

INFORMATIQUE Développement d'applications

BLOC 1

UE03 Conception d'applications

Analyse

Chapitre 4.1 : MCD & MLD

Vincent Reip

Octobre 2025

Objectif

- Au terme de ce chapitre, l'étudiant sera capable de :
 - Connaitre les termes et le formalisme associés au Modèle Conceptuel de Données
 - Identifier les données intervenant dans un système d'information
 - Structurer et organiser adéquatement les données entre des entités, des associations et des propriétés
 - Valider son modèle par rapport aux besoins du système d'information
 - Comprendre le rôle du MLD dans la modélisation des données
 - Transformer un MCD vers un MLD (relationnel)

Modéliser des données ?

- Quelle est l'importance des données dans un système d'informations ?
- Que signifie 'modéliser les données' ?
- Pourquoi faut-il passer du temps à modéliser les données ?

Modéliser des données ?

- Quelle est l'importance des données dans un système d'informations ?
- Que signifie 'modéliser les données' ?
- Pourquoi faut-il passer du temps à modéliser les données ?

Modèle Conceptuel de Données

- Le MCD permet de modéliser la partie **statique** d'un système d'information :
 - on y modélise l'ensemble des **données** qui seront utilisées par le système ainsi que les **dépendances et relations** entre ces données
 - lors de l'implémentation technique de la solution logicielle, on choisira une solution de stockage (fichier, base de données relationnelle, base de données NoSQL...) et on transformera le modèle conceptuel en un modèle logique de données (MLD)
- Le MCD est aussi appelé « modèle **entité-association** » (Peter Chen – 1976)
- Il s'agit du modèle le plus utilisé actuellement de la méthode MERISE

Modèle Conceptuel de Données

- La conception d'un MCD nécessite
 - un inventaire des données pertinentes
 - Sur base des cas d'utilisation et des interfaces utilisateurs
 - un regroupement (pertinent) de ces données
 - l'établissement de liens entre ces groupes de données

Créer un nouveau client

Nom *

Prénom *

Téléphone *

Localité *

☐ Homme ☒ Femme



Que faire de ces données ?
Quelle organisation choisir pour les stocker ?

Exercice

- Je suis propriétaire de 5 garages de réparation auto-moto. Je voudrais un système me permettant de mieux savoir qui sont mes clients, les véhicules que nous réparons, les rendez-vous...
- Faites l'inventaire des données, regroupez-les et établissez les liens entre ces données...
- S'il manque de l'information, posez-moi des questions.

Exercice

- Quelles sont les questions auxquelles devra pouvoir répondre le système ?
 - Puis-je connaître la liste complète des clients ?
 - Puis-je connaître la liste complète des clients par garage ?
 - Puis-je connaître le chiffre d'affaire d'un garage ?
 - Puis-je connaître le planning d'un garage pour une date donnée ?
 - Puis-je savoir si un client a honoré toutes ses factures ...
 -

MCD : les concepts

- Un MCD repose sur les concepts suivants :
 - Entité
 - Propriété
 - Occurrence
 - Association
 - Cardinalité
 - Rôle
 - Identifiant

MCD : Entité

- Une **entité** représente un groupement d'informations **communes** à une classe d'objets (concept ayant une existence propre)
 - étudiant : dans un système de gestion d'un haute école, l'information concernant les étudiants sera groupée dans une entité « Etudiant »
 - voiture
 - contrat
 - facture
 - ...
- Une entité est représentée graphiquement par un **rectangle libellé** par son nom

MCD : Propriété

- Les propriétés sont les **caractéristiques** qui décrivent les entités et qui sont jugées **pertinentes** pour le S.I.
- Les valeurs des propriétés sont **variables** pour chacune des occurrences de l'entité
- Les propriétés sont **typées**
 - entier, réel, caractère, texte, booléen ou date
- Les propriétés sont **nommées**
 - ce nom apparaît dans le rectangle représentant l'entité
- Le MCD sera généralement accompagné de la **liste complète et explicative** des propriétés
 - le dictionnaire des données.

MCD : Occurrence

- Une **occurrence** d'une entité est un élément, un individu de cette classe d'objets
- Les **propriétés** (obligatoires) prennent des valeurs pour chaque occurrence d'une entité
 - l'entité *Voiture* peut contenir les occurrences 'Fiat 500', 'Ford Mustang' et 'Renault 5'
 - l'entité *Etudiant* peut contenir les occurrences 'Marc Gagnon', 'Philippe Scléot' et 'Julie Madot'

Entités, propriétés et occurrences

Personne
Nom
Prenom
DateDeNaissance
Taille
CouleurCheveux

Dupont Roger 12/10/1984 1.85 Brun

Cronnet Marc 24/02/1974 1.74 Blond

Fransolet Martine 05/05/1973 1.67 Noir

...

• Dictionnaire des données :

Propriété	Type	Description
Nom	Texte	Nom de famille de la personne (nom de jeune fille pour les femmes mariées)
Prénom	Texte	Premier prénom de la personne
DateNaissance	Date	Date de naissance
Taille	Réel	Taille de la personne exprimée en mètre
CouleurCheveux	Texte	Couleur des cheveux choisie parmi les valeurs suivantes : blond, brun, roux, noir, châtain

MCD : identifiant

- L'identifiant d'une entité est un ensemble minimal de propriétés permettant de distinguer sans ambiguïté une occurrence parmi les autres occurrences (existantes ou potentielles) de cette même entité
- On essayera d'éviter les identifiants composés de plusieurs propriétés quitte à ajouter un identifiant de substitution (identifiant numérique « artificiel », sans signification)
- La ou les propriétés formant l'identifiant sont soulignées

Caractéristiques de l'identifiant

- **Unicité** : la valeur de l'identifiant doit être unique au sein de l'entité (donc, différente pour chaque occurrence de l'entité).
 - Ex: le nom d'une personne ne peut pas servir d'identifiant
- **Format** : l'identifiant doit pouvoir être écrit de la même manière par tout le monde, sans ambiguïté.
 - Ex : une adresse ne peut pas servir d'identifiant car elle peut-être écrite sous plusieurs formats (25 rue de Harlez, 4000 Liège / rue de Harlez 25 – Liège 4000...).
 - On privilégiera des numéros de référence, des codes, des matricules...

Caractéristiques de l'identifiant

- **Stabilité** : la valeur initiale de l'identifiant ne peut changer durant le cycle de vie du S.I. (sous peine de mettre à mal les liens établis avec d'autres entités).
 - Ex : un numéro de téléphone n'est pas un bon choix d'identifiant d'une personne car il peut changer.
- **Légalité** : l'utilisation de la propriété identifiante doit être autorisée par la loi (RGPD).
 - Ex: d'après la CNIL un numéro de registre national ne peut être utilisé légalement pour identifier un employé au sein d'une entreprise.

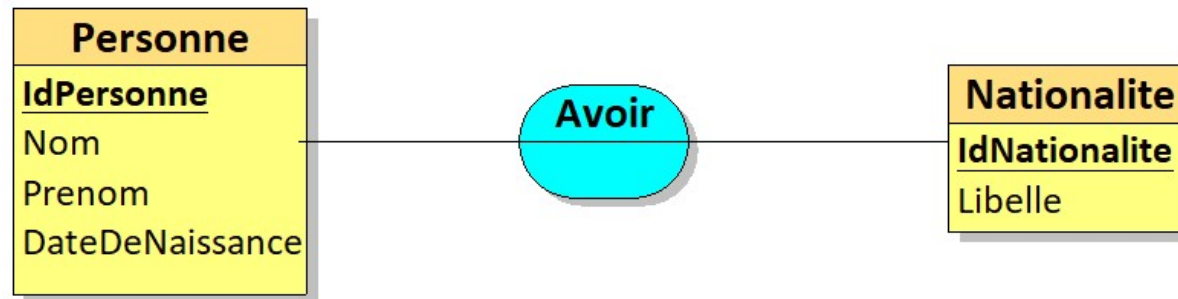
Caractéristiques de l'identifiant

- **Irréductibilité** : on ne peut retirer des propriétés de l'identifiant sans perdre les caractéristiques d'unicité
 - Ex : pour un étudiant HELMo, un identifiant composé de son matricule et de sa date de naissance n'est pas irréductible

MCD : Association

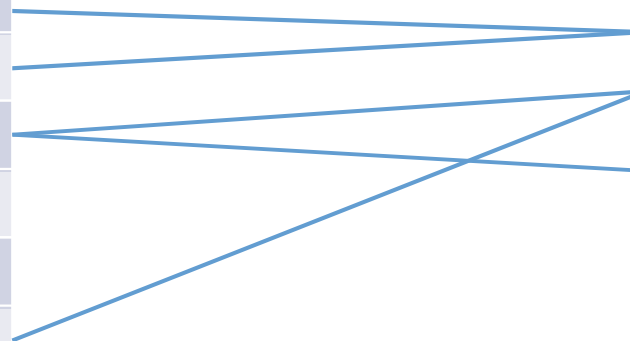
- Les **associations** représentent des **liaisons logiques** entre des entités
- Plus précisément, les associations vont établir des **liens** entre **certaines occurrences** des entités
- Les associations sont représentées graphiquement par un **ovale libellé** relié par des traits aux entités qu'elle lie
- La **dimension** d'une association indique le **nombre d'entités** qui interviennent dans l'association (unaire, binaire, ternaire,...)

MCD : Association



IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand



MCD : Cardinalités

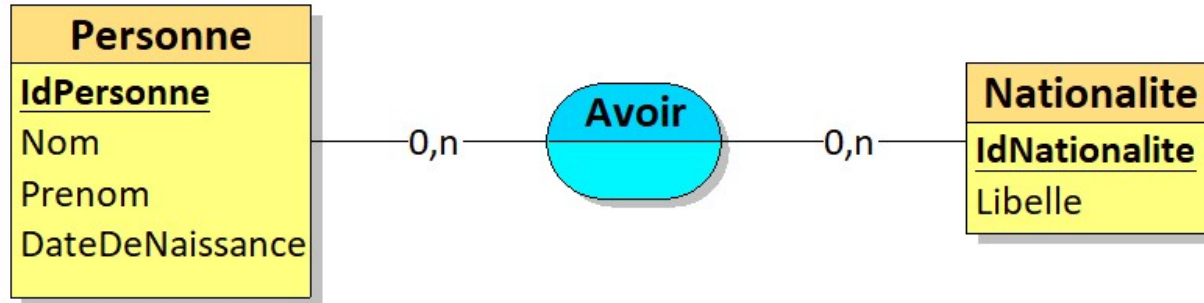
- Les **cardinalités** d'une **association** indiquent le nombre **minimum** et **maximum** d'occurrences de l'entité d'arrivée qui peuvent être associés à une occurrence de l'entité de départ (et vice-versa)
- On utilise les valeurs suivantes :
 - minimum : **0** ou **1**
 - maximum : **1** ou **n**
- On indique les cardinalités d'une association sur chacun des traits liant l'association à une entité

MCD : Cardinalités

- Les **cardinalités** permettent d'établir des **contraintes d'intégrité** (règles de gestion à satisfaire afin de garantir la cohérence du SI)

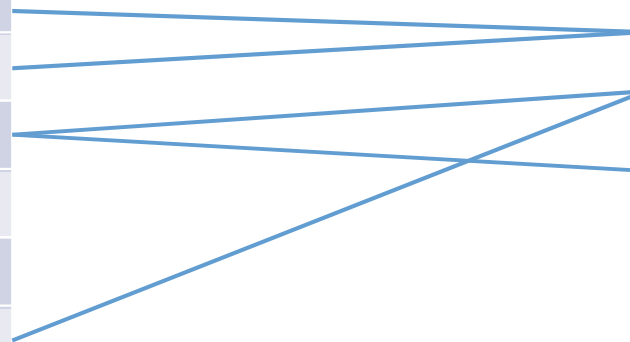
Cardinalité	Valeur	Caractéristique de l'association	Contrainte d'intégrité
Min	0	Optionnelle	Néant (on peut créer une occurrence de E1 sans l'associer à une occurrence de E2)
	1	Obligatoire	Une occurrence de E1 ne peut être créée qu'en l'associant à une occurrence de E2
Max	1	Unicité	Au plus une occurrence de E2 peut être associée à une occurrence de E1
	N	Multiplicité	Néant (on peut associer plusieurs occurrences de E2 à une occurrence de E1)

MCD : Cardinalités

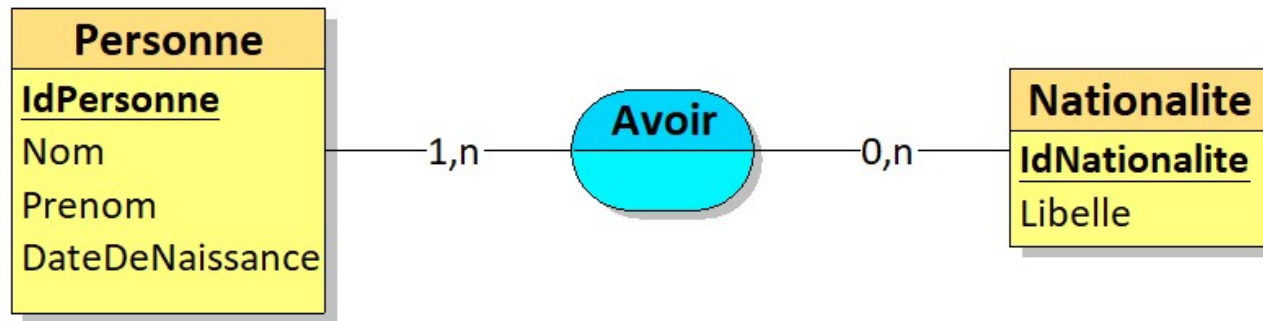


IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand

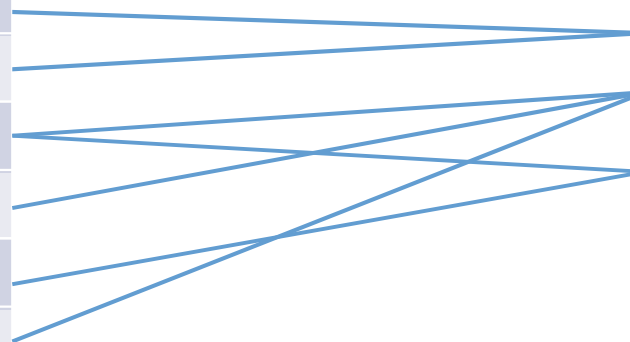


MCD : Cardinalités

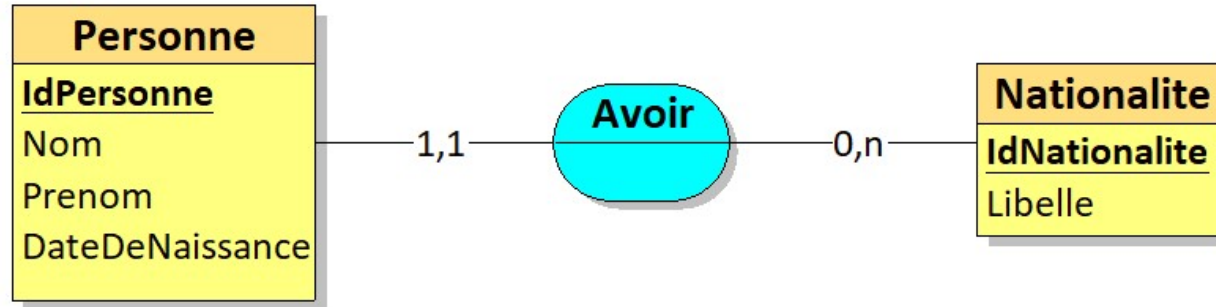


IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand

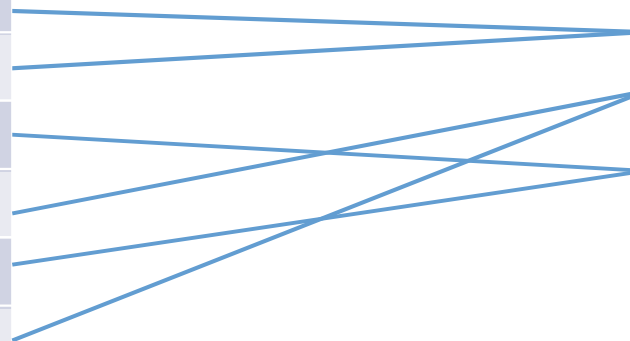


MCD : Cardinalités

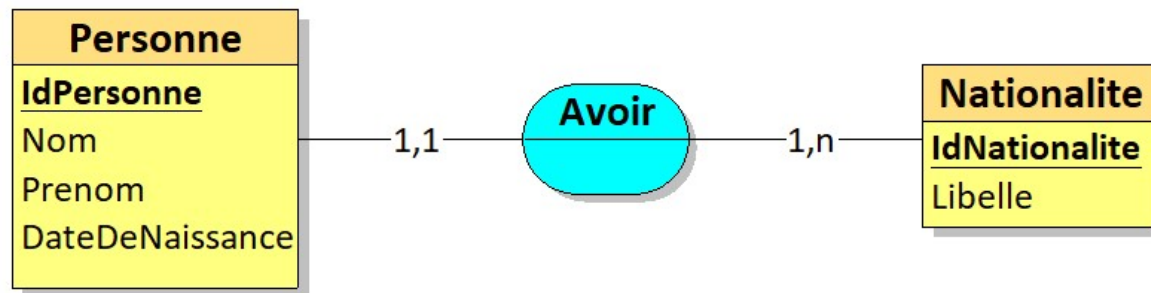


IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand

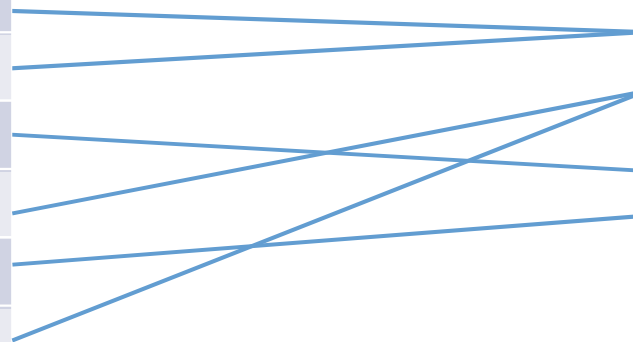


MCD : Cardinalités

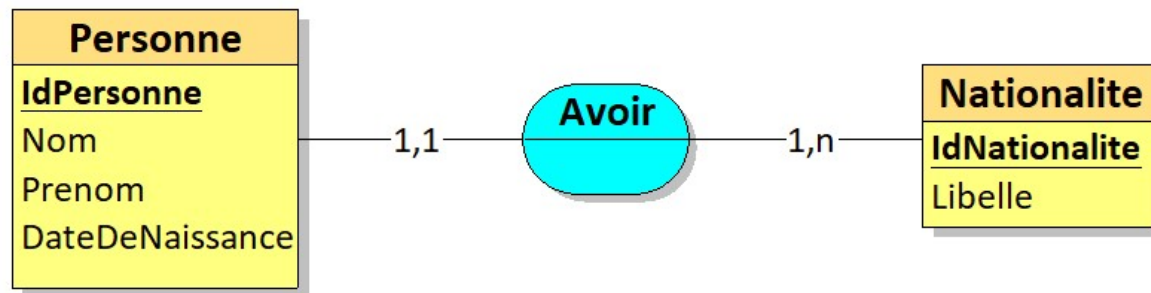


IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand

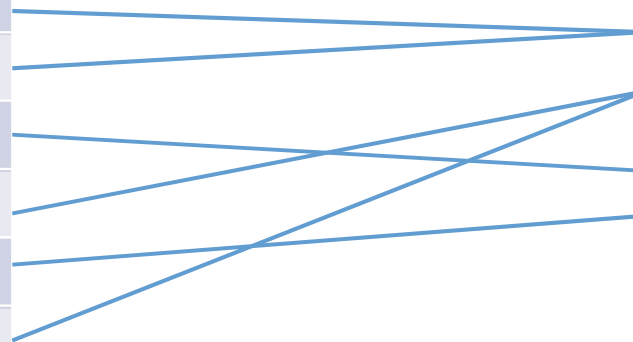


MCD : Cardinalités

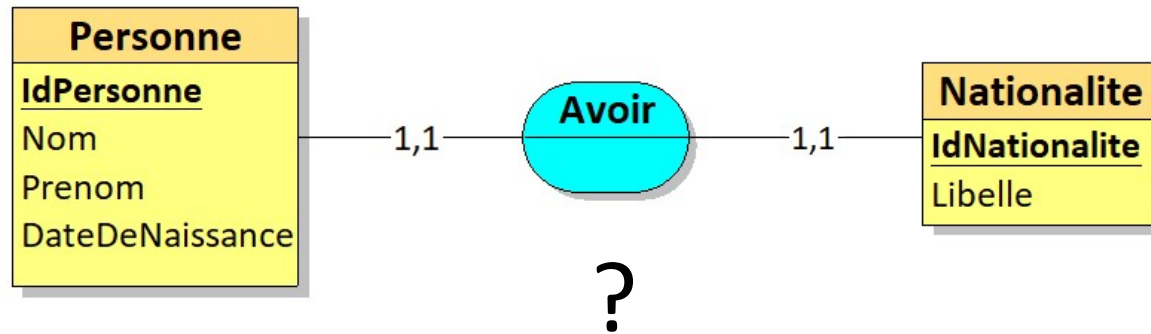


IdPersonne	Nom	Prenom	DateDeNaissance
1	Petit	Marc	2001-12-27
2	Lorgo	Julie	1998-10-12
3	Bitoun	Marie	1970-05-06
4	Crochet	Léon	1985-04-09
5	Bolong	Nicole	2002-10-14
6	Fréon	Tom	1992-08-19

idNationalite	Libelle
1	Belge
2	Français
3	Italien
4	Allemand



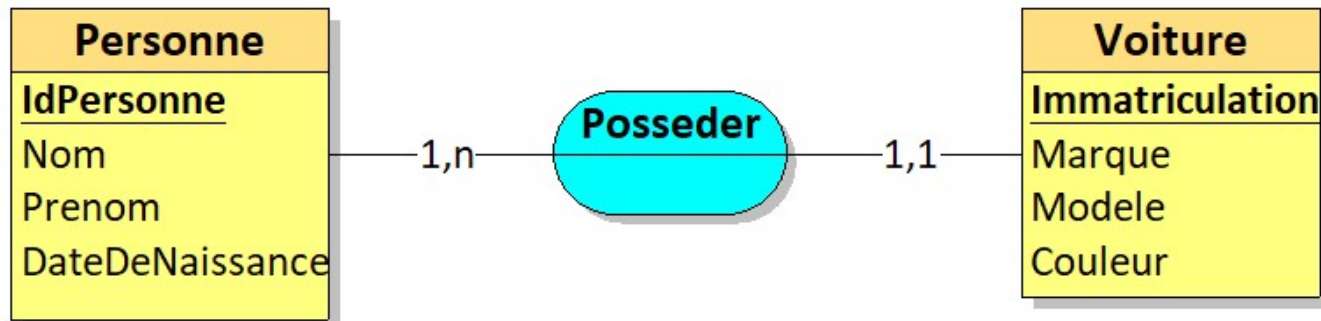
MCD : Cardinalités



Des cardinalités (1,1) de chaque côté d'une association binaire est une situation particulière car cela indique généralement que l'on serait plutôt en présence d'une seule entité.

Certains outils de modélisation l'autorise (DBMain), d'autres pas (Looping)...

Entités – Associations-Cardinalités

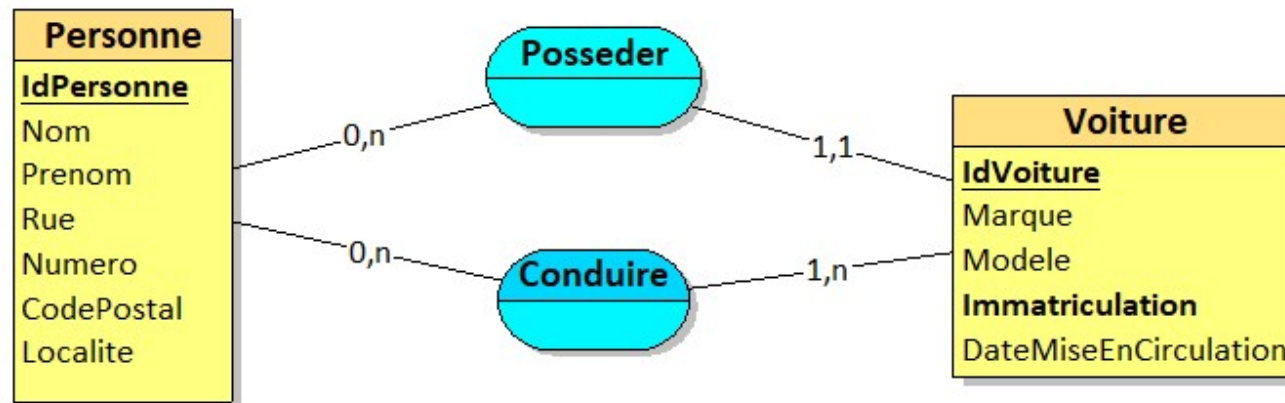


Comment interpréter les cardinalités de ce schéma ?

Quelle est la dimension de l'association « Possession » ?

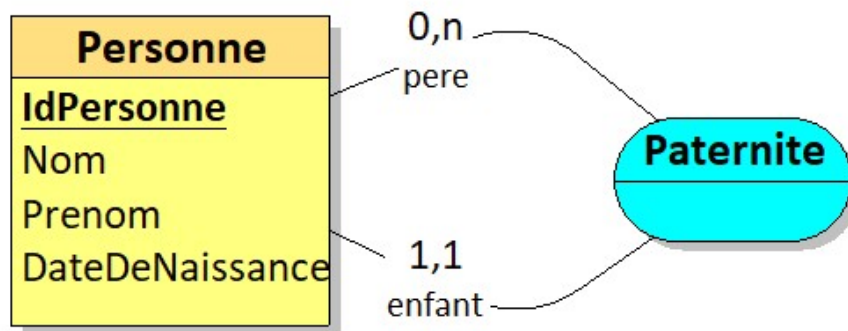
Associations multiples entre entités

- Il peut être nécessaire de lier 2 entités avec plusieurs associations



Association unaire et rôle

- Une **association unaire** relie plusieurs occurrences d'une même entité
- Il est alors nécessaire de distinguer le rôle des différentes occurrences de l'entité
 - un **rôle** est un libellé, placé sur la ligne reliant l'entité à l'association, et décrivant la place de chaque occurrence au sein de l'association

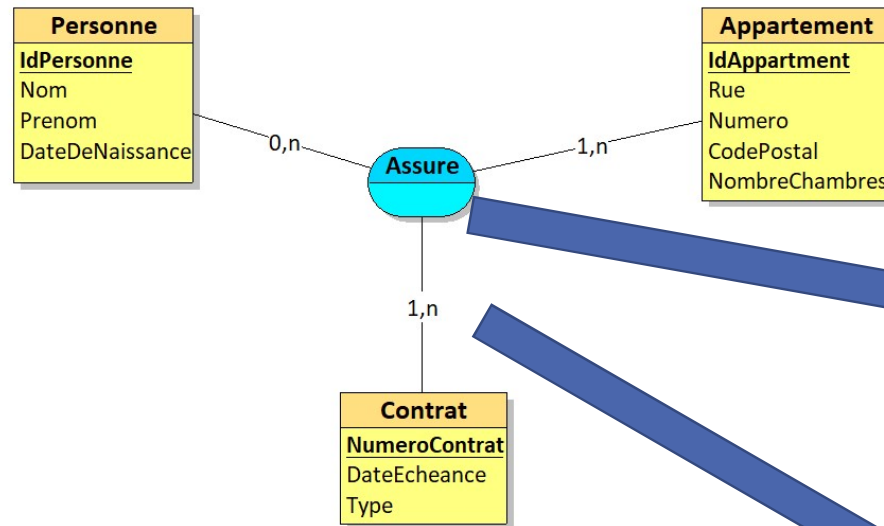


(1,1) pour le rôle 'enfant' ?

Association n-aire

- Une association **n-aire** concerne plus de deux entités
- Les associations n-aires vont généralement poser des **problèmes** pour exprimer les **cardinalités**
 - Les cardinalités exprimées sur une 'patte' concernent la liaison avec toutes les autres entités → problème de lisibilité et de flexibilité
- On aura généralement intérêt à essayer de les **transformer** en associations **binaires**

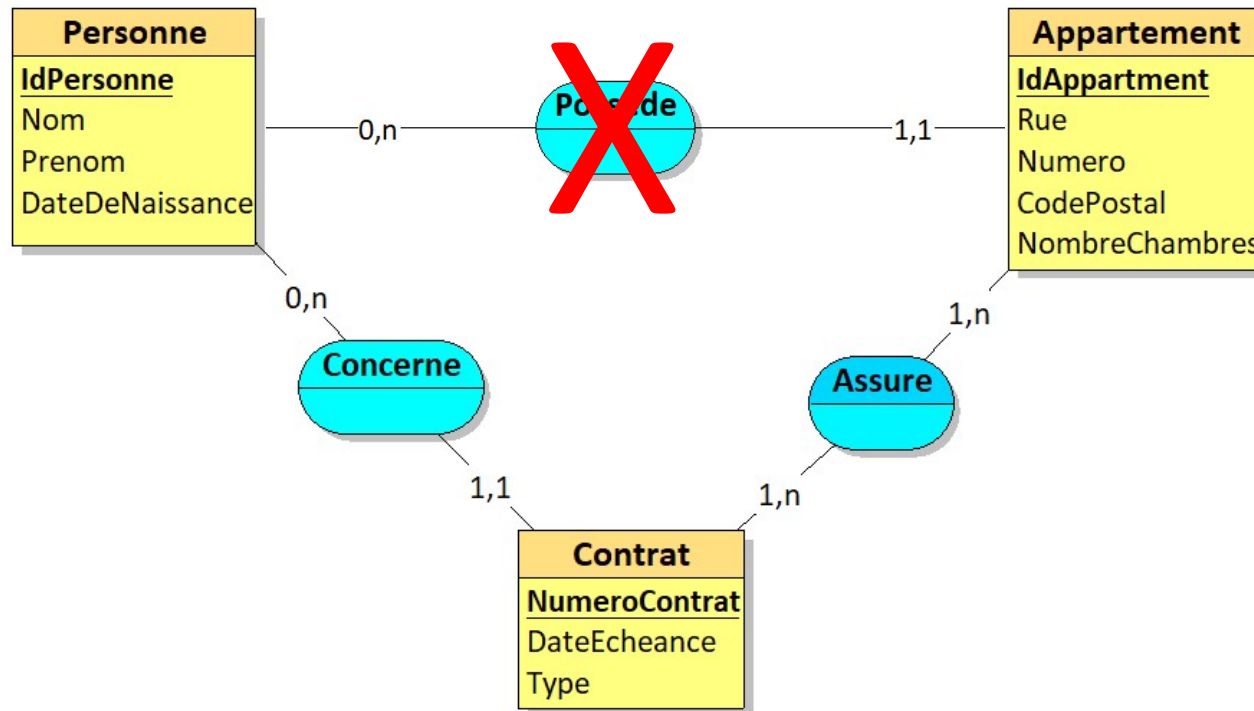
Association n-aire



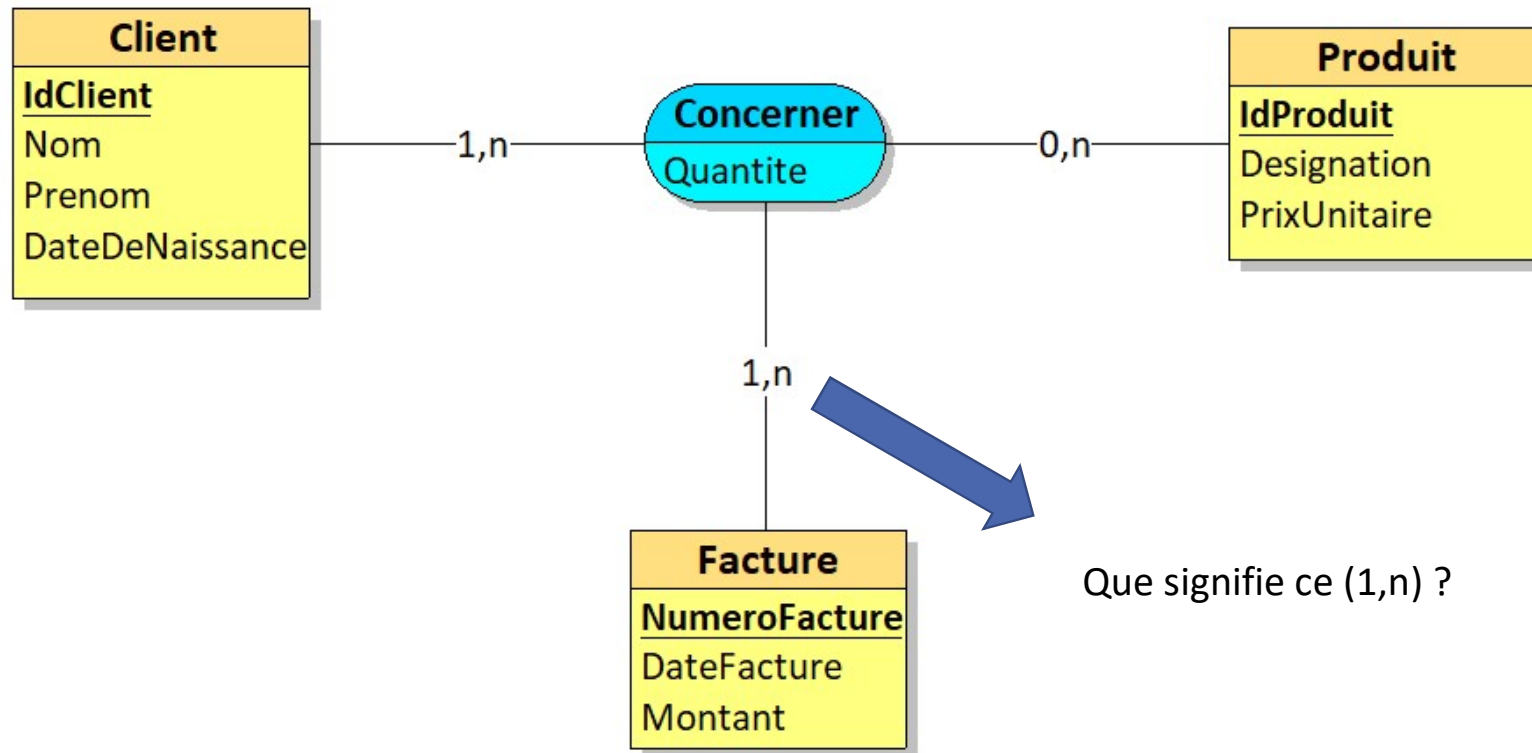
Le terme choisi pour l'association ne convient pas forcément (à la lecture) pour caractériser l'association entre toutes les entités.

(1,n) signifie qu'un contrat assure 1 ou plusieurs appartements mais aussi que ce contrat concerne 1 ou n personnes.

Association n-aire



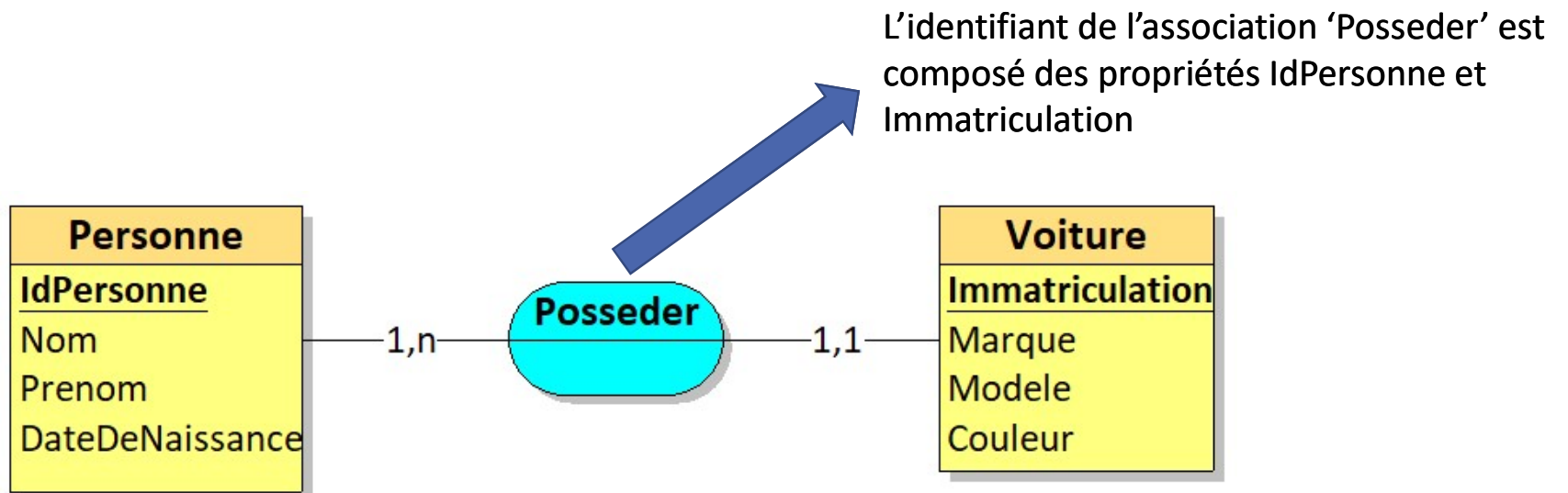
Association n-aire



Que signifie ce (1,n) ?

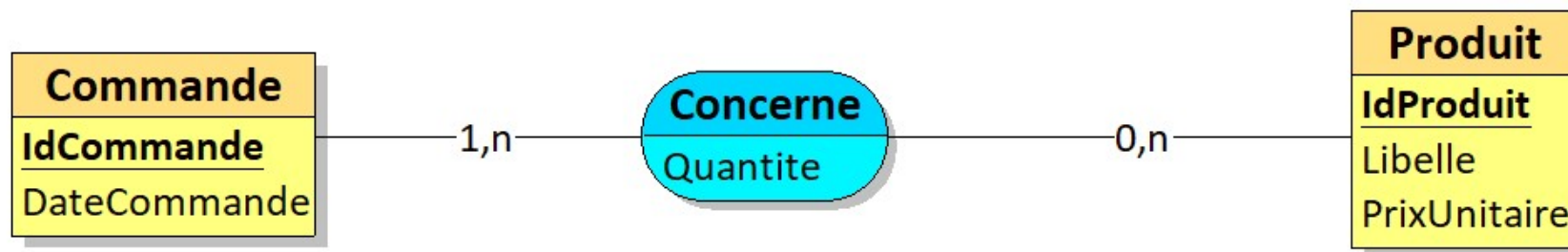
MCD : identifiant d'une association

- L'**identifiant d'une association** est composé de l'ensemble des identifiants des entités qu'elle lie



MCD : Association porteuse d'information

- Les associations peuvent éventuellement **contenir des propriétés**
 - Elles sont alors **porteuses d'information**
- Utile pour préciser / qualifier l'association entre les occurrences
- Uniquement possible si les cardinalités sont multiples de part et d'autres de l'association (*)



(*) certains outils de modélisation le permette pourtant si les cardinalités ne sont pas multiples

MCD : conseils

- Les libellés d'entité, d'association et de propriétés n'utilisent pas de caractères spéciaux, accentués ou de ponctuation
- Le libellé d'une entité correspond toujours à un nom
- Le libellé d'une association peut être un verbe ou un nom.
 - On évitera les verbes et noms sémantiquement pauvres (être, avoir, correspondance,...)
 - Au sein d'un même MCD, on restera cohérent (verbes ou noms)
- Soignez vos libellés : plus le libellé correspond à la données décrites, plus votre modèle sera clair
- N'oubliez pas que le MCD représente la partie statique d'un S.I.. On n'y retrouvera donc pas d'information relative aux traitements.

MCD : Etapes à suivre

- Recenser exhaustivement les données et les propriétés
 - Dialogue avec les clients, utilisateurs
 - Consultation de la documentation existante
 - Cohérence avec les diagrammes des cas d'utilisation (et à leur description textuelle)
 - Cohérence avec les schémas d'UI
- Consigner ces informations dans le dictionnaires de données
 - Suppression des termes synonymes
 - Définition des termes à l'aide phrases simples

MCD : Etapes à suivre

- Identifier les entités et les associations
 - Grouper les propriétés en entités
 - Créer les associations liant ces entités
 - Déterminer les cardinalités des associations
 - Choisir les identifiants



Choisir des termes appropriés et significatifs pour les entités, propriétés et associations

MCD : Etapes à suivre

- Identifier les entités et les associations
 - Grouper les propriétés en entités
 - Créer les associations liant ces entités
 - Déterminer les cardinalités des associations
 - Choisir les identifiants



Choisir des termes appropriés et significatifs pour les entités, propriétés et associations

MCD : validation technique

- Règle 0

- Chaque entité doit posséder un **identifiant** et un seul.
- Dans certains cas, plusieurs propriétés peuvent remplir le rôle d'identifiant. Il faut choisir celle qui convient le mieux en fonction du contexte.

Employe
<u>NumRegNat</u>
Nom
Prenom
Matricule

Employe
<u>Matricule</u>
Nom
Prenom
NumRegNat

Que choisir ?

Employe
<u>IdEmploye</u>
Matricule
Nom
Prenom
NumRegNat

MCD : validation technique

- Règle 0

- Chaque entité doit posséder un **identifiant** et un seul.
- Dans certains cas, plusieurs propriétés peuvent remplir le rôle d'identifiant. Il faut choisir celle qui convient le mieux en fonction du contexte.

Employe
<u>NumRegNat</u>
Nom
Prenom
Matricule

Employe
<u>Matricule</u>
Nom
Prenom
NumRegNat

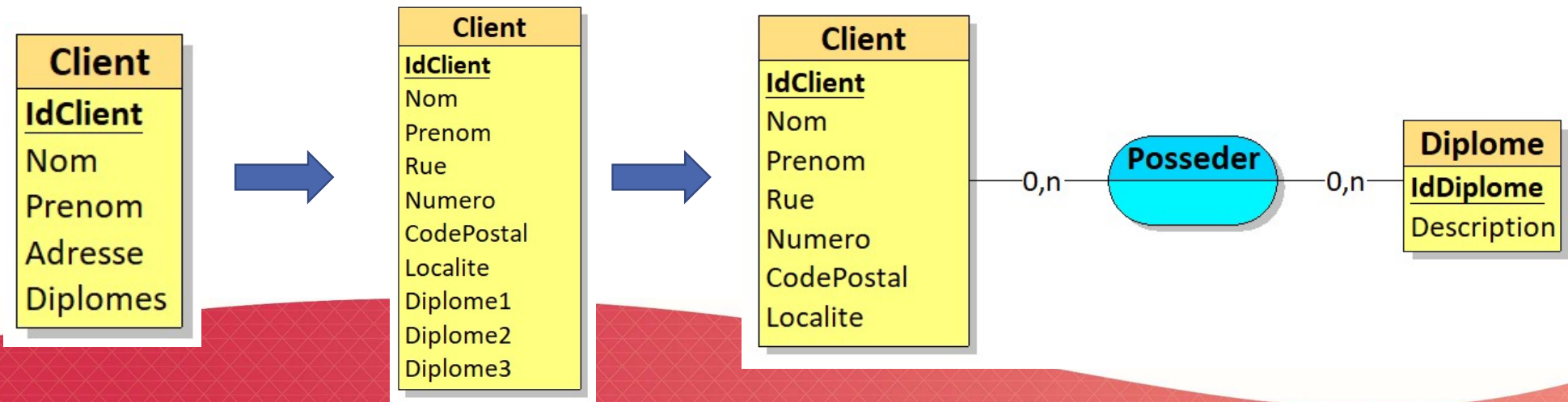
Que choisir ?

Employe
<u>IdEmploye</u>
Matricule
Nom
Prenom
NumRegNat

MCD : validation technique

• Règle 1 (FN1)

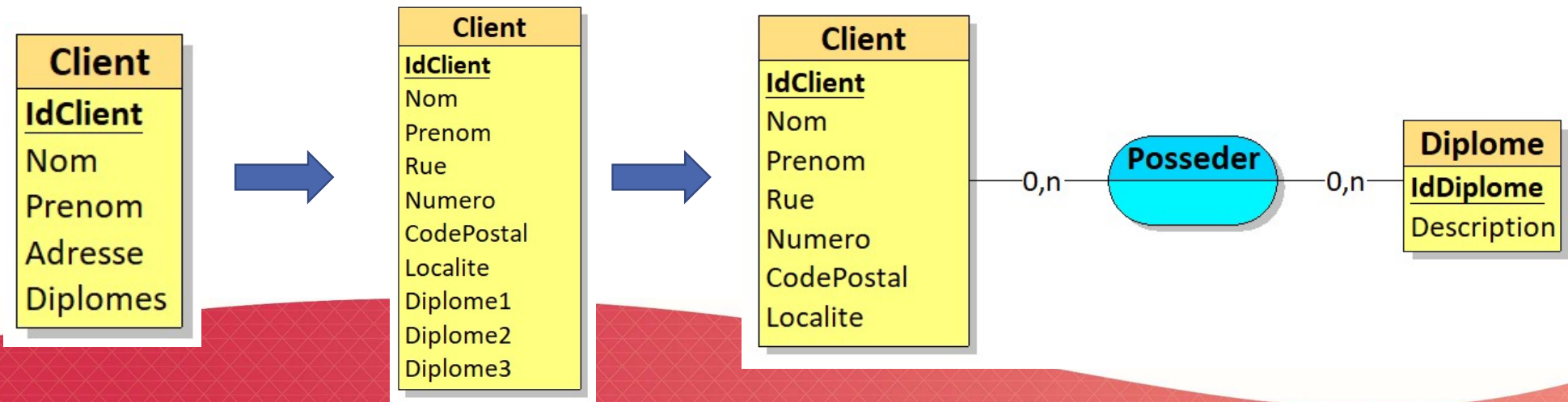
- Toutes les propriétés doivent être élémentaires (c'est-à-dire **non décomposables**) et mono-valuées.
- La propriété représente donc la plus petite partie d'information manipulée par le système et ayant un sens.
- Cette règle est **fonction des choix et besoins** de gestion.



MCD : validation technique

• Règle 1 (FN1)

- Toutes les propriétés doivent être élémentaires (c'est-à-dire **non décomposables**) et mono-valuées.
- La propriété représente donc la plus petite partie d'information manipulée par le système et ayant un sens.
- Cette règle est **fonction des choix et besoins** de gestion.



MCD : validation technique

- Règle 2 (FN2)

- Les propriétés d'une association ou d'une entité doivent dépendre de la totalité de l'identifiant de cette association ou entité



MCD : validation technique

- Règle 2 (FN2)

- Les propriétés d'une association ou d'une entité doivent dépendre de la totalité de l'identifiant de cette association ou entité

StockLivre
<u>ISBN</u>
Titre
<u>Librairie</u>
NbExemplaire



?

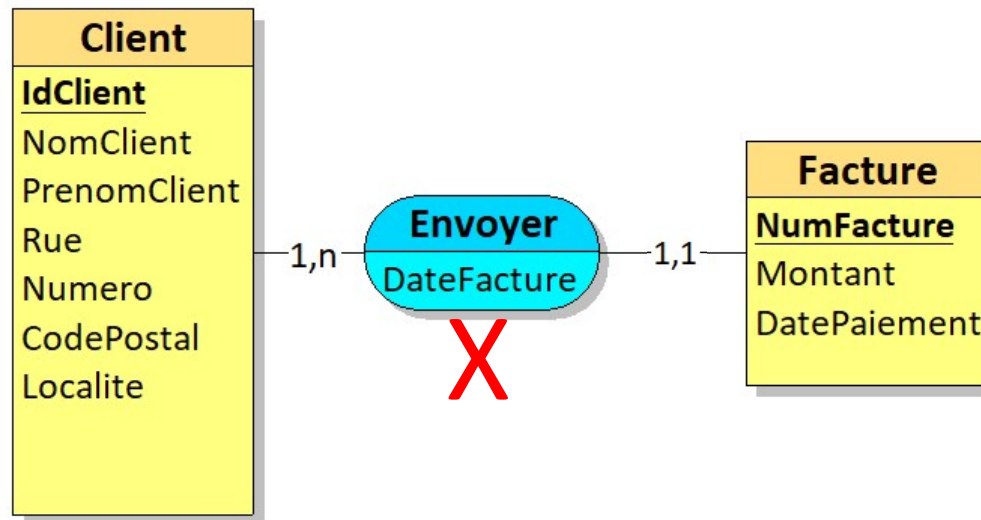
Est-ce que le titre d'un livre dépend de la librairie dans laquelle un exemplaire est stocké ?

ISBN : International Standard Book Number : identifiant unique pour un livre. Il sert à repérer une édition spécifique d'un livre publié dans le monde entier.

MCD : validation technique

• Règle 2 (FN2)

- En ce qui concerne les associations, cette règle 2 correspond à ce qu'on a énoncé plus tôt : une association ne peut être porteuse d'information que si les cardinalités sont multiples de part et d'autres de l'association.

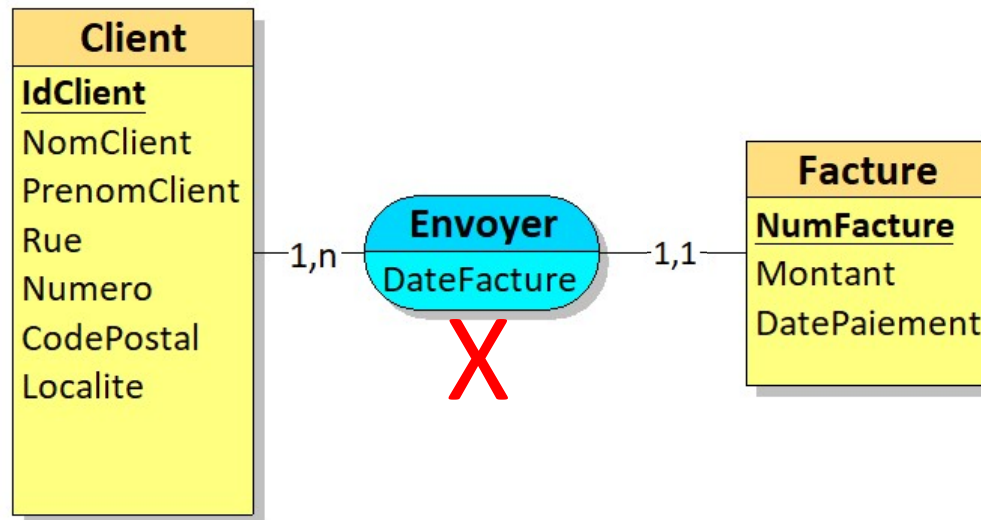


L'identifiant de l'association 'Envoyer' est (IdClient, NumFacture) or DateFacture ne dépend que de NumFacture donc cette modélisation n'est pas correcte.

MCD : validation technique

• Règle 2 (FN2)

- En ce qui concerne les associations, cette règle 2 correspond à ce qu'on a énoncé plus tôt : une association ne peut être porteuse d'information que si les cardinalités sont multiples de part et d'autres de l'association.

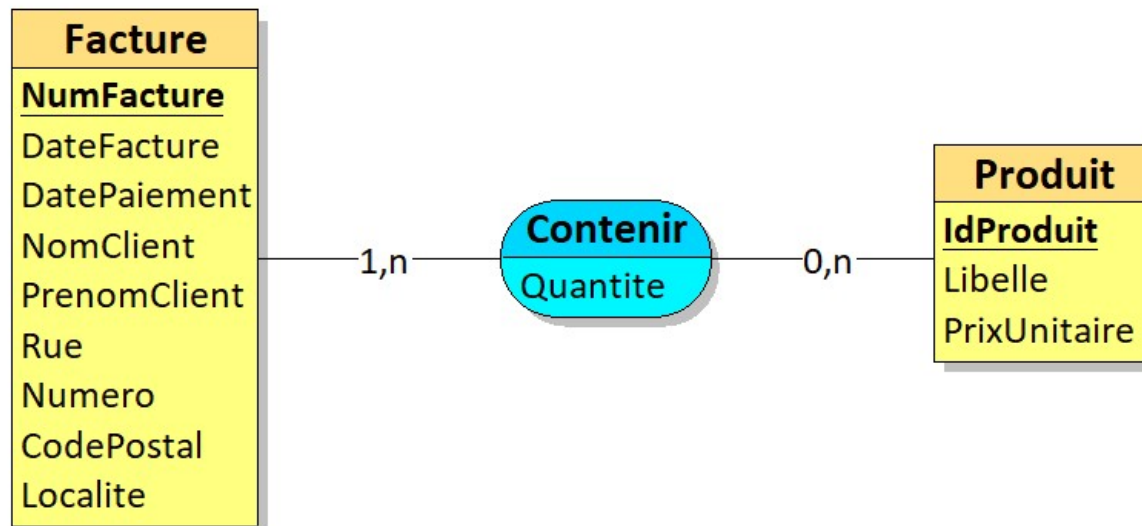


L'identifiant de l'association 'Envoyer' est (IdClient, NumFacture) or DateFacture ne dépend que de NumFacture donc cette modélisation n'est pas correcte.

MCD : validation technique

• Règle 3 (FN3)

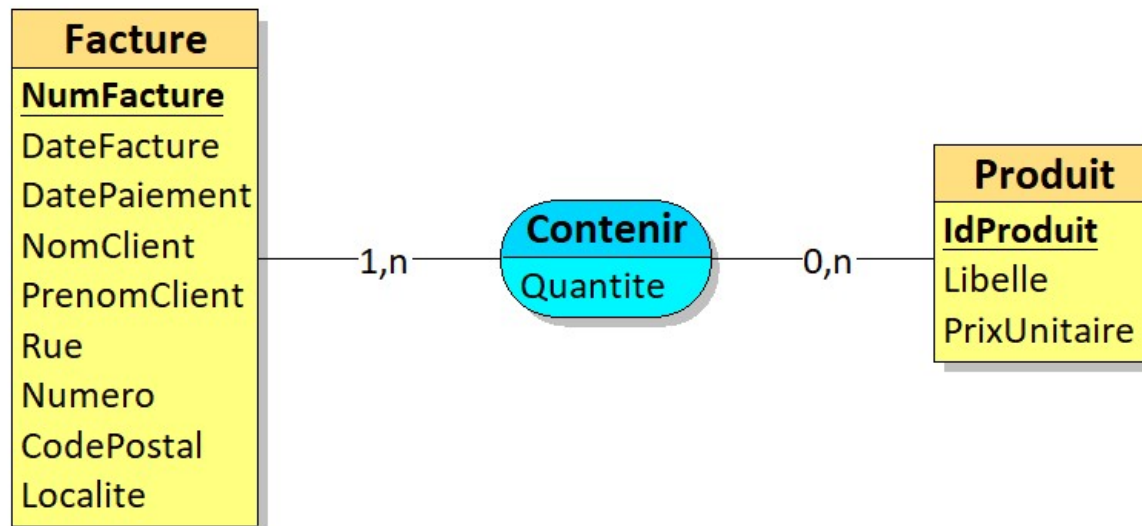
- Toute redondance doit être évitée
- Si une propriété prend la même valeur pour plusieurs occurrences d'une même entité, il faut envisager que cette propriété fasse l'objet d'une entité propre.



MCD : validation technique

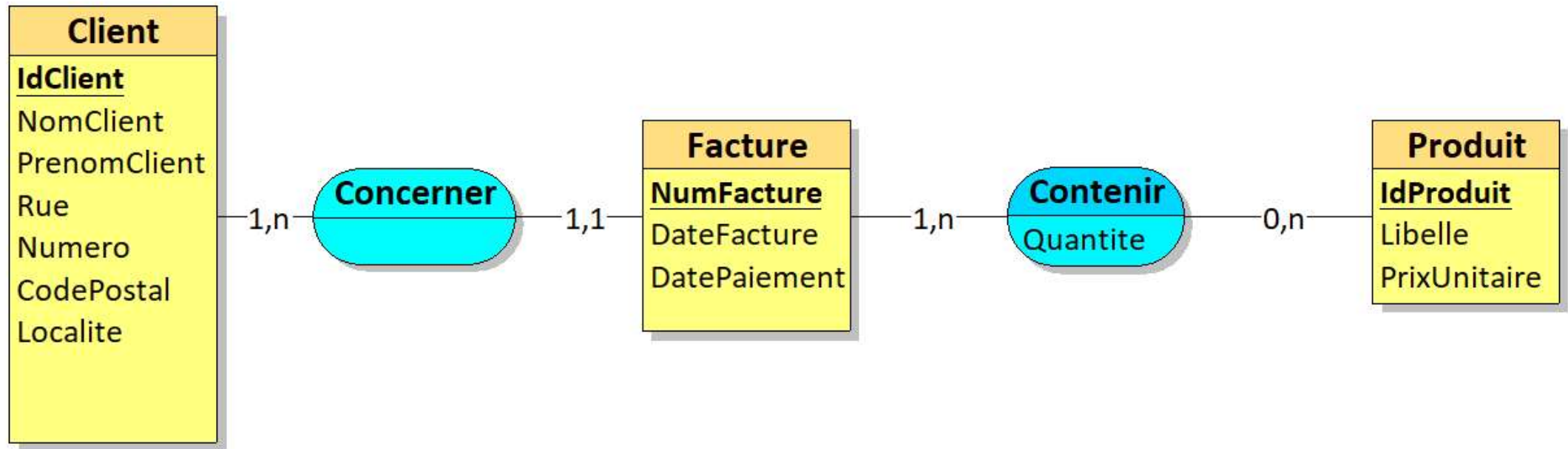
• Règle 3 (FN3)

- Toute redondance doit être évitée
- Si une propriété prend la même valeur pour plusieurs occurrences d'une même entité, il faut envisager que cette propriété fasse l'objet d'une entité propre.



MCD : validation technique

- Règle 3 (FN3)



MCD : validation technique

• Règle 3bis

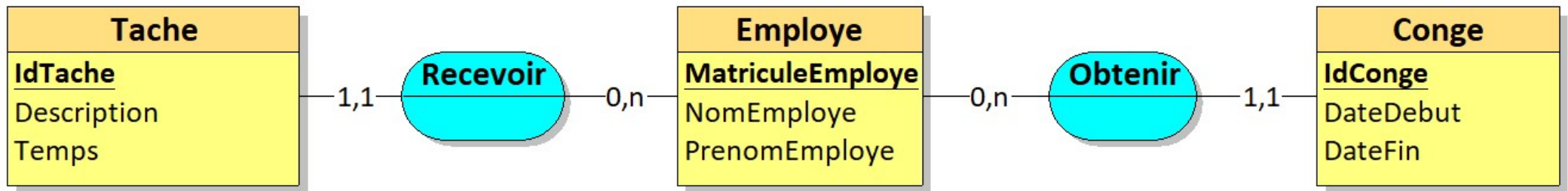
- Toute redondance doit être évitée
- Une propriété (dans ce qu'elle représente) ne peut qualifier qu'une seule entité (ou association)

Tache
<u>IdTache</u>
Description
Temps
MatriculeResponsable
NomResponsable
PrenomResponsable

Conge
<u>IdConge</u>
DateDebut
DateFin
MatriculeEmploye
NomEmploye
PrenomEmploye

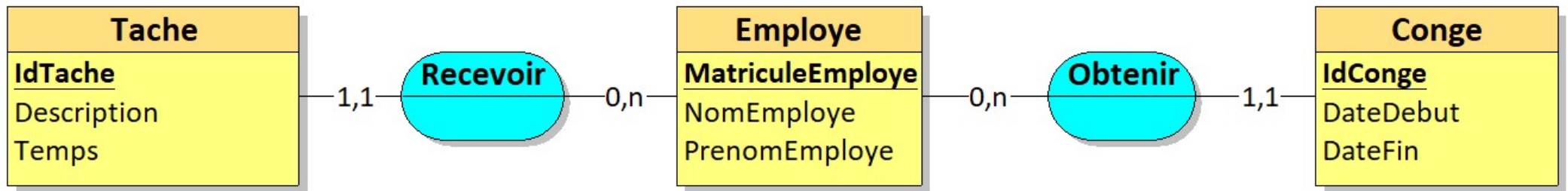
MCD : validation technique

- Règle 3bis



MCD : validation technique

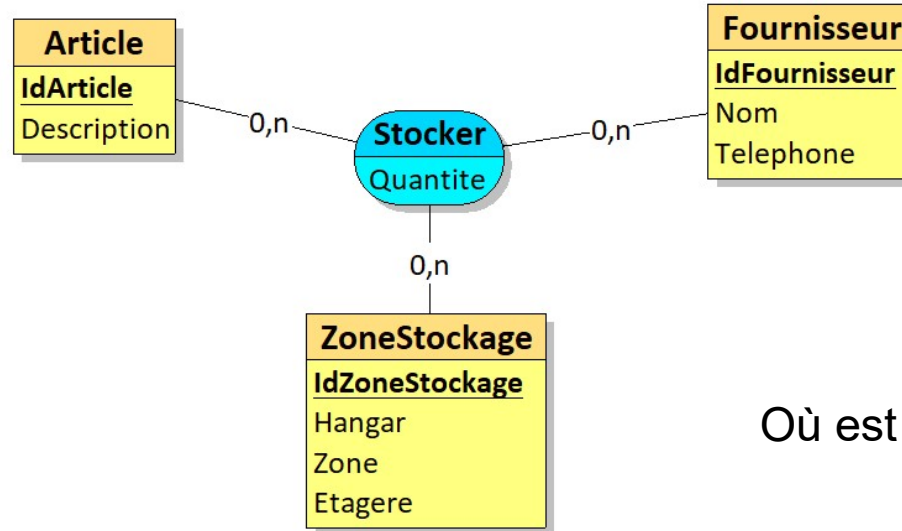
- Règle 3bis



MCD : validation technique

• Règle 4

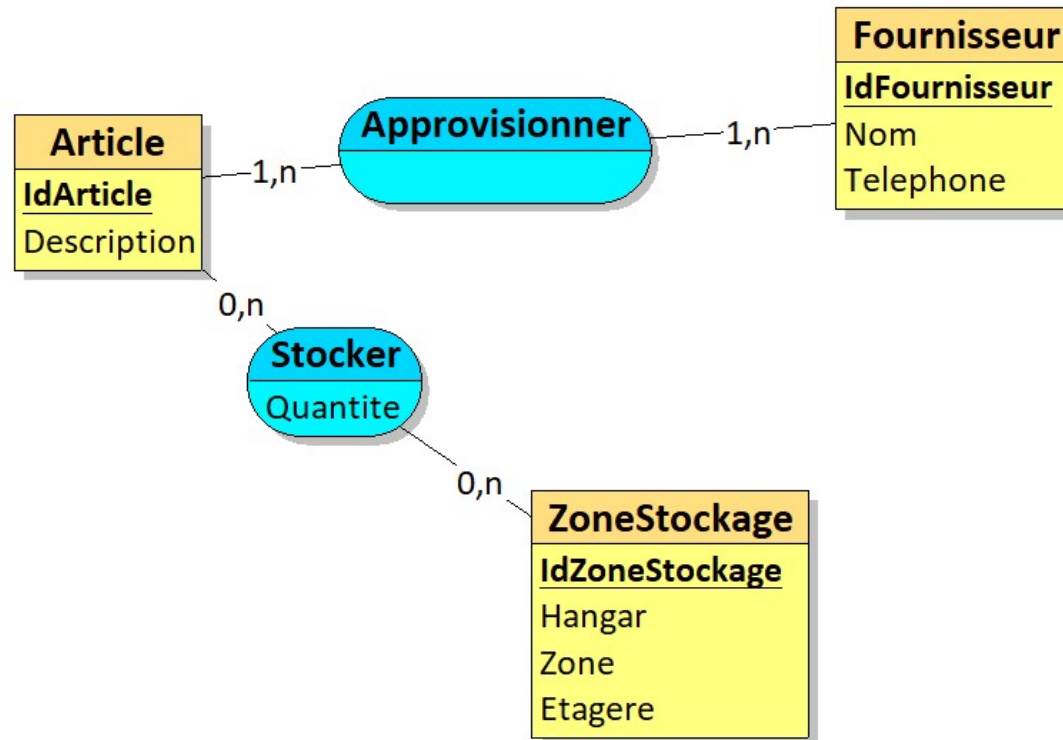
- Pour chaque occurrence d'une **association**, il doit exister **une et une seule occurrence** des entités concernées.
 - L'identifiant d'une association étant composé des identifiants des entités participantes, la participation à l'association ne peut être optionnelle.



Où est la faiblesse ? Que faire ?

MCD : validation technique

- Règle 4



MCD : Validation fonctionnelle

- Sur base des cas d'utilisation, faire un inventaire de **questions** auxquelles le « **modèle doit être capable répondre** »
 - Valider que le modèle contient toutes les informations nécessaires
 - « Puis-je envoyer la facture à un client par la poste ? »
 - Il faut que le modèle contienne l'adresse des clients
 - Valider la nature des liaisons entre occurrences
 - « Puis-je envoyer la facture à un client par la poste ? »
 - Il faut qu'une occurrence de l'entité facture soit liée à une seule occurrence de l'entité client (mais plusieurs occurrences de l'entité facture peuvent être liées à une même occurrence de l'entité client)

MCD : Validation fonctionnelle

- Sur base des cas d'utilisation, faire un inventaire de **questions** auxquelles le « **modèle doit être capable répondre** »
 - Valider que le modèle contient toutes les informations nécessaires
 - « Puis-je envoyer la facture à un client par la poste ? »
 - Il faut que le modèle contienne l'adresse des clients
 - Valider la nature des liaisons entre occurrences
 - « Puis-je envoyer la facture à un client par la poste ? »
 - Il faut qu'une occurrence de l'entité facture soit liée à une seule occurrence de l'entité client (mais plusieurs occurrences de l'entité facture peuvent être liées à une même occurrence de l'entité client)

MCD : Validation fonctionnelle

- N'oubliez pas l'objectif principal !
 - Lecture attentive de l'énoncé / interview / ...
 - Extraire les objectifs principaux (les écrire explicitement)
 - Faire une liste de questions connexes aux objectifs
 - Itérations par cas d'utilisation
 - Concevoir MCD v0.1
 - Relire objectifs principaux
 - Valider questions
 - Concevoir MCD v0.2
 - ...

MCD : Validation fonctionnelle

- N'oubliez pas l'objectif principal !
 - Lecture attentive de l'énoncé / interview / ...
 - Extraire les objectifs principaux (les écrire explicitement)
 - Faire une liste de questions connexes aux objectifs
 - Itérations par cas d'utilisation
 - Concevoir MCD v0.1
 - Relire objectifs principaux
 - Valider questions
 - Concevoir MCD v0.2
 - ...

MLD : Modèle Logique de Données

- Le Modèle Logique de Données (MLD) est **dérivé** du Modèle Conceptuel de Données (MCD)
- Il permet de modéliser la structure des données **telle qu'elle sera implantée dans la future base de données**
- La conception du MLD nécessite d'avoir choisi **le type de base de données** que l'on va utiliser (objet, hiérarchique, relationnel...)

MLD : Modèle Logique de Données

- Nous nous limiterons à des **SGBD de type relationnel**
 - Le MLD produit pour un SGBD de type relationnel reste valide pour n'importe quel SGBD relationnel (pas encore de niveau physique)
- Le passage du MCD au MLD fait apparaître de **nouveaux concepts**, un **nouveau vocabulaire**
- ...et certains concepts disparaissent :
 - le modèle relationnel ne connaît pas le concept d'association

MLD : Le modèle relationnel

- Dans le modèle relationnel, les données sont présentées sous forme de relations. Une relation correspond à une table contenant un ou plusieurs **attributs** exprimés sous forme de colonne.
- Les éléments de la relation sont présentés sous forme de ligne, qu'on appelle également **tuple**. Chaque tuple définit une valeur pour chaque attribut de la relation.
- L'ensemble des attributs d'une relation forme son **schéma**.
- Autres concepts : les clés primaires, les clés étrangères, les formes normales, l'algèbre relationnel, ... (vus en détail au cours de Bases de données)

MCD vers MLD relationnel

Règle 1 : Transformation des entités :

Une **entité** devient une **relation** (une table)

MCD vers MLD relationnel

- Règle 2 : Transformation des identifiants:
- L'**identifiant** d'une entité devient une **clé primaire**.
- On précise une clé primaire par l'acronyme PK : PK(attribut1,...,attributN)

MCD vers MLD relationnel

- Règle 3 : Transformation des propriétés :
- Les **propriétés** de l'entité n'appartenant pas à l'identifiant deviennent des **attributs** de la relation.
-
- Les éventuelles contraintes du modèle conceptuel doivent être reportée dans le modèle logique.
 - ex: caractère optionnel ou obligatoire

MCD vers MLD relationnel

MCD

Client
<u>IdClient</u>
Nom
Prenom
Email
NumTelephone

MLD (graphique)

Client
<u>IdClient</u>
Nom
Prenom
Email
NumTelephone

MLD (textuel)

Client = (IdClient INT, Nom VARCHAR(50), Prenom VARCHAR(50), Email VARCHAR(50), NumTelephone VARCHAR(50));

SQL

```
CREATE TABLE Client(  
  IdClient INT,  
  Nom VARCHAR(50) NOT NULL,  
  Prenom VARCHAR(50) NOT NULL,  
  Email VARCHAR(50) NOT NULL,  
  NumTelephone VARCHAR(50),  
  PRIMARY KEY(IdClient),  
  UNIQUE(Email)  
);
```

MCD vers MLD relationnel

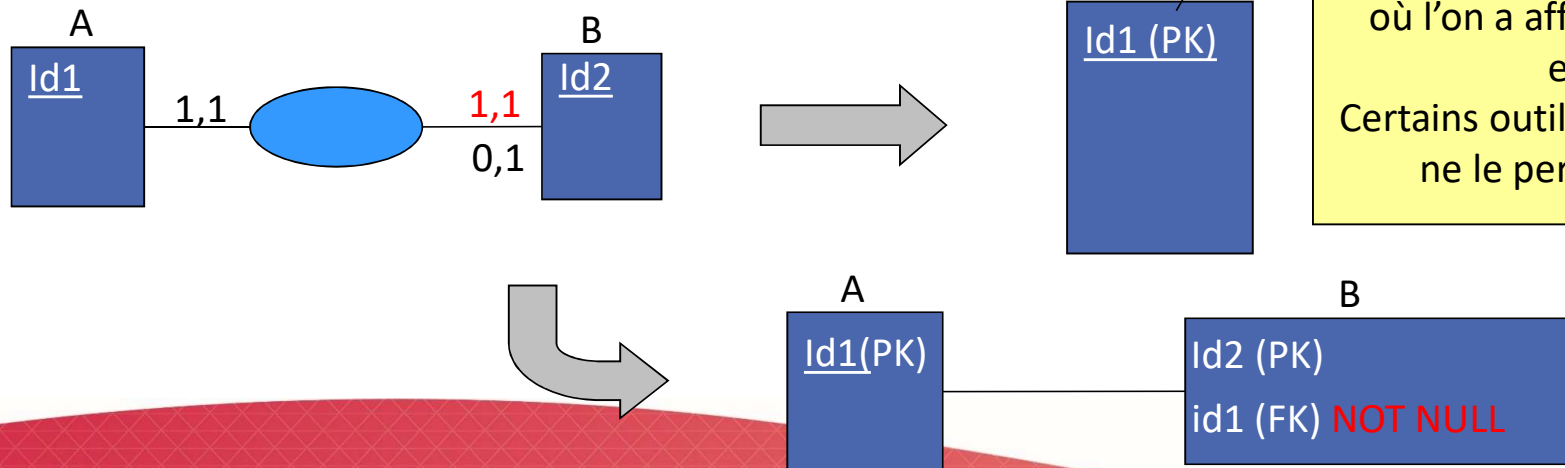
- Règle 4 : associations : La transformation d'une association se fait en fonction du **type d'association** et de leurs **cardinalités**
 - Association binaire ($n=2$) : examen des cardinalités
 - Cardinalité maximum d'abord
 - Cardinalité minimum ensuite

MCD vers MLD relationnel

Cas binaire : cardinalité maximum

Cardinalité (1:1)

- Sélectionner une des entités participant à l'association
- Ajouter à la relation sélectionnée les attributs composant la clé primaire (ou candidate) de l'autre relation (= clé étrangère)



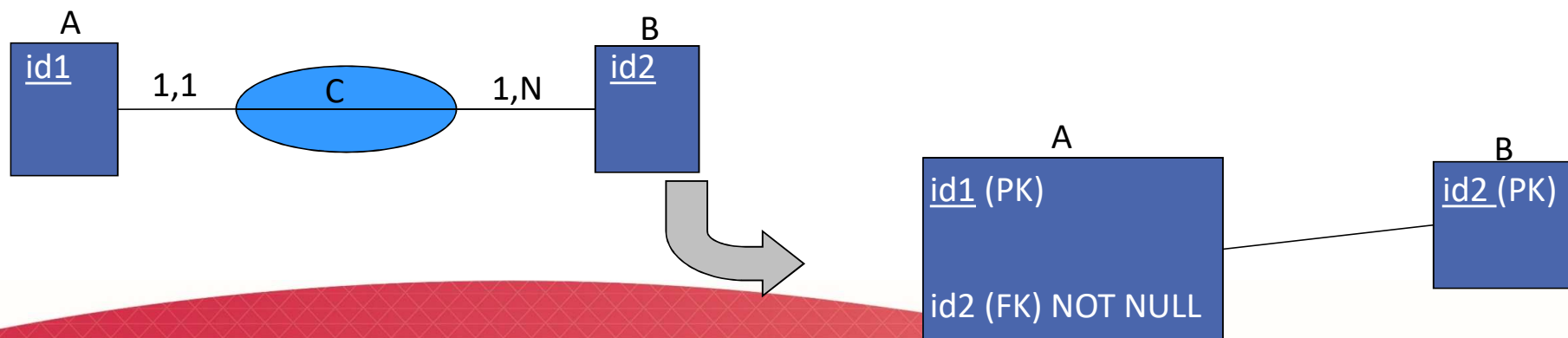
Des cardinalités (1,1) et (1,1) de chaque côté d'une association peuvent indiquer une situation où l'on a affaire à une seule entité. Certains outils de modélisation ne le permettent pas.

MCD vers MLD relationnel

Cas binaire : cardinalité maximum

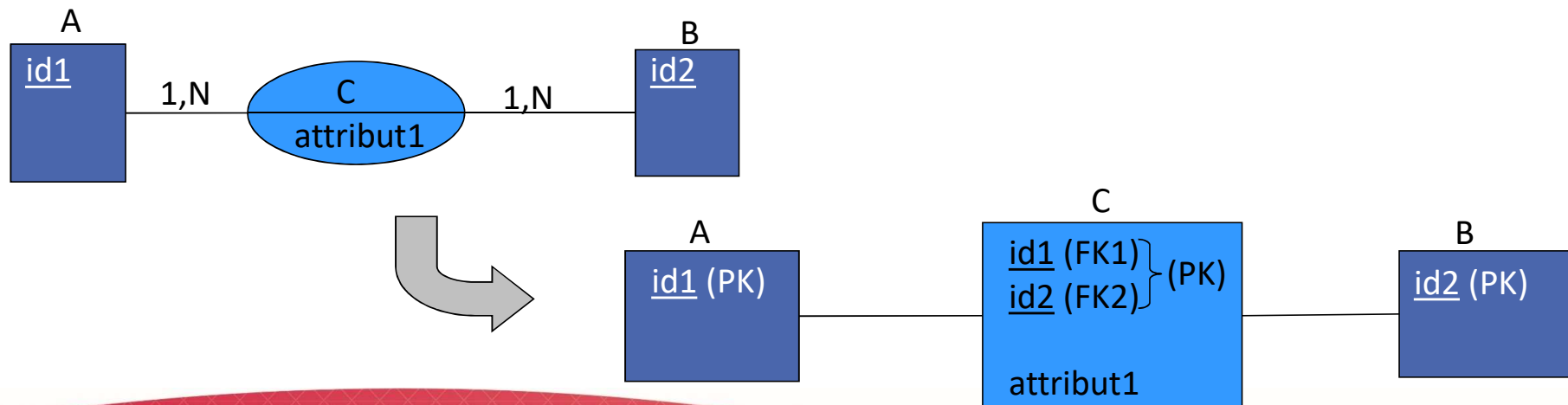
Cardinalité (1:N)

- Sélectionner l'entité dont la cardinalité maximum vaut 1
- Ajouter à la relation sélectionnée les attributs désignant la clé primaire (ou candidate) de l'autre relation en tant que clé étrangère



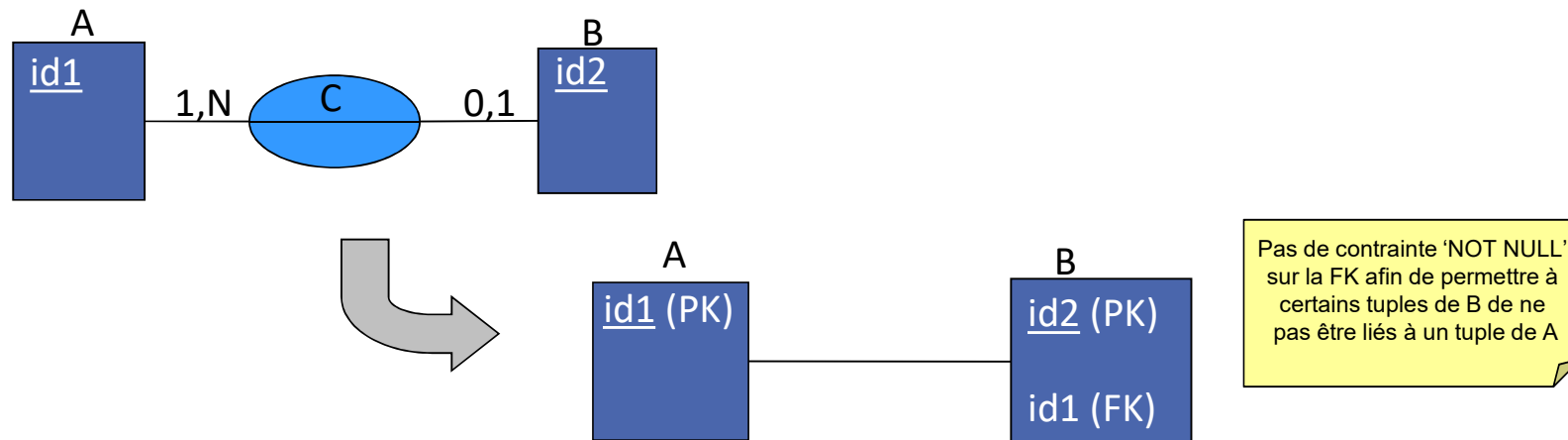
MCD vers MLD relationnel

- Cas binaire : cardinalité maximum
 - Cardinalité (N:N)
 - L'association est convertie en relation. Les identifiants des entités participant à l'association deviennent des clés étrangères et forment la clé primaire de la nouvelle relation. Au besoin, la clé primaire se voit ajouter des attributs propres à l'association.



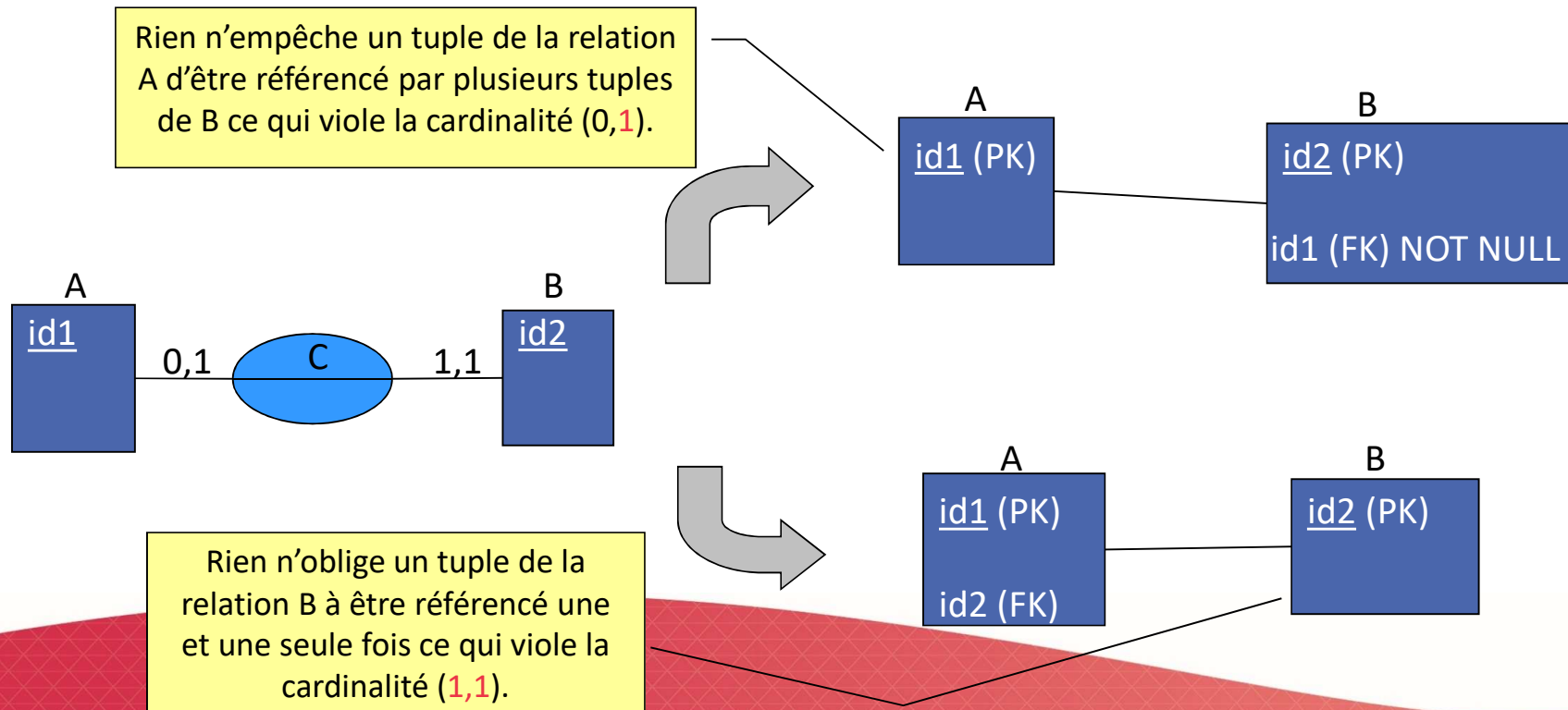
MCD vers MLD relationnel

- Cas binaire : cardinalité minimum
 - Cardinalité (0:_)
 - Sélectionner l'entité dont la cardinalité minimum vaut 0
 - La clé étrangère contenue dans la relation sélectionnée peut être définie comme pouvant prendre une valeur nulle



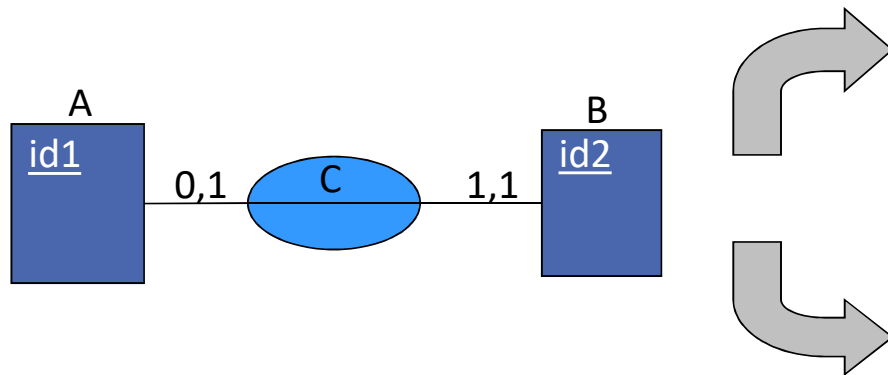
MCD vers MLD relationnel

- Remarque : Telle quelle, la transformation vers le modèle relationnel peut amener **une perte au niveau des contraintes**.



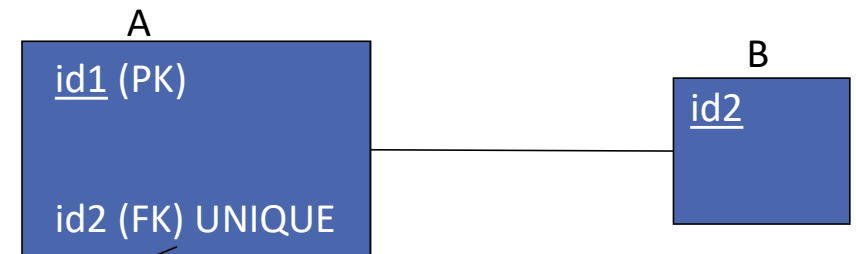
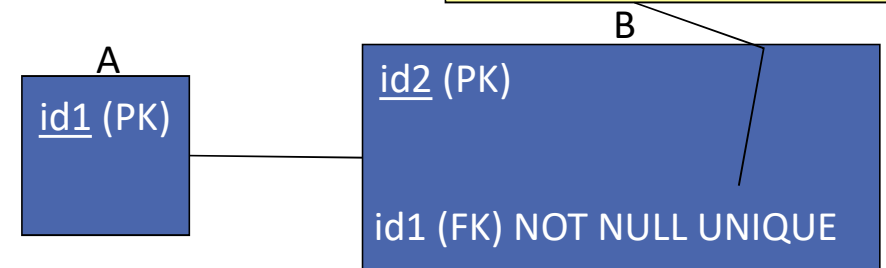
MCD vers MLD relationnel

Solution : utilisation de contraintes d'unicité

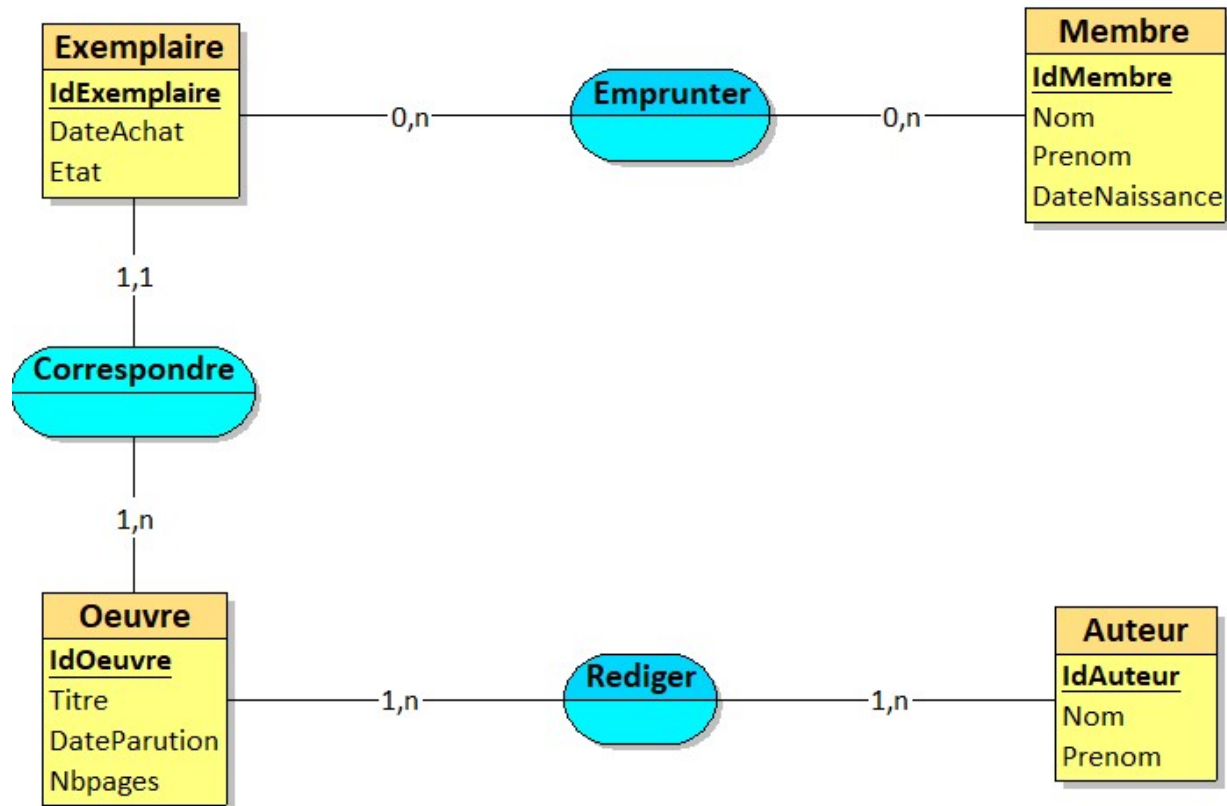


On s'assure qu'un tuple de la relation B ne sera référencé qu'une seule fois au maximum mais il peut ne pas être référencé ce qui viole toujours la cardinalité (1,1).

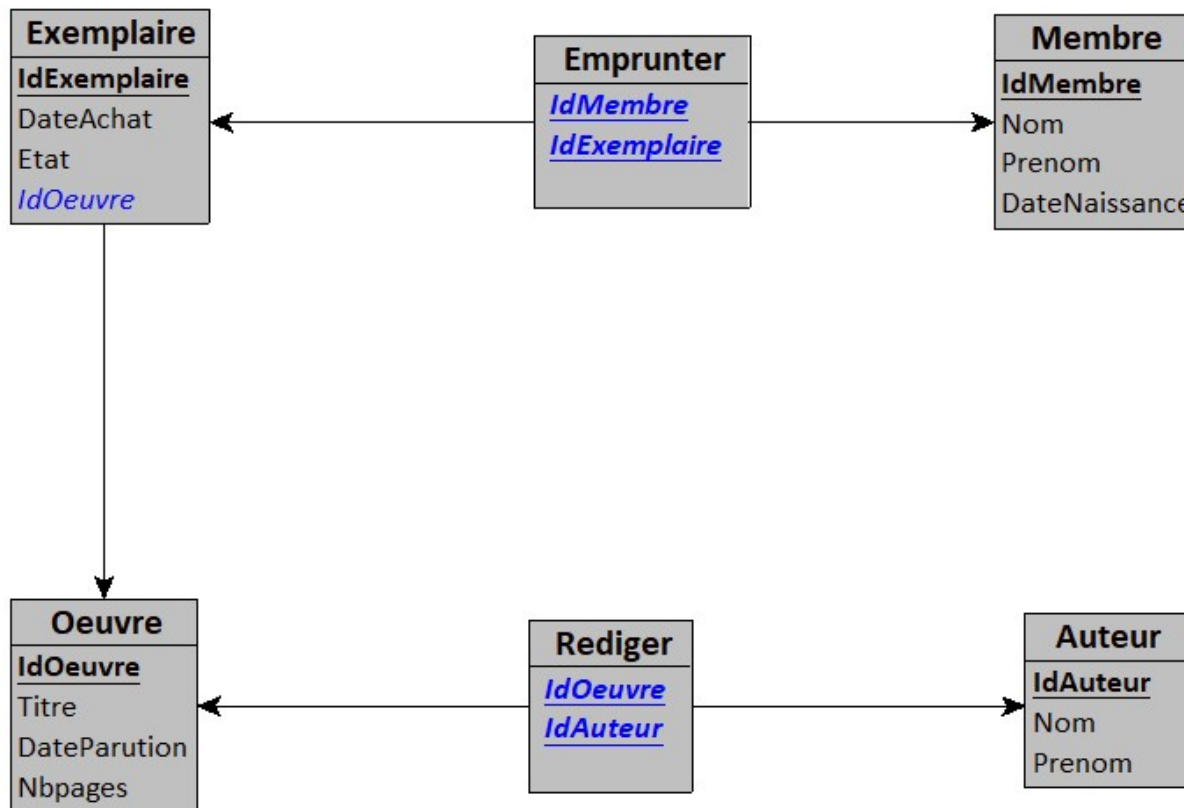
On assure qu'un tuple de A ne sera référencé qu'une seule fois au maximum. Les cardinalités sont respectées.



MCD vers MLD relationnel



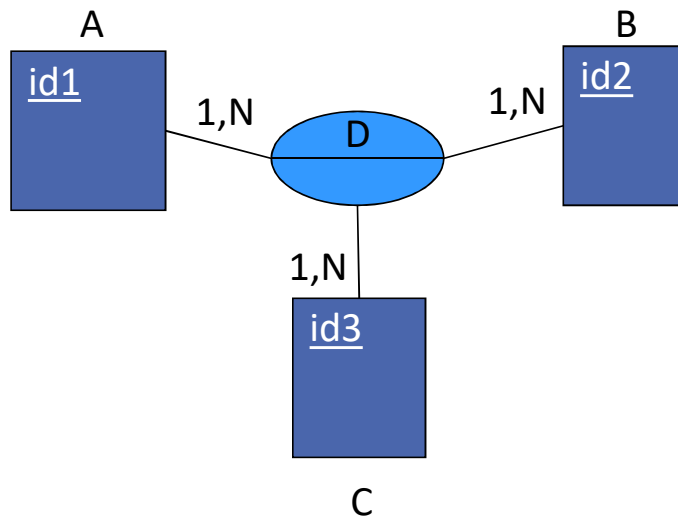
MCD vers MLD relationnel



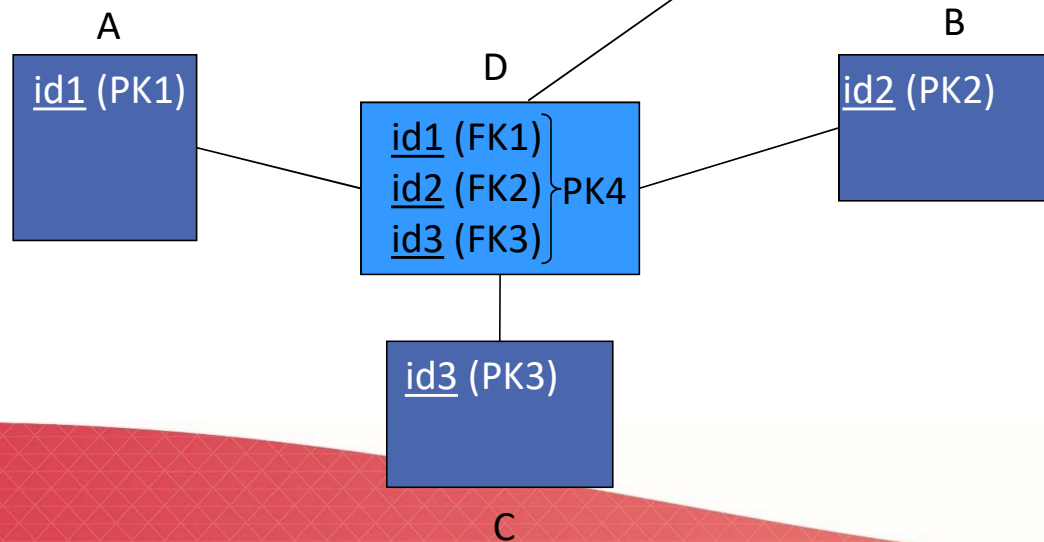
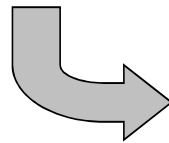
MCD vers MLD relationnel

- Cas n-aire ($n > 2$) :
 - Création d'une nouvelle relation si les cardinalités sont $(_, n)$ sur toutes les branches
 - Les identifiants des entités participant à l'association s'ajoutent aux attributs de la nouvelle relation. Ces identifiants constituent ainsi des clés étrangères dans la relation.
 - La clé primaire de la relation se compose des identifiants des entités participant à l'association. Si ceci ne suffit pas à identifier un tuple de la relation : ajout d'un attribut (ou +) de la relation.
 - Si il existe une cardinalité $(_, 1)$ sur une des branches, ajout de clés étrangères
 - Les identifiants des entités avec cardinalités $(_, n)$ s'ajoutent aux à l'entité reliée par la cardinalité $(_, 1)$ et constituent ainsi des clés étrangères dans la relation.

MCD vers MLD relationnel



On n'assure pas que chaque tuple de A, B et C sont référencés, ce qui viole les cardinalités (1,N).



MCD vers MLD relationnel

