

Bases de données :
cours 3 – Modèle Relationnel

Elena Leroux

Plan



- **Modèle relationnel**
 - Introduction
 - Les éléments du modèle
- Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel

Introduction

- Proposé par Codd en 1970, ce modèle est :
 - le plus utilisé grâce à sa simplicité et
 - à la base du langage de requêtes SQL.
- Les buts sont :
 - indépendance des programmes d'application par rapport à la représentation interne des données.
 - base théorique solide (logique et calcul ensembliste) pour traiter des problèmes de cohérence et redondance des données.
 - Dans le modèle relationnel, l'utilisateur voit toutes les relations comme des tables bidimensionnelles,
 - les noms de colonnes sont les attributs et
 - les lignes sont les occurrences de la relation.

Plan



- **Modèle relationnel**
 - Introduction
 - Les éléments du modèle
 - Les relations
 - Les tables
 - Les clés
- Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel

Les éléments du modèle :

les relations (1/4)

● Définition :

- Une **relation** r est un sous-ensemble du produit cartésien de n ensembles D_1, D_2, \dots, D_n appelés **domaines**.
 - n est appelé le **degré de la relation**.
 - Une relation est l'ensemble de n -uplets de la forme (d_1, d_2, \dots, d_n) où $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n$. Chaque n -uplet est une **occurrence** de la relation.
 - A chaque domaine D_i est associé un nom d'**attribut** A_i qui est lié à sa signification sémantique par rapport à la relation.

Les éléments du modèle : les relations (2/4)

Exemple:

Soient :

- L'ensemble des noms de tous les clients : **domaine**

attribut → `client_nom = {Dupont, Jéron, Leroux, Dubois, ...}`

- L'ensemble de toutes les rues :

`client_rue = {Beaubourg, Dauphine, Descartes, ...}`

- L'ensemble des toutes les villes :

`client_ville = {Vannes, Rennes, Paris, ...}`

Alors $r = \{$ (Dupont, Beaubourg, Vannes),
(Jéron, Descartes, Rennes),
(Leroux, Descartes, Vannes),
(Dubois, Dauphine, Paris), ... $\}$ **occurences**

est une **relation** sur `client_nom` \times `client_rue` \times `client_ville`

Les éléments du modèle :

les relations (3/4)

- **Remarques :**

- Dans une relation :
 - plusieurs domaines peuvent être identiques, mais
 - tous les attributs ont des noms différents.
- Pour décrire une relation, on énumère les attributs et on donne :
 - soit la liste des occurrences qui lui appartiennent (**définition en extension**).
 - soit le prédicat qui permet de juger si une occurrence appartient à la relation (**définition en intension**).
- On note la relation **$r(A_1, A_2, \dots, A_n)$** une relation **r** avec les attributs **A_1, A_2, \dots, A_n** .

Les éléments du modèle : les relations (4/4)

● Résumé :

- A_1, A_2, \dots, A_n sont des **attributs**.
 - Exemple : `client_nom, client_rue, client_ville`
- $r(A_1, A_2, \dots, A_n)$ est une **relation**.
 - Exemple : `Client(client_nom, client_rue, client_ville)`
- $R = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ est un **schéma relationnel**.
 - Exemple :
`ClientSch = (client_nom, client_rue, client_ville)`
- $r(R)$ est une **relation** sur le schéma relationnel R .
 - Exemple : `Client(ClientSch)`

Plan



- **Modèle relationnel**
 - Introduction
 - Les éléments du modèle
 - Les relations
 - Les tables
 - Les clés
- Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel
- Algèbre relationnelle

Les éléments du modèle : les tables

- Dans les SGBD les **relations** sont représentées par des **tables**.
 - Les **lignes** des tables correspondent aux **occurrences** (**n-uplets**).
 - Les **colonnes** correspondent aux **attributs**.

- **Exemple :**

nom de la relation

Client

attributs (ou colonnes)

client_nom	client_rue	client_ville
Dupont	Beaubourg	Vannes
Jéron	Descartes	Rennes
Dubois	Dauphine	Paris
...

relation (ou table)

occurrences (ou lignes)

Base de données

- Une **base de données** contient plusieurs relations.
- Par exemple, l'information par rapport à une banque peut être séparée en plusieurs parties qui sont représentées à l'aide de différentes relations :
 - **account** : stocke l'information correspondant aux comptes,
 - **depositor** : stocke l'information concernant le lien entre les comptes et les clients,
 - **customer** : stocke l'information correspondant aux clients.

Si nous essayons de stocker toute l'information par rapport à une banque dans une seule relation :

Bank(account_number, balance, customer_name, ...)

nous pouvons rencontrer certains problèmes, par exemple :

- **répétition de l'information** :
 - Par exemple, si un compte appartient à deux clients, alors quelle information doit être répétée ?
- nous avons besoin d'avoir **valeur NULL** :
 - Par exemple, pour les clients sans comptes.
- La façon de créer un bon schéma relationnel est expliqué dans la **théorie de normalisation** des bases de données.

Plan



- **Modèle relationnel**
 - Introduction
 - Les éléments du modèle
 - Les relations
 - Les tables
 - Les clés
- Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel

Les éléments du modèle :

les clés – motivation (1/7)

- Dans la théorie relationnelle, **toutes les occurrences d'une relation doivent être distinctes** ! (Sinon on ne pourrait pas les distinguer en tant qu'éléments d'un ensemble.)
- Une relation a donc au moins un sous-ensemble de l'ensemble des attributs qui permet d'identifier chacune des occurrences de la relation.
- Deux éléments de la relation ne peuvent avoir les mêmes valeurs pour tous les attributs de ce sous-ensemble.

Les éléments du modèle :

les clés (2/7)

- **Définition :**

Soit un ensemble d'attributs $K \subseteq R$. K est une **surclé** (*superkey*) s'il permet d'identifier chacune des occurrences de chaque relation $r(R)$.

- **Exemple:**

$K_1 = \{\text{client_nom}, \text{client_rue}\}$ et $K_2 = \{\text{client_nom}\}$

sont tous les deux des surclés si on suppose que deux clients ne peuvent pas avoir le même nom.

- **Remarque :**

Dans la vie réelle, pour identifier les clients on rajoutera l'attribut `client_id`. Dans ce cours, on ignore cet attribut pour avoir des exemples compacts et on suppose que le nom est unique pour chaque client.

- **Remarque :**

A noter que, par définition, l'ensemble de **tous les attributs** d'une relation forment toujours une **surclé** de la relation.

Les éléments du modèle :

les clés (3/7)

- **Définition :**

- K est une **clé candidate** (*candidate key*) si c'est une surclé minimale.
- Une clé K est **minimale** si aucun sous-ensemble strict K' de K ($K' \subset K$) forme une surclé.

- **Exemple :**

- $K = \{\text{client_nom}\}$ est une clé candidate pour la relation **client** car c'est une surclé et aucun sous-ensemble de K forme une surclé.
- $K = \{\text{client_nom}, \text{client_rue}\}$ n'est pas une clé candidate car $K' = \{\text{client_nom}\} \subset K$ est une surclé de la relation **client**.

- **Remarques :**

- Une **clé candidate** correspond à l'**identifiant du modèle EA**.
- La notion de **clé candidate est essentielle** dans le modèle relationnel.
- Toute **relation a au moins une clé candidate** et peut en avoir plusieurs.
 - Cela a pour conséquence qu'il ne peut jamais y avoir deux occurrences identiques au sein d'une relation (ces deux occurrences représenteraient en fait le même objet).
- Les clés candidates d'une relation n'ont pas forcément le même nombre d'attributs.

Les éléments du modèle :

les clés (4/7)

- **Définition :**

Une **clé primaire** (*primary key*) d'une relation est l'une de ses clés candidates.

- **Remarques :**

- La notion de **clé primaire est moins importante** que celle de clé candidate dans le modèle relationnel.
- La clé primaire peut être choisie arbitrairement mais le contexte aide souvent à déterminer laquelle des clés candidates doit être considérée comme clé primaire.
- Pour signaler la **clé primaire**, ses attributs sont généralement **soulignés**.

- **Exemple :**

- `Client(client_nom, client_rue, client_ville)`.

- **Définition :**

- Une **clé alternative** (*alternate key*) est une clé candidate qui n'a pas été choisie comme clé primaire.
- En d'autres termes, l'ensemble des clés alternatives est égal à l'ensemble des clés candidates privé de (c'est-à-dire, auquel on a retiré) la clé primaire.

Les éléments du modèle :

les clés (5/7)

- **Définition :**

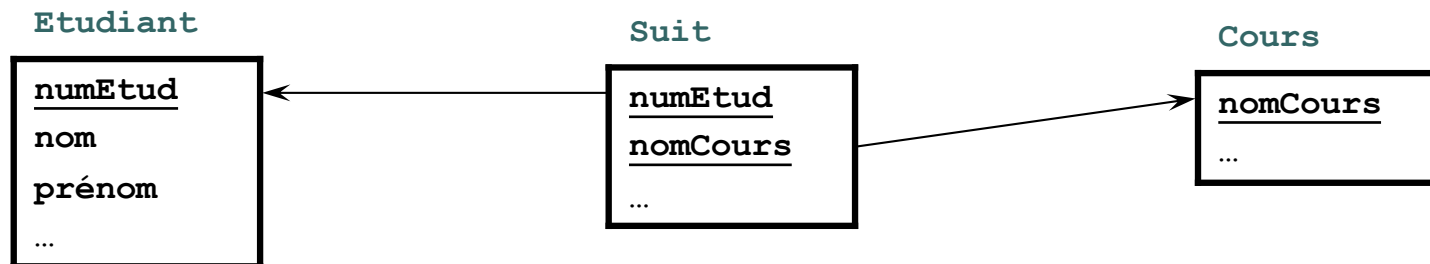
- Une **clé étrangère** (*foreign key*) d'une relation est formée d'un ou plusieurs de ses attributs qui constituent une clé primaire dans une autre relation.

- **Remarque :**

Les **clés étrangères** correspondent aux **liens** qui sont définis dans le modèle EA.

- **Exemple :**

- Par exemple, la relation **Suit**(**numEtud**, **nomCours**) possède une clé primaire composée (**numEtud**, **nomCours**), et deux clés étrangères : **numEtud** et **nomCours**.
 - En effet, **nomCours** "référence" un cours, c'est à dire que si une valeur **nomCours** existe dans la relation **Suit**, alors il doit nécessairement exister un cours de ce nom là dans la relation **Cours**.
 - De même, **numEtud** "référence" un étudiant.



Les éléments du modèle :

les clés (6/7)

- Le **schéma d'une relation** comprend donc, en plus
 - du nom de la relation,
 - des noms de ses attributs et
 - des domaines associés aux attributs,la définition :
 - de sa clé primaire et
 - de ses clés étrangères, s'il en existe.

- **Exemple :**

`Suit(numEtud : domaineNum, nomCours : domaineNom, ...)`

Clé primaire :

- `(numEtud, nomCours)`

Clés étrangères :

- `numEtud` est la référence à la relation `Etudiant`,
- `nomCours` est la référence à la relation `Cours`.

Les éléments du modèle :

les clés (7/7)

- **Remarque générale :**

- Dans certains cas, dans une base de données, aucunes des clés candidates d'une relation ne permet, si elle est choisie comme clé primaire, de donner un accès rapide à la base de données.

Le choix d'une telle clé ralentira alors tout accès à la base de donnée et la rendra inexploitable.

Dans ce cas, le SGBD rajoute un attribut, dont le domaine est l'ensemble des entiers, à la relation.

Cet attribut ne modélise aucune donnée du monde réel mais est un attribut artificiel qui permet d'identifier chaque occurrence de la relation.

Plan



- Modèle relationnel
- Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (1/8)

- **Définition :**

Un **schéma relationnel** est un ensemble de relations. Elle comprend des informations complémentaires, en particulier sur les clés étrangères.

- **Question :**

Comment obtenir un schéma relationnel (qui sera implanté dans le SGBD) à partir d'un schéma EA (utilisé pour concevoir la base de données) ?

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (2/8)

Étape 1.a :

- Pour chaque type d'entité, créer une relation avec les attributs **monovalués simples** (*voir le cas des autres types d'attribut plus loin*) du type d'entité.
- La clé primaire de cette relation est l'identificateur du type d'entités.

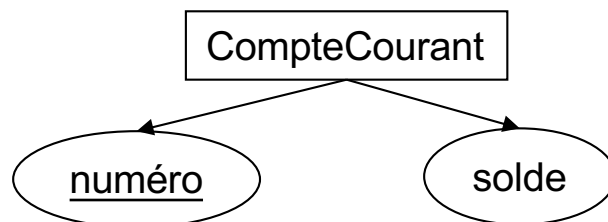
Exemple 1.a :

- L'entité **CompteCourant** ayant comme attributs **numéro** (identificateur) **solde** sera représentée par la relation

- **CompteCourant (numéro, solde)**

- CP : (numéro)

- CE : aucune



CompteCourant

<u>numéro</u>	solde
...	...

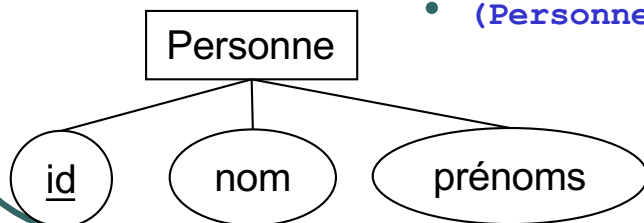
Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (3/8)

Étape 1.b :

- Pour chaque attribut multivalué **A** d'un type d'entité **TE**, il faut créer une relation supplémentaire appelée **TE_A** dont :
 - les attributs sont ceux de la clé de **TE** et celui correspondant à l'attribut **A** multivalué considéré et
 - la clé est l'ensemble de ses attributs.

Exemple 1.b :

- L'entité **Personne** ayant comme attributs **id** (identificateur), **nom** et **prénoms**. sera représenté par deux relations :
 - **Personne (id, nom)**
 - CP : (id)
 - CE : aucune
 - **Personne.prénoms (Personne.id, prénoms)**
 - CP : (Personne.id, prénoms)
 - CE :
 - (Personne.numéro) référence l'attribut **numéro** de la relation **Personne**



Personne

<u>id</u>	nom
...	...

Personne.prénoms

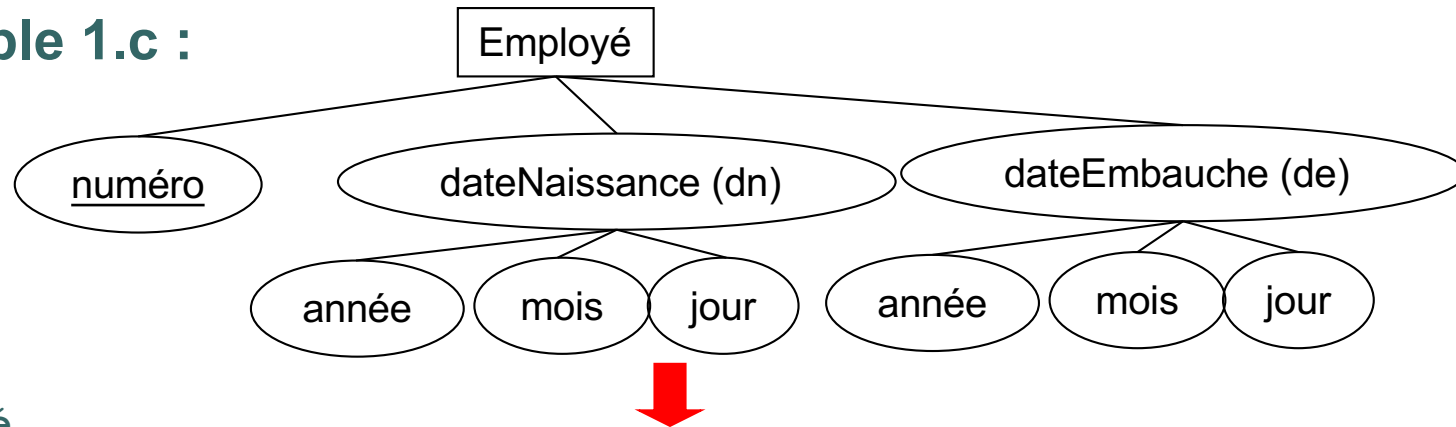
<u>id</u>	<u>prénoms</u>
...	...

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (4/8)

Étape 1.c :

- Un attribut complexe n'est pas ajouté directement à une relation, mais il est décomposé en chacun de ses composants. Si les composants sont simples, alors ils sont ajoutés directement à la relation. Sinon, ils sont décomposés à leur tour et ainsi de suite.

Exemple 1.c :



Employé

<u>numéro</u>	dn . année	dn . mois	dn . jour	de . année	de . mois	de . jour
156	1954	12	25	1985	06	10
...

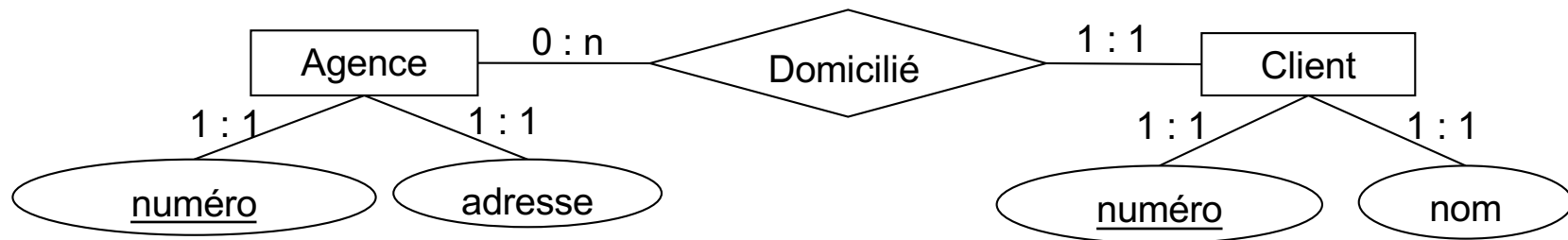
Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (5/8)

- **Étape 2.a :**
 - Pour chaque type d'association dont au moins un type d'entité associée a une **cardinalité maximale égale à 1**, rajouter dans la relation correspondant à ce type d'entité les clés des relations correspondant aux autres types d'entités associées et, s'il y en a, les attributs de l'association.

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (5/8)

Exemple 2.a :

Si un client a toujours son compte domicilié dans une et une seule agence, alors l'association **Domicilié** liant un client à l'agence qui gère son compte sera représentée en rajoutant, dans la relation **Client** la clé **numAgence** de la relation qui représente les agences.



Ce schéma EA se traduit en le schéma relationnel suivant :

- **Agence**(**numéro**, *adresse*)
 - CP : (**numéro**)
 - CE : aucune
- **Client**(**numéro**, *nom*, **Agence.numéro**)
 - CP : (**numéro**)
 - CE :
 - (**Agence.numéro**) référence l'attribut **numéro** de la relation **Agence**

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (6/8)

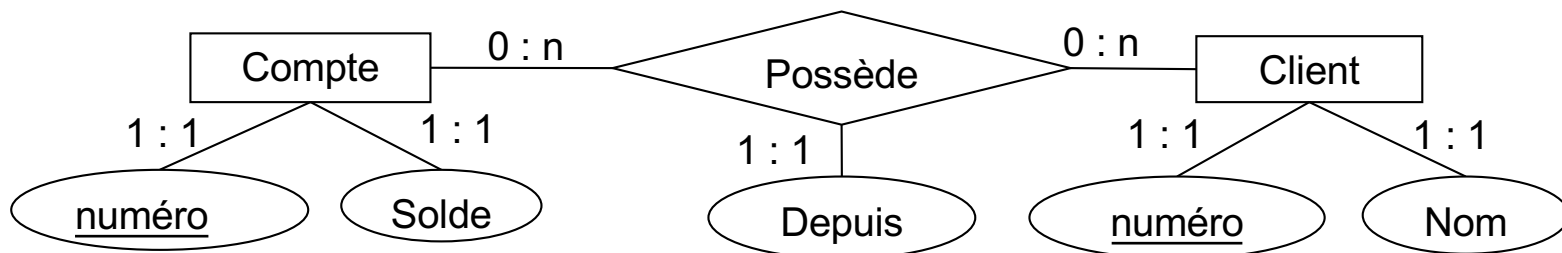
- **Étape 2.b :**
 - Pour tous les autres cas d'association, créer une relation comportant les clés des relations représentant les types d'entité associés et, s'il y en a, les attributs de l'association. La clé d'une telle relation est formée par l'ensemble des clés des relations représentant les types d'entité associés.

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (6/8)

Exemple 2.b :

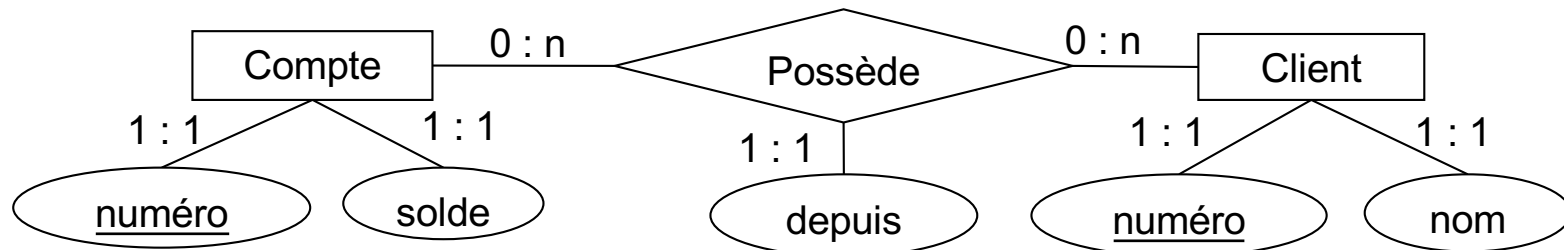
L'association qui lie les clients à leurs comptes pourra être représentée par une relation **Possède** qui comporte :

- le **Client.numéro** (clé de la relation **Client**),
- le **Compte.numéro** (clé de la relation **Compte**) et
- l'attribut **depuis**, attribut de l'association **Possède** qui indique depuis quand le client est associé à ce compte.



Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (6/8)

Exemple 2.b :



Ce schéma EA se traduit en le schéma relationnel suivant :

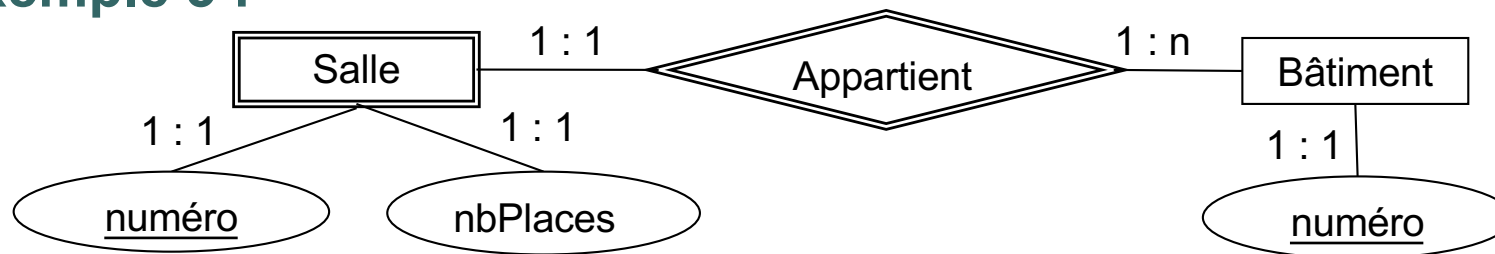
- **Compte (numéro, solde)**
 - CP : (numéro)
 - CE : aucune
- **Client (numéro, nom)**
 - CP : (numéro)
 - CE : aucune
- **Possède (Compte.numéro, Client.numéro, depuis)**
 - CP : (Compte.numéro, Client.numéro)
 - CE :
 - (Compte.numéro) référence l'attribut **numéro** de la relation **Compte**
 - (Client.numéro) référence l'attribut **numéro** de la relation **Client**

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (7/8)

Étape 3 :

- Pour représenter une **entité faible** et son association vers l'entité dominante, la seule particularité est que la clé de l'entité dominante fait partie de la clé de l'entité faible.

Exemple 3 :



Ce schéma EA se traduit en le schéma relationnel suivant :

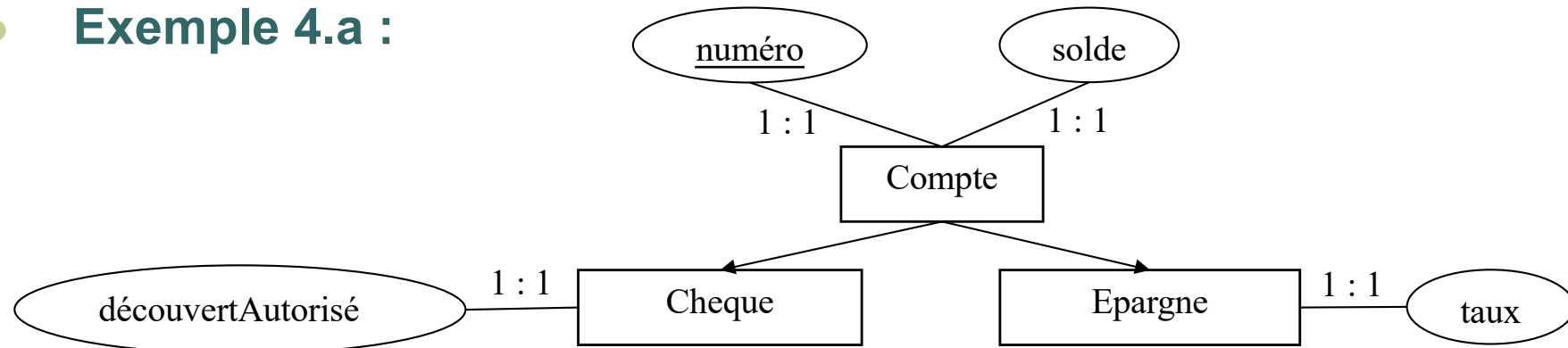
- **Salle** (**numéro**, **Bâtiment.numéro**, **NbPlaces**) ,
 - CP : (**numéro**, **Bâtiment.numéro**)
 - CE :
 - (**Bâtiment.numéro**) référence l'attribut **numéro** de la relation **Bâtiment**
- **Bâtiment** (**numéro**)
 - CP : (**numéro**)
 - CE : aucune

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (8/8)

- **Étape 4.a :**
 - Pour représenter des sous-types d'entités d'un **super type général** d'entité :
 - créer une relation qui comporte tous les **attributs communs** (c'est-à-dire, une relation qui correspond au super-type) et
 - créer une relation pour chaque sous-type qui comporte la **clé de la relation qui représente le super type général**, ainsi que les **attributs spécifiques** au sous-type.
- **Étape 4.b :**
 - Pour représenter des sous-types d'entités d'un **super type « virtuel »** (c'est-à-dire qu'il ne contient pas d'entité mais sert uniquement à factoriser les propriétés) :
 - Il est possible de ne pas créer de relation pour le super type.
 - Mais, dans ce cas, chaque relation des sous types devra comporter aussi les attributs communs.

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (8/8)

Exemple 4.a :

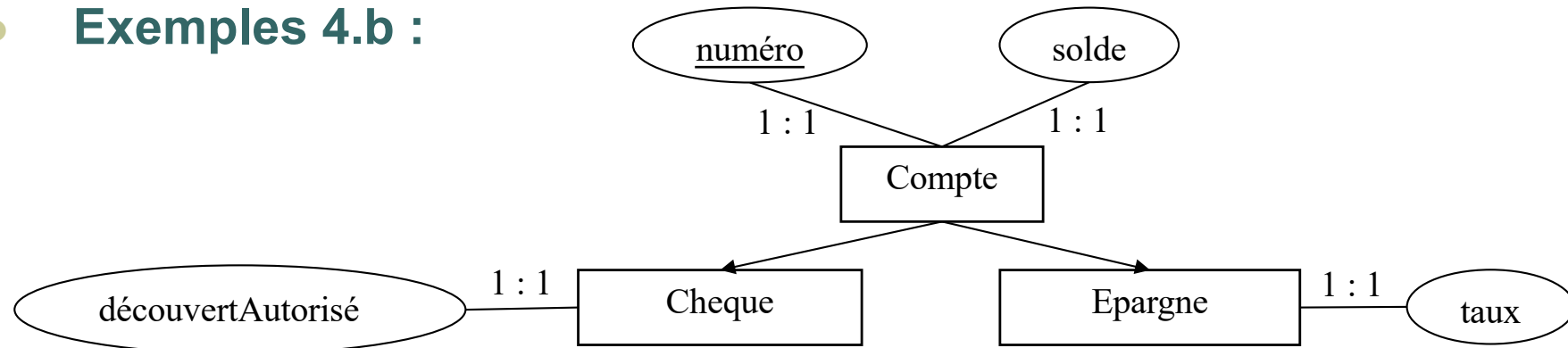


Si on considère le type d'entités « Compte » comme super type général, alors le schéma EA se traduit en le schéma relationnel suivant :

- **Compte (numéro, solde)**
 - CP : (numéro)
 - CE : aucune
- **Compte.Cheque (Compte.numéro, découvertAutorisé)**
 - CP : (Compte.numéro)
 - CE :
 - (Compte.numéro) référence l'attribut **numéro** de la relation **Compte**
- **Compte.Epargne (Compte.numéro, taux)**
 - CP : (Compte.numéro)
 - CE :
 - (Compte.numéro) référence l'attribut **numéro** de la relation **Compte**

Passage d'un schéma EA à un schéma relationnel (8/8)

- Exemples 4.b :



Par contre, si on considère le type d'entités « Compte » comme super type virtuel, alors le schéma EA se traduit en le schéma relationnel suivant :

- `Compte.Cheque (Compte.Numéro, découvertAutorisé, solde)`
 - CP : (Compte.numéro)
 - CE : aucune
- `Compte.Epargne (Compte.Numéro, taux, solde)`
 - CP : (Compte.numéro)
 - CE : aucune