- remplacer les attributs (factorisation) qui apparaissent dans plusieurs entités par une entité spécifique reliée aux premières via des associations (*Client.**adresse*** et *Fournisseur.**adresse***).
- Ne pas avoir d'attribut calculable à partir des autres (***âge***).

Identifiants. Chaque entité possède au moins un identifiant, **éventuellement formé de plusieurs attributs**.

Normalisation des attributs d'association : ex. Un Lecteur emprunte un Livre ; que se passe-t-il si le lecteur emprunte plusieurs fois le même livre ?

Modélisation : les formes normales

Une forme normale désigne un type de relation particulier entre les entités.
Le but essentiel de la normalisation est d'**éviter les anomalies transactionnelles** pouvant découler d'une mauvaise modélisation des données et ainsi éviter un certain nombre de problèmes potentiels tels que les anomalies de lecture, les anomalies d'écriture, la redondance des données et la contre performance.
Les formes normales s'emboitent les unes dans les autres, tant et si bien que le respect d'une forme normale de niveau supérieur implique le respect des formes normales des niveaux inférieurs. Il existe huit formes normales, les trois premières étant les plus connues et usitées.

En pratique, la première et la deuxième forme normale sont nécessaires pour avoir un modèle relationnel juste. Les formes normales supplémentaires ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Modélisation : les formes normales

Les avantages sont :

- de limiter les redondances de données ;
- de limiter les incohérences de données qui pourrait les rendre inutilisables ;
- d'éviter les processus de mise à jour (réécritures).

Les inconvénients sont :

- des temps d'accès potentiellement plus longs si les requêtes sont trop complexes ;
- une plus grande fragilité des données étant donné la non redondance (lecture impossible)
- un manque de flexibilité au niveau de l'utilisation de l'espace disque

Pour des petites bases de données, se limiter à la troisième forme normale est généralement une des meilleures solutions d'un point de vue architecture de base de données.

Première forme normale (1FN)

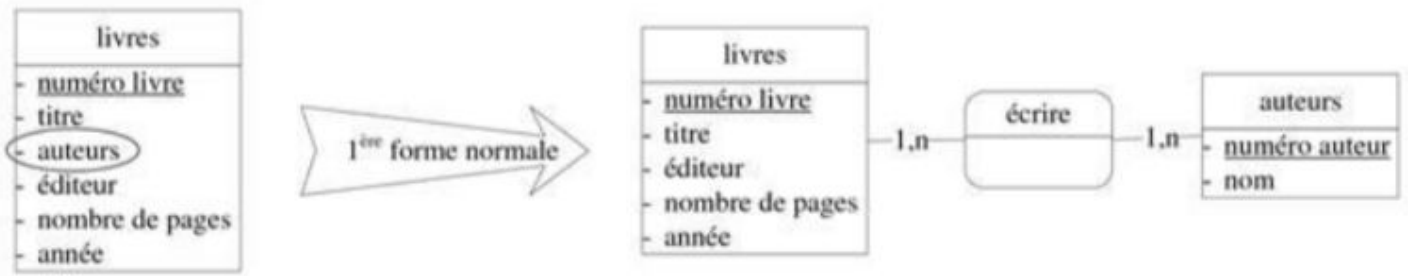
Relation dont tous les **attributs** :

- contiennent une **valeur atomique** (les valeurs ne peuvent pas être divisées en plusieurs sous-valeurs dépendant également individuellement de la clé primaire) ;
- contiennent des **valeurs non répétitives** (tout attribut a une valeur et non pas un ensemble ou une liste de valeurs) ;
- sont **constants dans le temps** (utiliser par exemple la date de naissance plutôt que l'âge).

Le non-respect de deux premières conditions de la 1FN rend la recherche parmi les données plus lente parce qu'il faut analyser le contenu des attributs. La troisième condition quant à elle évite qu'on doive régulièrement mettre à jour les données.

1FN, exemple

Si un attribut prend plusieurs valeurs, alors ces valeurs doivent faire l'objet d'une entité supplémentaire, en association avec la première.



Application de la première forme normale
Il peut y avoir plusieurs auteurs pour un livre donné.

Deuxième forme normale (2FN)

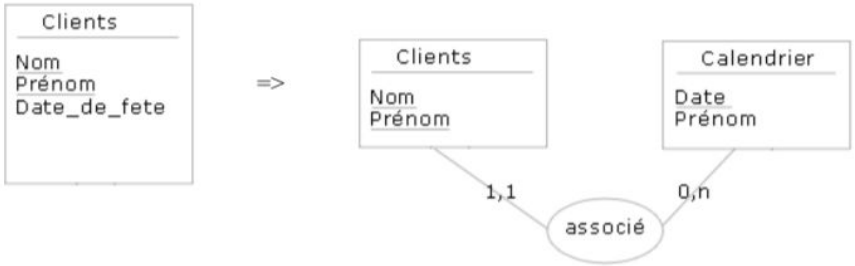
Respecte la deuxième forme normale, la relation respectant la 1FN et dont :

- Tout attribut ne composant pas un identifiant dépend d'un identifiant (de cet identifiant entier, non pas seulement d'une de ses parties).

Le non-respect de la 2FN entraine une redondance des données qui encombrent alors inutilement la mémoire et l'espace disque.

2FN, exemple

Un fleuriste stocke des données clients (nom, prénom, date_de_fête) afin d'offrir des fleurs lors de la fête de ses clients.
Dans l'entité *Client* la date de fête d'un client ne dépend pas de son identifiant en entier mais seulement de prénom. Elle ne doit pas figurer dans l'entité *Client*, il faut donc faire une entité calendrier à part, en association avec l'entité clients.



Application de la deuxième forme normale

2FN, exercice

Gestion de compte bancaire

Operation(
  numero_compte,
  code_operation,
  date_operation,
  nom,
  prenom,
  libelle_operation,
  montant)

2FN, solution

On note que :

- *nom* et *prenom* dépendent fonctionnellement de *numero_compte*
- *libelle_operation* dépend fonctionnellement de *code_operation*

Solution. On va obtenir les entités et associations suivantes :

- Compte(numero_compte, nom, prenom)
- Operation(code_operation, date_operation, libelle_operation, montant)

Troisième forme normale (3FN)

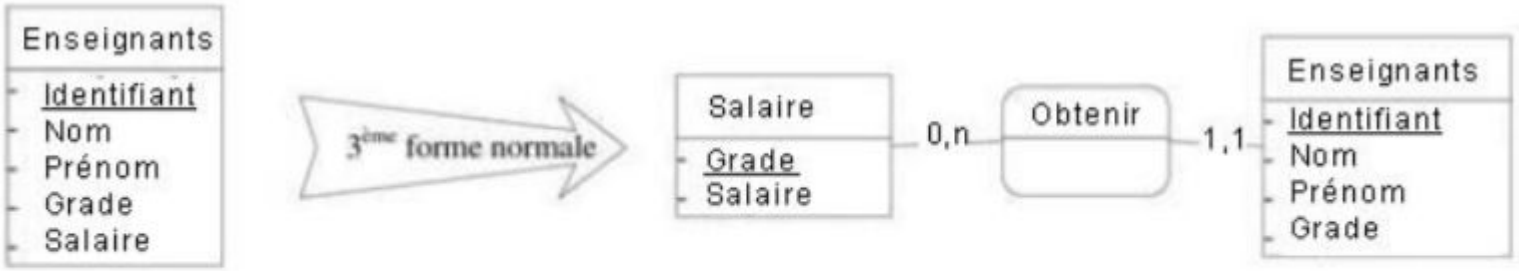
Relation respectant la 2FN et dont :

- tout attribut ne composant pas un identifiant dépend d'un identifiant (ou : tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas d'un attribut non clé).

Le non-respect de la 2FN entraine une redondance des données qui encombrent alors inutilement la mémoire et l'espace disque.

Tous les attributs d'une entité doivent dépendre directement de son identifiant et d'aucun autre attribut. Si ce n'est pas le cas, il faut placer l'attribut pathologique dans une entité séparée, mais en association avec la première.

3FN, exemple



Application de la troisième forme normale

Conception des bases de données : modèle Entité-Association

Deux phases :

1. Réalisation du modèle conceptuel (MCD)
   La modélisation conceptuelle est une étape délicate : définition des données, de leur mode d'évolution dans le temps et des relations entre elles. Formalisme de type Entité-Association.

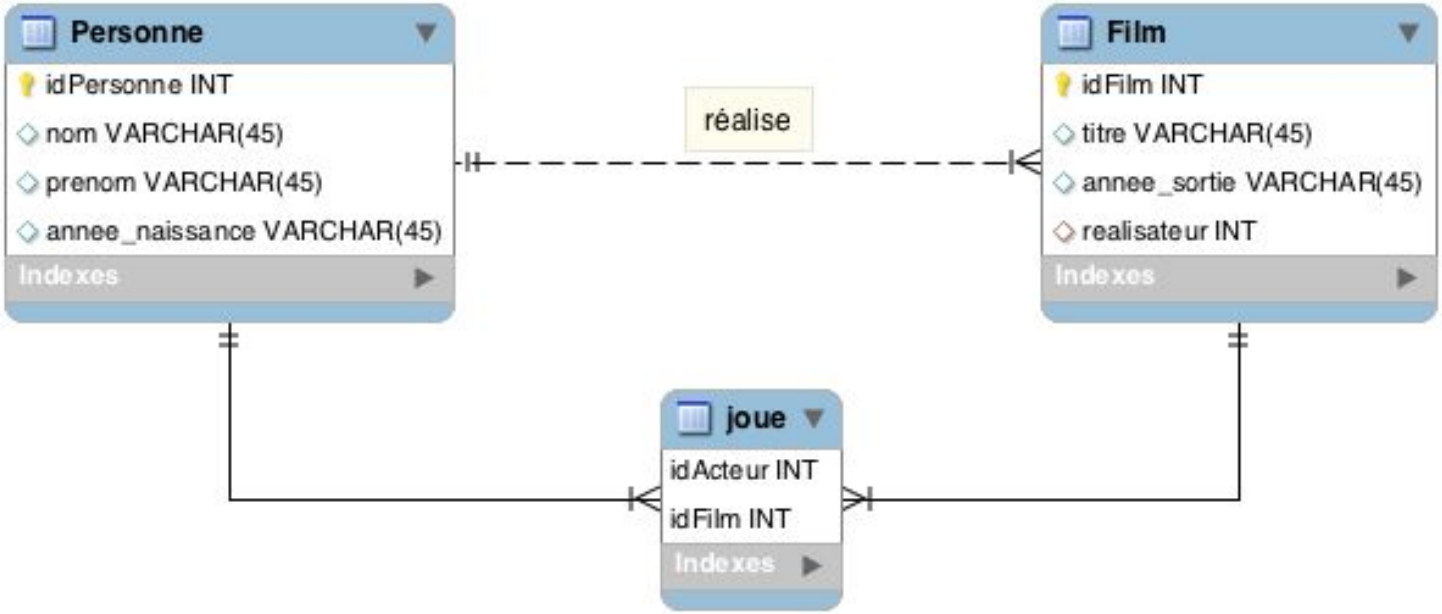
2. **Traduction du MCD en un modèle logique, relationnel (MRD) dans notre cas**
   Définition de l'ensemble des objets manipulables par le SGBD-R.

Modèle relationnel (MRD)

Transformation du modèle conceptuel (MCD) en modèle logique, ici relationnel (MRD).

MCD	MRD
entité	table
attribut (propriété)	attribut
identifiant	clé primaire
association et cardinalité	clé étrangère (relation 1:n) | table (relation n:n)

(0|1:1) — (0|1:n) → relation 1:n → la relation est matérialisée par l'ajout d'une clé étrangère.
(0|1:n) — (0|1:n) → relation n:n → la relation donne lieu à la création d'une table.


Personne
idPersonne INT
nom VARCHAR(45)
prenom VARCHAR(45)
annee_naissance VARCHAR(45)
Indexes
réalise
Film
idFilm INT
titre VARCHAR(45)
annee_sortie VARCHAR(45)
realisateur INT
Indexes
joue
idActeur INT
idFilm INT
Indexes

MRD exercice 1/3 : Immeuble

Pour l’exemple “Immeuble / Appartement / Propriétaire” :

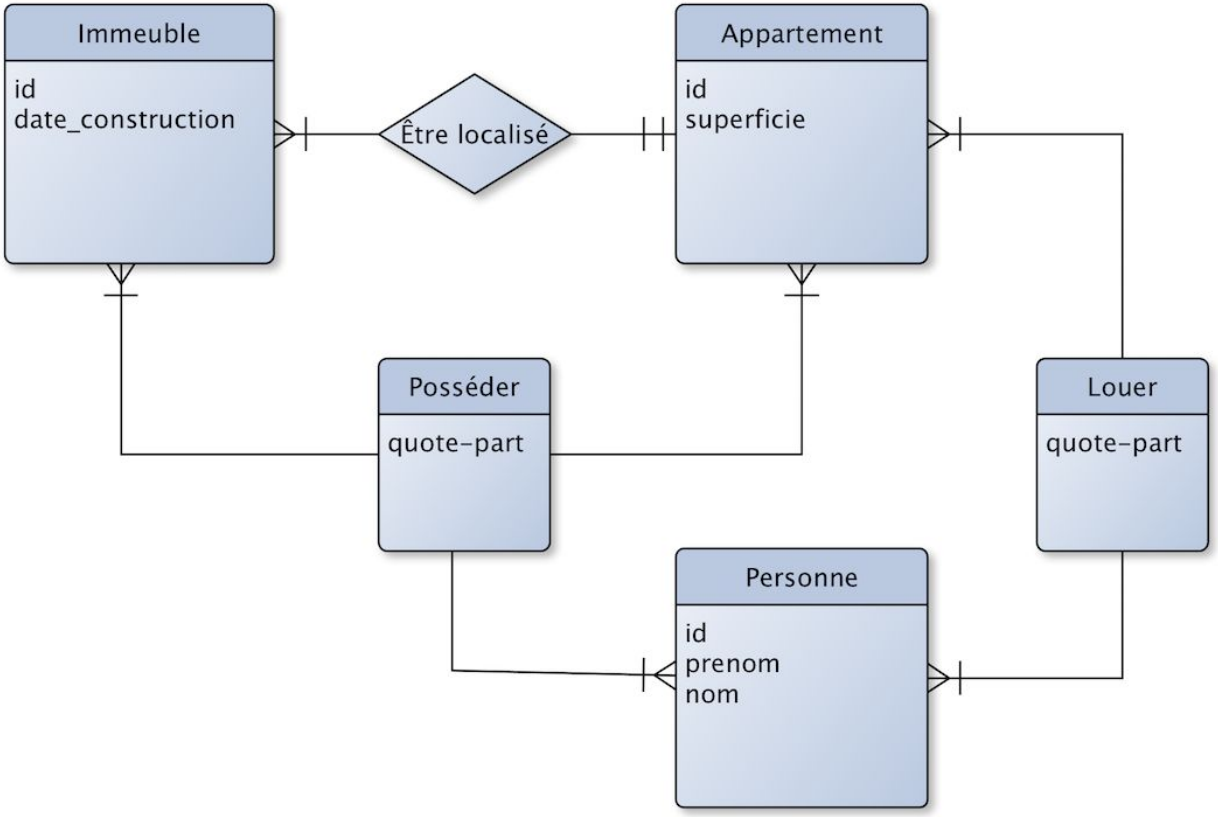
- Dessiner le MRD
- Installer MySQL Workbench
  https://www.mysql.com/fr/products/workbench/
  `sudo apt install mysql-workbench`
- Construire le MRD avec Workbench
- Exporter le script SQL pour générer la base

Identifying/non-identifying relationships

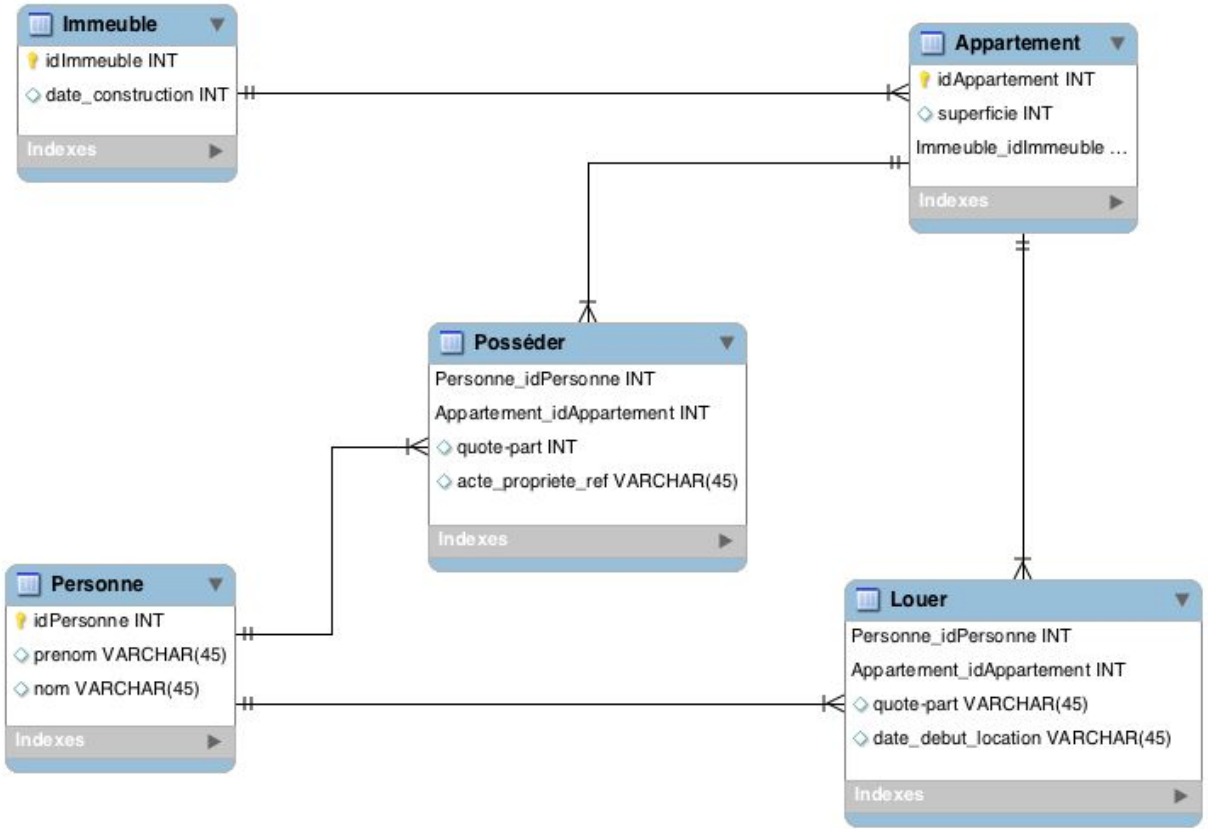
https://forums.mysql.com/read.php?125,590251,594011

- ***Identifying relationship*** : lorsque l'identité/l'existence de l'entité enfant dépend uniquement de l'entité mère. Pas d'entité mère signifie pas d'entité enfant.
  Par **exemple**, si vous supprimez une commande (table *order*), vous voulez probablement que toutes les factures relatives à la commande disparaissent également (*order_line_item*). Ainsi, l'identité d'une facture dépend uniquement de l'existence d'une commande correspondante.
  → **On inscrit la clé primaire du parent dans la colonne clé primaire de l'enfant (avec les autres colonnes nécessaires garantir l'unicité).**

- ***Non-identifying relationship*** : l'entité enfant peut se suffire à elle-même sans l'entité mère.
  Par **exemple**, dans le cas de tables *author* et *book*. On peut stocker des données sur un livre, sans savoir qui en, est l'auteur. L'identité/l'existence du livre est indépendante de l'information de l'auteur.
  → **On inscrit la colonne clé primaire du parent dans la table de l'enfant, mais pas dans la clé primaire.**



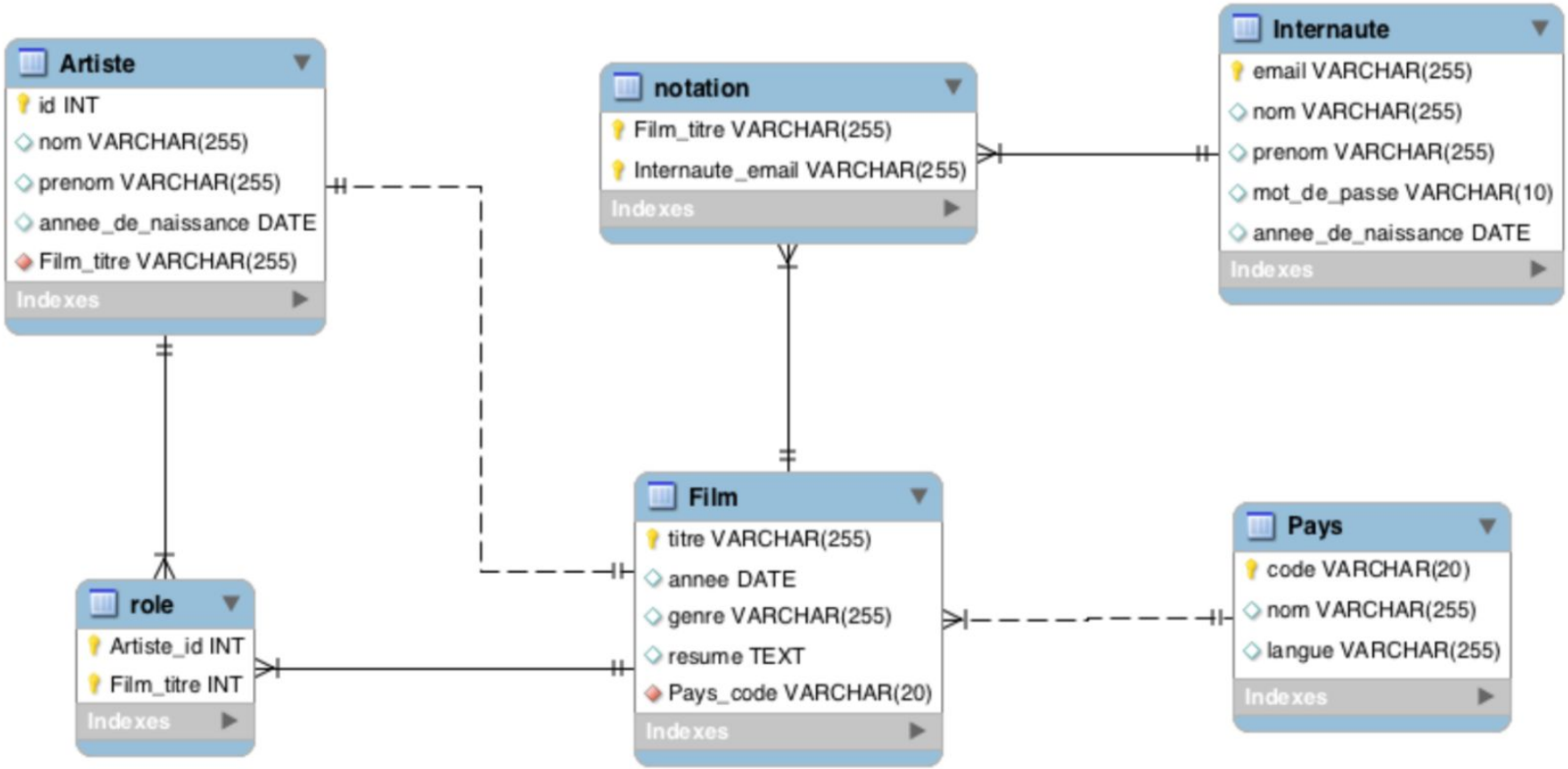
Immeuble / Appartement, MCD



Immeuble / Appartement, MRD

MRD exercice 2/3 : idem, Films

- Entités et propriétés
  - Un *Artiste* : nom, prénom, naissance
  - Un *Film* : titre, année, genre, résumé, pays
  - Un *Internaute* : id ?, nom, prénom, passwd, naissance
- Associations
  - Artiste réalise UN / joue dans DES films
  - Un Artiste ne tient qu'un rôle par film
  - Un internaute note des films


Artiste
id INT
nom VARCHAR(255)
prenom VARCHAR(255)
annee_de_naissance DATE
Film_titre VARCHAR(255)
Indexes
notation
Film_titre VARCHAR(255)
Internaute_email VARCHAR(255)
Indexes
Internaute
email VARCHAR(255)
nom VARCHAR(255)
prenom VARCHAR(255)
mot_de_passe VARCHAR(10)
annee_de_naissance DATE
Indexes
role
Artiste_id INT
Film_titre INT
Indexes
Film
titre VARCHAR(255)
annee DATE
genre VARCHAR(255)
resume TEXT
Pays_code VARCHAR(20)
Indexes
Pays
code VARCHAR(20)
nom VARCHAR(255)
langue VARCHAR(255)
Indexes

MRD exercice 3/3 : Base prosopographique des architectes diocésains

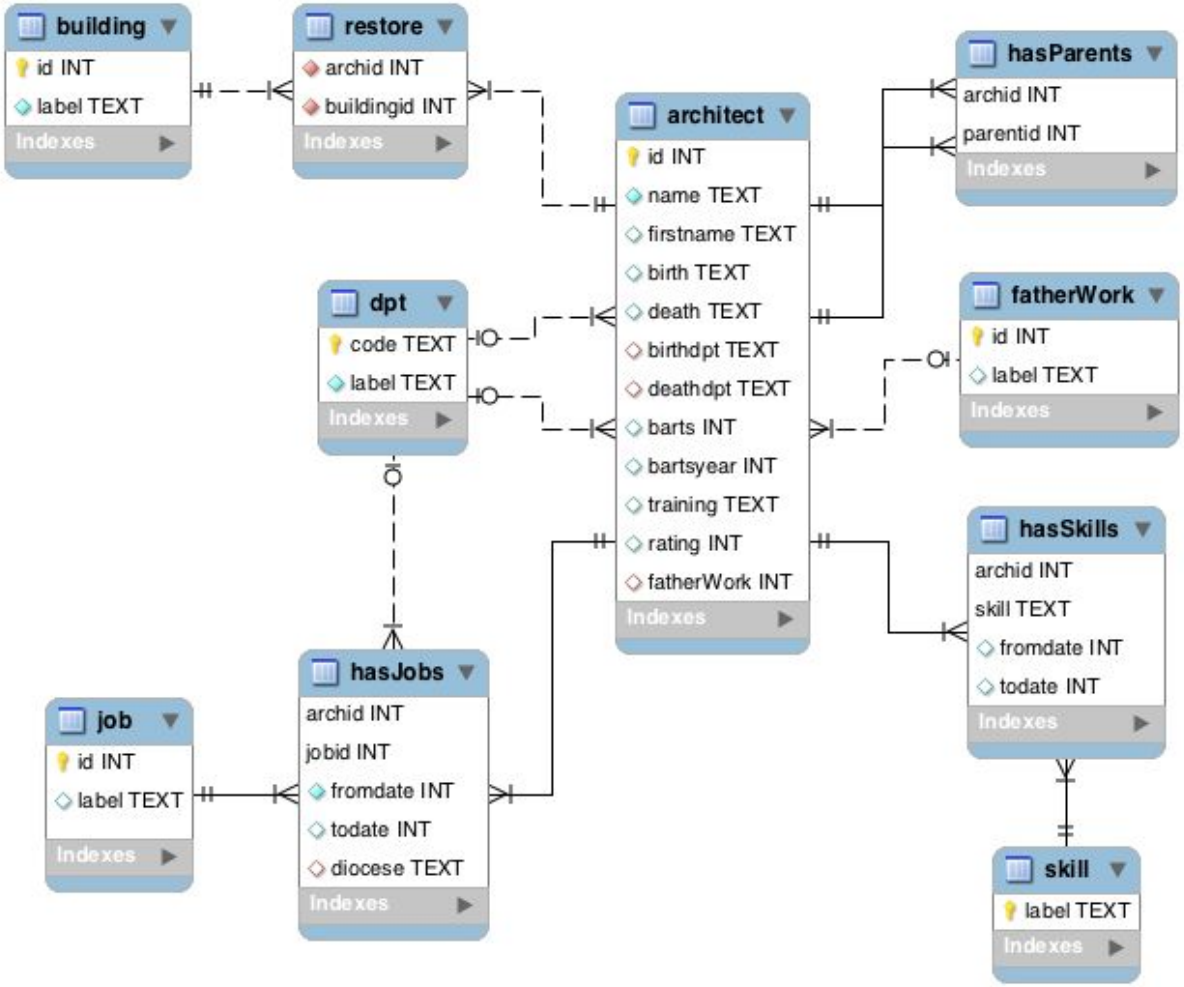
Dans les notices d'architectes,
vous avez relevé les informations suivantes :

- *name*: nom
- *firstname*: prénom
- *birth*: date de naissance
- *death*: date de mort
- *birthdpt*: département de naissance
- *deathdpt*: lieu de mort
- *barts*: formation aux beaux-arts (oui|non)
- *bartsyear*: année de promotion aux beaux-arts
- *skill*: domaine(s) de compétence (cathédrale|séminaire|églises|tout)
- *rating*: appréciation de la hiérarchie en 1853
- *fatherWork*: milieu professionnel du père (liste d'autorité)
- *hasParent*: parenté avec un autre membre de la base
- poste(s) d'architecte diocésain :
  - *job*: attributions (architecte|inspecteur|suppléant|honoraire)
  - *fromdate*: date de début (unique)
  - *todate*: date de fin (unique)
  - *diocese*: diocèse (unique)
- chantier(s): *building* et *restore*

Associations :

- Un architecte (*Architect*) restaure (*restore*) des bâtiments (*Building*).
- Un architecte exerce (*hasJobs*) une / des fonctions (*Job*).
- Un architecte exerce cette fonction dans un département (*Dpt*).
- Un architecte peut être le parent (*hasParents*) d'un autre.
- Un arcchites a (*hasSkills*) des spécialités (*Skill*).

1. **Dessiner le MCD**
2. **Créer le diagramme du MRD avec Workbench.**


building
id INT
label TEXT
Indexes
restore
archid INT
buildingid INT
Indexes
architect
id INT
name TEXT
firstname TEXT
birth TEXT
death TEXT
birthdpt TEXT
deathdpt TEXT
barts INT
bartsyear INT
training TEXT
rating INT
fatherWork INT
Indexes
hasParents
archid INT
parentid INT
Indexes
dpt
code TEXT
label TEXT
Indexes
fatherWork
id INT
label TEXT
Indexes
hasSkills
archid INT
skill TEXT
fromdate INT
todate INT
Indexes
hasJobs
archid INT
jobid INT
fromdate INT
todate INT
diocese TEXT
Indexes
job
id INT
label TEXT
Indexes
skill
label TEXT
Indexes

Générer le script de création de la base

- Dans MySQL Workbench :
  `File > Export > Forward Engineer SQL CREATE Script…`
- Lire le **script SQL** de création de la base de données
- Découvrir les premières **instructions** (***statements***)
- **Problème** : on est dépendant du SGBDR MySQL
- On va écrire à la main notre premier notre premier script SQL…

DB Browser for SQLite

- Installer DB Browser (3.10.1 et PAS LA BETA !) : https://sqlitebrowser.org/
- Créer la base de données `architect`: `Fichier > Nouvelle base de données`…
- Vous pouvez l'enregistrer sur le bureau (`architect.db`).
- Explorer sa structure et ses données : c'est évidemment vide…
- Il faut créer les tables…

CREATE TABLE Statement

https://www.sqlite.org/lang_createtable.html
http://www.sqlitetutorial.net/sqlite-create-table/

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [schema_name].table_name (
     column_1 data_type PRIMARY KEY,
     column_2 data_type NOT NULL,
     column_3 data_type DEFAULT 0,
     table_constraint
) [WITHOUT ROWID];
```

- **Attributs** : nom de la table, nom de la base de données, nom des colonnes et leur **data type** et les contraintes associées.
- **Clauses** [optionnelles] : `IF NOT EXISTS`
- **Contraintes** : `PRIMARY KEY`, `UNIQUE`, `NOT NULL`...
- **Data Types** : `INTEGER`, `TEXT`, `BOOLEAN`

CREATE TABLE, exemple

```
CREATE TABLE architect (
  id           INTEGER PRIMARY KEY,
  name         TEXT NOT NULL,
  firstname    TEXT,
  birth        TEXT,
  death        TEXT,
  birthdpt     TEXT NULL REFERENCES dpt(code),
  deathdpt     TEXT NULL REFERENCES dpt(code),
  barts        BOOLEAN NOT NULL DEFAULT 0,
  bartsyear    INTEGER,
  training     TEXT,
  rating       INTEGER,
  fatherWork   INTEGER NULL REFERENCES fatherWork(id)
);
```

CREATE TABLE, exercice

- Exécuter l'exemple dans DB Browser.
- Explorer la structure et les données de la base `architect`.
- Rédiger et exécuter le script de création de la base de données `architect`.
- Créer un enregistrement dans notre base…

INSERT – ABADIE Paul, père : http://elec.enc.sorbonne.fr/architectes/0

Bordeaux, 22 juillet 1783, Bordeaux, 24 décembre 1868.

Il était lui-même le fils d'un entrepreneur de plâtrerie. Sur sa carrière et ses oeuvres, cf. Bauchal et Lacaine. Il est intéressant de noter qu'il construisit en 1840 l'église Saint-Jacques de l'Houmeau à Angoulême en style néo-roman, style que son fils s'employa à répandre ultérieurement. Il fut architecte du département de la Charente de 1818 à 1853. Son fils le proposa au ministre comme inspecteur des édifices diocésains d'Angoulême le 24 août 1849, en demandant des honoraires de 2 % et un fixe de 2 000 fr., soit le maximum : il ne précisait pas qu'il s'agissait de son père. « Je me suis attaché à trouver réunies des conditions de probité, de capacité et de convenance, j'ai consulté les personnes avec lesquelles cet inspecteur devrait être un jour en relation directe »

En 1853, Reynaud écrit à son sujet (compte-rendu du personnel) :

M. Abadie père, ancien architecte du département, remplit près de son fils, les fonctions d'inspecteur. Il y a sans doute quelque chose de regrettable dans cette situation anormale ; mais les sentiments du fils et l'excellent esprit qui les anime tous les deux ne permettent pas de s'en apercevoir dès qu'on se trouve avec eux. Il y a d'ailleurs tout avantage pour votre administration, car M. Abadie est un habile constructeur et même un fort bon architecte, quoique ses préférences le portent plutôt sur les formes à la mode au commencement de ce siècle que sur celles qui ont généralement cours aujourd'hui. C'est lui qui a donné les plans et dirigé les travaux du lycée d'Angoulême, lequel est assurément le plus convenable de tous les édifices du même genre que j'ai eu l'occasion de visiter. J'ajouterai que M. Abadie est un homme fort honorable qui se retire sans fortune faite, après avoir, dans sa longue carrière, fait exécuter des travaux importants.

Abadie fut confirmé dans ses fonctions le 3 mars 1854. Il démissionna en 1864.

INSERT – ABADIE Paul, père : http://elec.enc.sorbonne.fr/architectes/0

Bordeaux, 22 juillet 1783, Bordeaux, 24 décembre 1868.

Il était lui-même le fils d'un entrepreneur de plâtrerie. Sur sa carrière et ses oeuvres, cf. Bauchal et Lacaine. Il est intéressant de noter qu'il construisit en 1840 l'église Saint-Jacques de l'Houmeau à Angoulême en style néo-roman, style que son fils s'employa à répandre ultérieurement. Il fut architecte du département de la Charente de 1818 à 1853. Son fils le proposa au ministre comme inspecteur des édifices diocésains d'Angoulême le 24 août 1849, en demandant des honoraires de 2 % et un fixe de 2 000 fr., soit le maximum : il ne précisait pas qu'il s'agissait de son père. « Je me suis attaché à trouver réunies des conditions de probité, de capacité et de convenance, j'ai consulté les personnes avec lesquelles cet inspecteur devrait être un jour en relation directe »

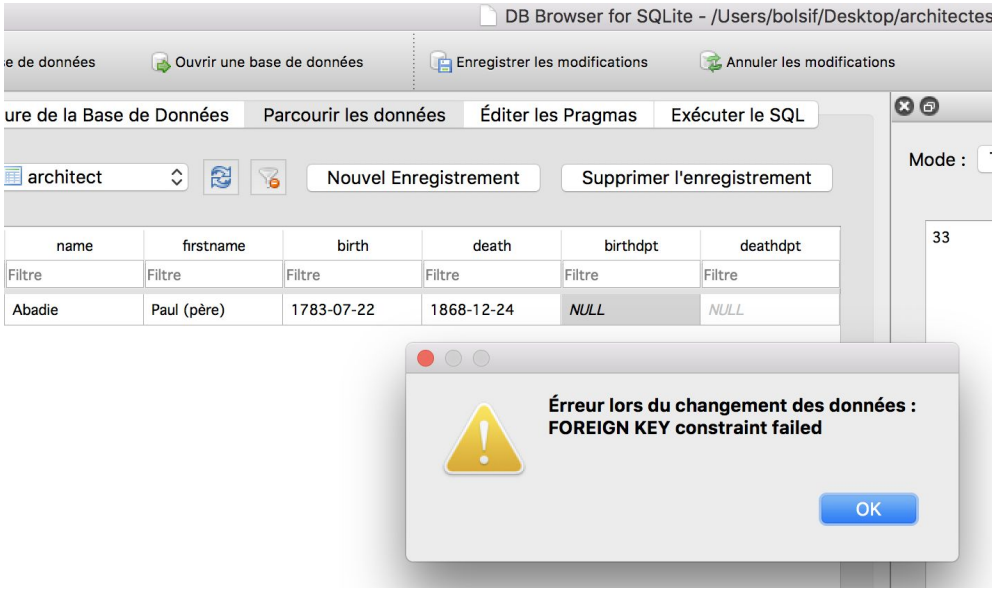
En 1853, Reynaud écrit à son sujet (compte-rendu du personnel) :

M. Abadie père, ancien architecte du département, remplit près de son fils, les fonctions d'inspecteur. Il y a sans doute quelque chose de regrettable dans cette situation anormale ; mais les sentiments du fils et l'excellent esprit qui les anime tous les deux ne permettent pas de s'en apercevoir dès qu'on se trouve avec eux. Il y a d'ailleurs tout avantage pour votre administration, car M. Abadie est un habile constructeur et même un fort bon architecte, quoique ses préférences le portent plutôt sur les formes à la mode au commencement de ce siècle que sur celles qui ont généralement cours aujourd'hui. C'est lui qui a donné les plans et dirigé les travaux du lycée d'Angoulême, lequel est assurément le plus convenable de tous les édifices du même genre que j'ai eu l'occasion de visiter. J'ajouterai que M. Abadie est un homme fort honorable qui se retire sans fortune faite, après avoir, dans sa longue carrière, fait exécuter des travaux importants.

Abadie fut confirmé dans ses fonctions le 3 mars 1854. Il démissionna en 1864.

INSERT – ABADIE Paul, père : http://elec.enc.sorbonne.fr/architectes/0

- architect.id : 1
- architect.name : 'Abadie'
- architect.firstname : 'Paul (père)'
- architect.birth : '1783-07-22'
- architect.death : '1868-12-24'
- architect.birthdpt : '33'
- architect.deathdpt : '33'
- architect.barts : 0
- architect.bartsyear : NULL
- architect.training : NULL
- architect.rating : 3
- architect.fatherWork : 3



On a besoin de commencer par créer les tables d'autorités (`dpt`, `fatherWork`)

Import des données : charger un tableau (CSV, TSV)

Création de la table `fatherWork`: `Fichier > Importer > Table depuis un fichier CSV…`

```
id;"label"
1;"artisan"
2;"artiste"
3;"BTP"
4;"entrepreneur"
5;"rentier"
6;"autre"
```

id	label
1	artisan
2	artiste
3	BTP
4	entrepreneur
5	rentier
6	autre

INSERT (INTO) Statement

https://www.sqlite.org/lang_insert.html
http://www.sqlitetutorial.net/sqlite-insert/

```
INSERT INTO table1 (
     Column1,
     column2 ,..)
VALUES(
     Value1,
     value2 ,...);
```

- **Nom de la table** : suit la **clause** `INSERT INTO`
- **La liste optionnelle des colonnes**
- **La liste des valeurs**

INSERT INTO, exemple

```
INSERT INTO architect(
     id, name, firstname, birth,
     death, birthdpt, deathdpt, barts,
     bartsyear, training, rating, fatherWork)
VALUES
     (1,"Abadie","Paul (père)","1783-07-22","1868-12-24","33","33",0,NULL,NULL,3,3),
     (2,"Abadie","Paul (fils)","1812-12-10","1884-08-12","75","78",0,1839,NULL,4,1),
     (3,"Béziers-Lafosse","Albert","1840","1908-09-14","22","75",0,1866,NULL,NULL,1),
     (4,"Durant","Simon","1776-11-24","1857","30","30",0,NULL,"Polytechnique",NULL,4);
```

Exercice.
Écrire la requête SQL d'insertion des valeurs autorisées pour la table `fatherWork`.

INSERT INTO, exercice

```
INSERT INTO fatherWork(
     id, label)
VALUES
     (1, 'artisan'),
     (2, 'artiste'),
     (3, 'BTP'),
     (4, 'entrepreneur'),
     (5, 'rentier'),
     (6, 'autre');
```

Pus simplement :

```
INSERT INTO fatherWork(label) VALUES('artisan'), ('artiste'), ('BTP'), ('entrepreneur'), ('rentier'), ('autre');
```

INSERT INTO, exercice

- Exécuter l'exemple dans DB Browser.
- Explorer la structure et les données de la base `architect`.
- Rédiger et exécuter le script pour peupler les tables `job` et `skill` :
  - job : architecte, inspecteur, suppléant, honoraire
  - skill : cathédrale, séminaire, église, tout
- Remarques ?

Les sources des données

- Traitement de texte ? – `architectes-notices.odt`
- Tableur (ods, csv, tsv…) – `architect.csv`
  - On peut facilement (?) importer les données
  - Problèmes ?

Autres opérations sur les données

`ALTER TABLE` : modification d'une table

https://www.sqlite.org/lang_altertable.html

```
ALTER TABLE architect RENAME curator;
```

`DROP TABLE` : suppression d'une table

https://www.sqlite.org/lang_droptable.html

```
DROP TABLE architect;
```

DELETE : suppression de données

https://www.sqlite.org/lang_delete.html

```
DELETE FROM architect WHERE name='Durant';
DELETE FROM architect;
```

Les clauses `SELECT` et `FROM`

- La clause `SELECT` indique la liste des attributs constituant le résultat.
- La clause `FROM` indique la table dans laquelle on effectue la requête.

```
SELECT * FROM architect;

SELECT name, firstname, birth FROM architect;
```

- Alias `AS`

```
SELECT name AS nom, firstname AS prénom FROM architect;
```

La clause `WHERE` : filtrer les résultats (1/2)

```
SELECT * FROM architect WHERE birthdpt=75;
```

- **Opérateurs de comparaison** : <, <=, >, >=, =, != ou <>

```
SELECT * FROM architect WHERE birth>1805;
```

```
SELECT * FROM architect WHERE birth>'1805';
```

La clause `WHERE` : filtrer les résultats (1/2)

- **Opérateurs intégrés** : `BETWEEN`, `IN`, `LIKE`, `IS`, `IS NOT`

```
SELECT * FROM architect WHERE barts IS NOT 0;

SELECT * FROM architect WHERE firstname LIKE ('%Paul%');
```

- **Opérateurs logiques** : `NOT`, `AND`, `OR`

```
SELECT * FROM architect WHERE birth>1805 AND barts IS NOT 0;
```

- **Opérateur de concaténation** : `||`

```
SELECT name || ', ' || firstname FROM architect;
```

Exercice, `SELECT`

Lister les architectes :

- Nés au XVIII^{e} siècle ;
- Nés au XIX^{e} siècle ;
- Nés au XIX^{e} siècle à Paris ;
- Nés au XIX^{e} siècle en province ;
- Nés dans la première moitié du XIX^{e} siècle en province ;
- Nés en 1852 (attention !) ;
- Nés en 1846 et en 1852.

Les clauses `DISTINCT`, `ORDER BY` et `LIMIT`

La clause `DISTINCT` permet de supprimer les doublons dans le résultat d'une requête.

```
SELECT skill FROM hasSkills;
SELECT DISTINCT skill FROM hasSkills;
```

La clause `ORDER BY` [`ASC` ou `DESC`] permet de trier les résultats d'une requête.

```
SELECT * FROM architect;
SELECT * FROM architect ORDER BY birth;
SELECT * FROM architect ORDER BY birth DESC;
```

La clause `LIMIT` indique le nombre maximal de lignes dans le résultat.

```
SELECT * FROM architect ORDER BY birth DESC LIMIT 5;
```

Exercice. `DISTINCT`, `ORDER BY` et `LIMIT`

- Lister les noms de **tous** les architectes par ordre alphabétique (A->Z, puis Z->A) ;
- Lister les noms **et prénoms** des architectes par ordre alphabétique (A->Z, puis Z->A) ;
- Dédoublonner la liste alphabétique des noms des architectes ;
- Lister les noms et prénoms des 5 architectes les plus âgés.

Solutions

Lister les noms de **tous** les architectes par ordre alphabétique (Z->A).

```
SELECT name FROM architect ORDER BY name DESC;
```

Lister les noms **et prénoms** des architectes par ordre alphabétique.

```
SELECT name, firstname FROM architect ORDER BY name, firstname;
```

Dédoublonner la liste alphabétique des noms des architectes.

```
SELECT DISTINCT name FROM architect ORDER BY name;
```

Lister les noms et prénoms des 5 architectes les plus âgés.

```
SELECT DISTINCT name, firstname FROM architect
    WHERE birth IS NOT null
    ORDER BY birth
    LIMIT 5;
```

Les jointures

C'est l'opération de base dès que l'on souhaite combiner des données réparties dans plusieurs tables.
Comment afficher les compétences (skills) de chaque architecte ?

```
SELECT name, skill FROM architect, hasSkills;
```

On obtient le **produit cartésien** (11x40 = 440 résultats).
Il faut donc supprimer les résultats aberrants par une condition :

```
SELECT name, skill FROM architect, hasSkills
  WHERE id = archid;

SELECT name, skill FROM architect, hasSkills
  WHERE architect.id = hasSkills.archid;
```

Exercice. Jointures

- Lister pour chaque architecte son nom, son prénom, l'id de ses métiers et les dates d'exercice.
- Lister pour chaque architecte son nom, son prénom, le **label** de ses métiers et les dates d'exercice.
- Lister les noms et prénoms des "inspecteurs" ainsi que leurs dates d'exercice.
- Lister les noms et prénoms des architectes inspecteurs avant 1850.
- Lister alphabétiquement les architectes inspecteurs après 1850.
- Trier alphabétiquement les labels des bâtiments restaurés par Emile Boeswillwald (id. 19)

Solutions (1/2)

Lister pour chaque architecte son nom, son prénom, l'id de ses métiers et les dates d'exercice.

```
SELECT name, firstname, jobid, fromdate, todate
     FROM architect, hasJobs
     WHERE architect.id = hasJobs.archid;
```

Lister pour chaque architecte son nom, son prénom, le **label** de ses métiers et les dates d'exercice.

```
SELECT name, firstname, label, fromdate, todate
     FROM architect, hasJobs, job
     WHERE architect.id = hasJobs.archid AND hasJobs.jobid = job.id
```

Lister les noms et prénoms des "inspecteurs" ainsi que leurs dates d'exercice.

```
SELECT name, firstname, label, fromdate, todate
     FROM architect, hasJobs, job
     WHERE architect.id = hasJobs.archid AND hasJobs.jobid = job.id
     AND job.label = 'inspecteur'
```

Solutions (2/2)

Lister les noms et prénoms des architectes inspecteurs avant 1850.

```
SELECT name, firstname, label, fromdate, todate FROM architect, hasJobs, job
    WHERE architect.id = hasJobs.archid AND hasJobs.jobid = job.id
    AND job.label = 'inspecteur' AND hasJobs.todate < 1850
```

Lister alphabétiquement les architectes inspecteurs après 1850.

```
SELECT name, firstname, label, fromdate, todate FROM architect, hasJobs, job
    WHERE architect.id = hasJobs.archid AND hasJobs.jobid = job.id
    AND job.label = 'inspecteur' AND hasJobs.todate >= 1850
    ORDER BY name, firstname
```

Lister les labels des bâtiments restaurés par Emile Boeswillwald (id. 19)

```
SELECT name, firstname, label FROM architect, restore, building
    WHERE architect.id = restore.archid AND restore.buildingid = building.id
    AND architect.id = 19
    ORDER BY label
```

Les fonctions d'agrégation

Permettent d'exprimer des conditions sur des groupes de lignes, et de constituer le résultat : https://www.sqlite.org/lang_aggfunc.html

`COUNT()`	(expression) compte le nombre de lignes.
`AVG()`	(expression) calcule la moyenne de expression.
`MIN()`	(expression) calcule la valeur minimale de expression.
`MAX()`	(expression) calcule la valeur maximale de expression.
`SUM()`	(expression) calcule la somme de expression

Par exemple, on peut calculer le nombre d'architectes dans notre base :

```
SELECT COUNT(*) FROM architect;
SELECT COUNT(*) FROM architect WHERE barts=1;
```

La clause `GROUP BY`

`GROUP BY` groupe les lignes sélectionnées en se basant sur la valeur de colonnes spécifiées pour chaque ligne et renvoie une seule ligne par groupe.
Calculer le nombre de restaurations suivies par chaque architecte (id) :

```
SELECT archid, COUNT(*) FROM restore GROUP BY archid;
```

Sélectionner les 3 architectes (id) qui ont suivi le plus de restaurations :

```
SELECT archid, COUNT(*) AS chantiers FROM restore
    GROUP BY archid
    ORDER BY chantiers
     DESC LIMIT 3;
```

Exercice (DIFFICILE) : afficher les noms et prénoms des 3 architectes qui ont suivi le plus de restaurations (ça commence à chauffer…).

La clause `GROUP BY`

Corrigé : afficher les noms et prénoms des 3 architectes qui ont suivi le plus de restaurations :

```
SELECT name || ', ' || firstname, chantiers
  FROM
    Architect,
    (SELECT archid, COUNT(buildingid) AS chantiers
       FROM restore
       GROUP BY archid ORDER BY chantiers DESC LIMIT 3)
 WHERE architect.id = archid;
```

Un **subselect** est un `SELECT` imbriqué dans un autre `SELECT`.

La clause `HAVING`

`HAVING` agit comme le filtre `WHERE`, mais permet de filtrer non plus les données, mais les opérations résultant des regroupements.

Sélectionner les architectes qui ont suivi une unique restauration :

```
SELECT archid, COUNT(buildingid) AS restauration_count
  FROM restore
  GROUP BY archid
  HAVING restauration_count = 1;
```

NB. La clause `WHERE` renverrait ici une erreur, car le filtrage ne porte pas sur la notion de lignes, mais sur la notion de sous-ensemble de la table. Le filtre doit porter sur chacun des groupes calculés.