Diagramme de classes et d'objets

Dame Samb,
Université de Thies

Diagramme de classes (DCL) et d'objets (DOB)

- Les classes et les objets modélisent les entités matérielles ou immatérielles qui existent dans le système qu'on essaye de décrire.
- Le DCL fournit une **représentation abstraite** des objets du système qui doivent interagir pour réaliser les fonctions du système.
- Le DCL permet de modéliser les **classes** du système et leurs **relations**, indépendamment d'un langage de programmation particulier.
- Le DOB est un exemple du DCL qui donne une photographie du système **dans le temps**.

Identification des classes

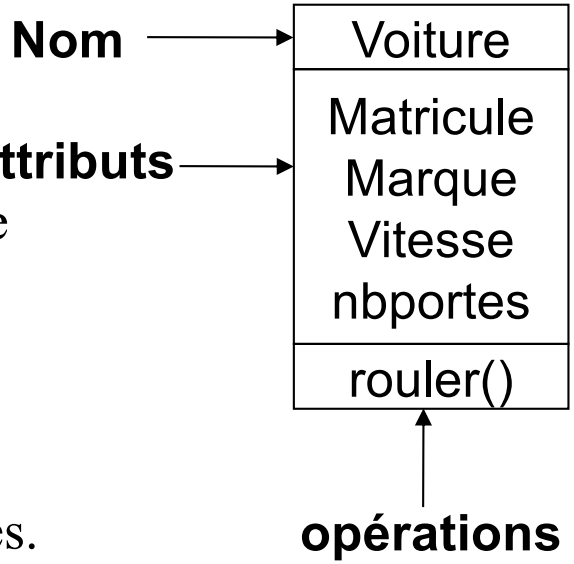
- Les classes candidates sont généralement découvertes parmi les **concepts** du domaine métier du système.

- Les concepts sont trouvés par **simple analyse grammaticale** de la description textuelle **des cas d'utilisation**.

- De manière générale:
  - Les **substantifs** (noms) ou **groupes nominaux** (ensemble de mots organisé autour d'un nom) représentent des **concepts** ou des **attributs**.
  - Les **verbes** ou **constructions verbales** correspondent souvent à des **comportements (opérations, méthodes) ou** des **relations**.

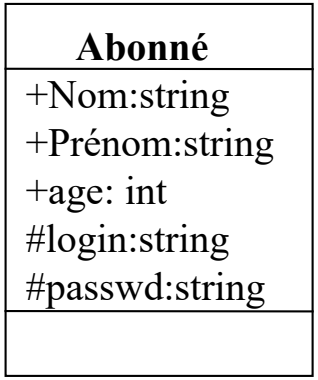
Représentation d'une classe

- Une classe se représente à l'aide d'un rectangle comportant trois compartiments de base
- Le nom
  - Doit évoquer le concept qui décrit la classe
  - Commence par une majuscule
- Les attributs
  - Décrivent les caractéristiques des objets
  - Captent l'information qui décrit et identifie une instance spécifique d'une classe
- Les opérations
  - décrivent ce qu'une classe peut faire et quels services elle offre aux autres classes.



Attributs d'une classe

- Ils représentent les données encapsulées dans les objets de cette classe.
- Chaque donnée est définie par un **nom** (unique dans la classe), un **type**, une **visibilité** et peut être initialisée.
- La syntaxe de la déclaration d'un attribut est la suivante :
  - <visibilité> [/] <nom_attribut>:<Type> ['[' <multiplicité> ']' ['{' <propriété> '}']] [= <valeur_par_défaut>]
- Peuvent être qualifiés de
  - **Dérivés:** l'attribut est calculé à partir d'autres attributs et de formules de calcul.
  - **Classe**: l'attribut possède une valeur unique et partagée par toutes les instances de la classe



Propriétés d'un attribut

- UML définit trois propriétés pour un attribut les attributs :
  - **Variable :** aucune restriction sur les modifications de la valeur de l'attribut
  - **AjoutUniquement :** pour les attributs dont la multiplicité est supérieur à 1, des valeurs additionnels peuvent être ajoutée, mais ne peuvent ensuite être supprimées ou altérées
  - **Gelé :** la valeur de l'attribut ne peut pas être changée après l'initialisation de l'objet
- Exemples:

```
 # onOff : Bouton
- x : Réel
coord[3] : Réel
```

```
+ pi : réel = 3.14 {gelé}
inscrits[2..8] : Personne
/age : Entier
```

Méthodes d'une classe

- **Méthode**: fonctionnalité assurée par une classe
- **Opération**: implémentation d'une méthode. Une opération (même nom et mêmes types de paramètres) doit être unique dans une classe.
- La syntaxe de déclaration d'une opération est la suivante :
  - <visibilité> <nom_méthode> ([<paramètre> [, <paramètre> [, <paramètre> ...]]]):[< type_valeur_renvoyé>]

- Une méthode peut être
  - de **classe:** Elle ne peut manipuler que des attributs de classe et ses propres paramètres.
  - **abstraite:** on connaît son entête mais pas la manière dont elle peut être réalisée (i.e. on connaît sa déclaration mais pas sa définition, voir classe abstraite).

Méthodes d'une classe

- Le format des paramètres est la suivante:
  - [direction] paramètre : type_parametre

- Les valeurs possibles pour [direction]
  - **in:** paramètre en entrée (ne peut pas être modifié)
  - **out:** paramètre en sortie (peut être modifié pour passer une information a l'appel
  - **inout:** paramètre en entrée qui peut être modifié

- Exemple
  - +create ()
  - +display (): Location
  - -attachXWindow(xwin:Xwindow*)

Visibilité des attributs et des opérations

- Il existe quatre niveaux de visibilité:
  - ***Public (+)*** : attribut ou opération visible par tous.
  - ***Protégé (#)*** : attribut ou opération visible seulement à l'intérieur de la classe et par les sous classe de la classe.
  - ***Privé (-)*** : attribut ou opération visible à l'intérieur de la classe.
  - ***Package* (~)** : propriété accessible par les méthodes définies dans le même *package*

- Les attributs sont en général inaccessibles tant disque les opérations sont accessibles (**principe de l'encapsulation**)

Relations entre classes

- Les relations suivantes peuvent exister entre des classes :
  - **L'association simple:** lien entre instances de classes.
  - **La généralisation/spécialisation:** factorisation des propriétés communes à plusieurs classes.
  - **L'agrégation:** lien de type ensemble/élément
  - **La composition:** cas particulier de l'agression avec un couplage fort.

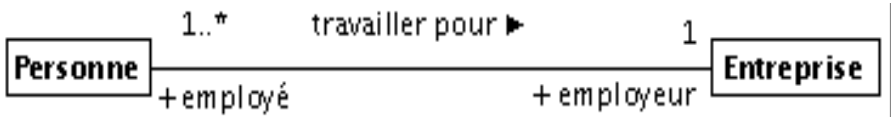
Relations entre classes

- **Multiplicité :**
  - indique un domaine de valeur pour les cardinalités dans les relations entre classes.
  - peut être associée à une terminaison **d'association simple, d'agrégation** ou **de composition.**

1	Un et un seul
0..1	zéro ou un
n	n (entier naturel)
m..n	De m à n (entier naturel)
*	plusieurs
0..*	De zéro à plusieurs
1..*	De un à plusieurs

Association simple

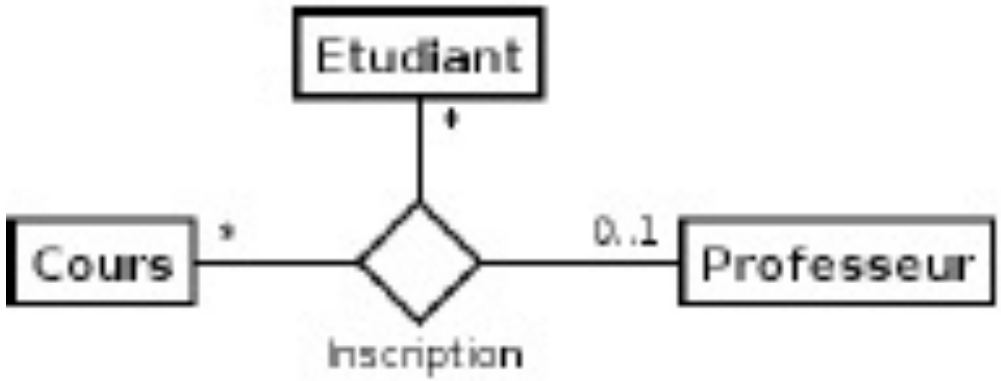
- Une association décrit un groupe de liens ayant une même structure et une même sémantique.
- **Formalisme et exemples:**
  - **Association binaire**



  - Une association binaire est matérialisée par un trait plein entre les classes associées.
  - Elle peut être ornée d'un **nom**, avec éventuellement une précision du sens de lecture ▶ ou ◀ .
  - Le **rôle** tenu par une classe vis-à-vis d'une association peut être précisé.

Association simple

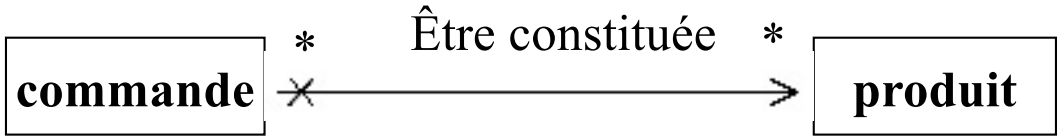
- **Formalisme et exemples:**
  - **Association ternaire**



  - On représente une association n-aire par un grand losange avec un chemin partant vers chaque classe participante.
  - Le nom de l'association, le cas échéant, apparaît à proximité du losange.

Association simple

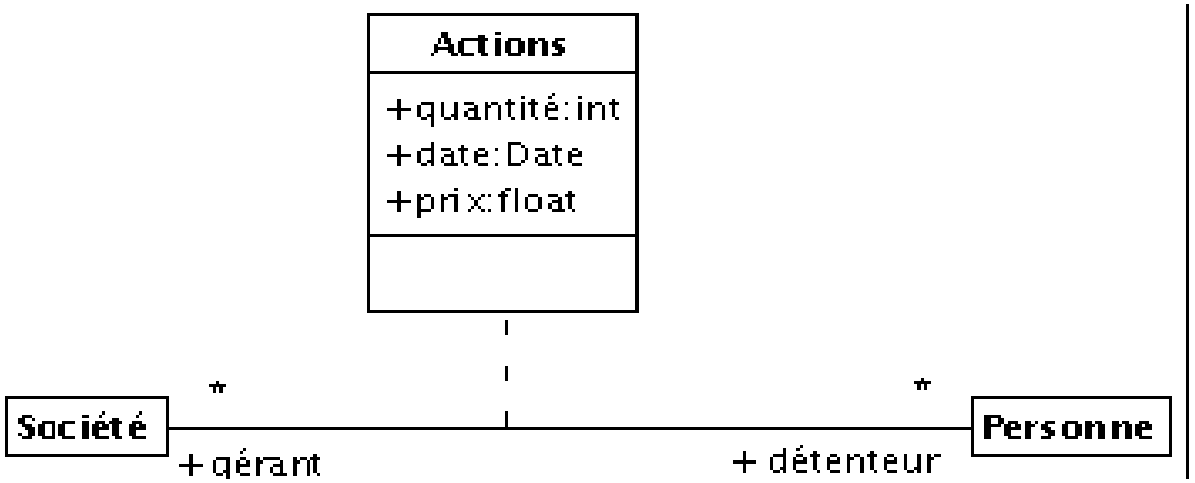
- **Navigabilité:** indique s'il est possible de traverser une association.
  - exemple:



  - la terminaison du côté de la classe *Commande* n'est pas navigable : cela signifie que les instances de la classe *Produit* ne sont pas constituées d'une liste d'objets du type Commande.
  - Inversement, la terminaison du côté de la classe *Produit* est navigable : chaque objet commande est constitué d'une liste de produits.

Association simple

- **Classe d'association:**
  - possède à la fois les caractéristiques d'une association et celles d'une classe.
  - se connecte à deux ou plusieurs classes et peut posséder des attributs et des opérations.
  - est attachée à l'association avec une ligne en pointillée.
  - Exemple:



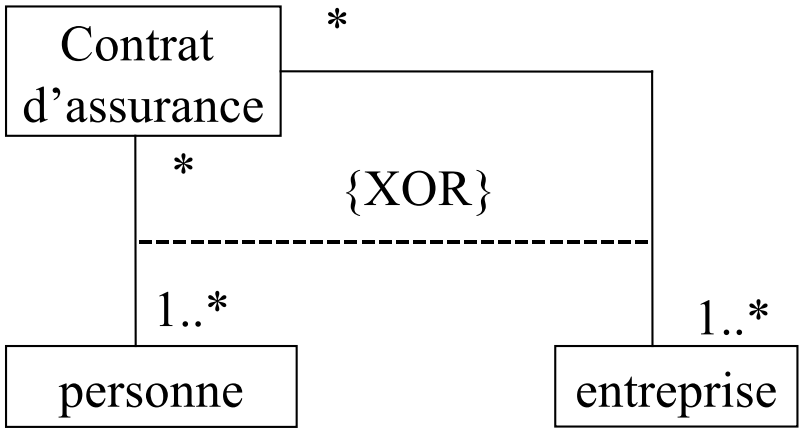
Association simple (contraintes)

- **Association ordonnée:**
  - C'est une contrainte qui spécifie que les objets sont ordonnés (selon la clé, le nom, la date, etc.)
  - Cette contrainte est spécifiée par le stéréotype *{Ordonnée}* du côté de la classe dont les instances sont ordonnées

  - La manière dont les objets sont ordonnés est spécifiée à travers une note.

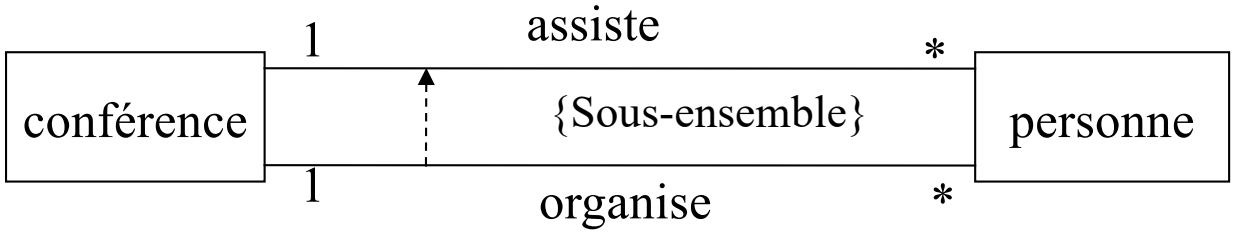
Association simple (Contraintes)

- **Association « ou exclusif »**
  - précise que, pour un objet donné, une seule association parmi un groupe d'associations est valide
  - Exemple :Un contrat d'assurance concerne une entreprise ou une personne mais pas les deux en même temps



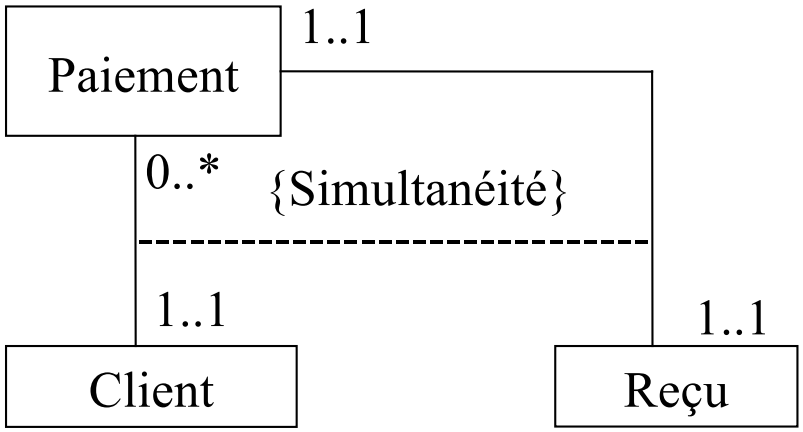
Association simple (Contraintes)

- **Association « sous sous-ensemble»**
  - C'est une contrainte qui indique qu'une collection est incluse dans une autre collection.
  - La contrainte est placée à proximité d'une relation de dépendance entre deux associations.
  - La flèche de la relation de dépendance indique le sens de la contrainte.



Association simple (Contraintes)

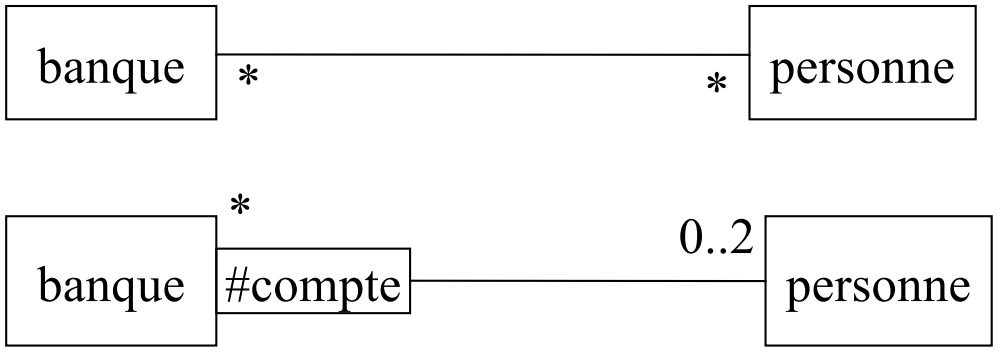
- **Association « simultanéité»**
  - C'est une contrainte qui indique que l'existence d'une occurrence d'une association entraine nécessairement la présence d'une occurrence de l'autre association
  - Exemple : le paiement effectué par un client donne lieu nécessairement à un reçu relatif au paiement.



Association simple (Contraintes)

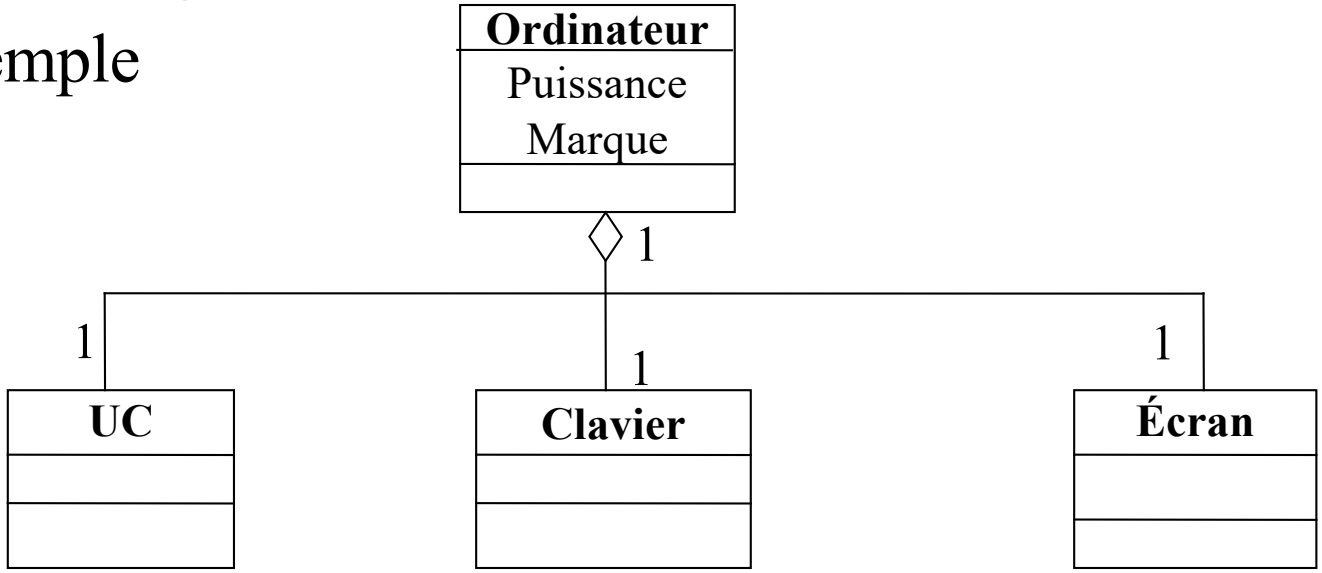
Association qualifiée

- La qualification (ou restriction) d'une association consiste à sélectionner un sous-ensemble d'objets parmi l'ensemble des objets qui participent à une association.
- La qualification est réalisée au moyen d'un ensemble d'attributs particuliers appelé **qualitatif** ou **clé**
- Elle réduit la multiplicité effective du modèle.



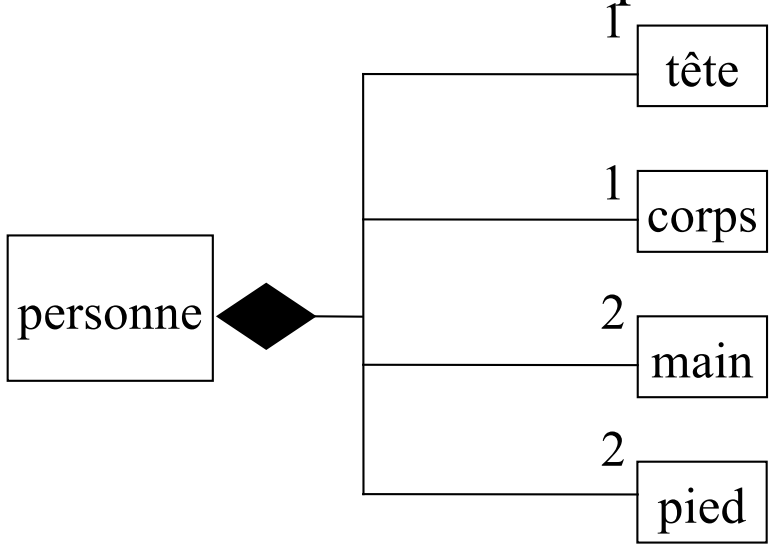
Agrégation

- C'est une **association non symétrique** dans laquelle **l'une** des **extrémités** joue un rôle **prédominant** par rapport à **l'autre.**
- Les critères suivants impliquent une agrégation :
  - une classe fait partie d'une autre classe,
  - une action sur l'ensemble est appliquée à l'élément,
  - les changements d'état sont liés.
- Exemple



Composition

- C'est un cas particulier de l'agrégation avec une contrainte de durée de vie entre la classe **composite** et la ou les classes **composées**.
- La destruction de la classe composite implique automatiquement la destruction de tous ses composants.
- Elle implique une contrainte sur la valeur de la multiplicité du côté de la classe composite qui doit être 0 ou 1.



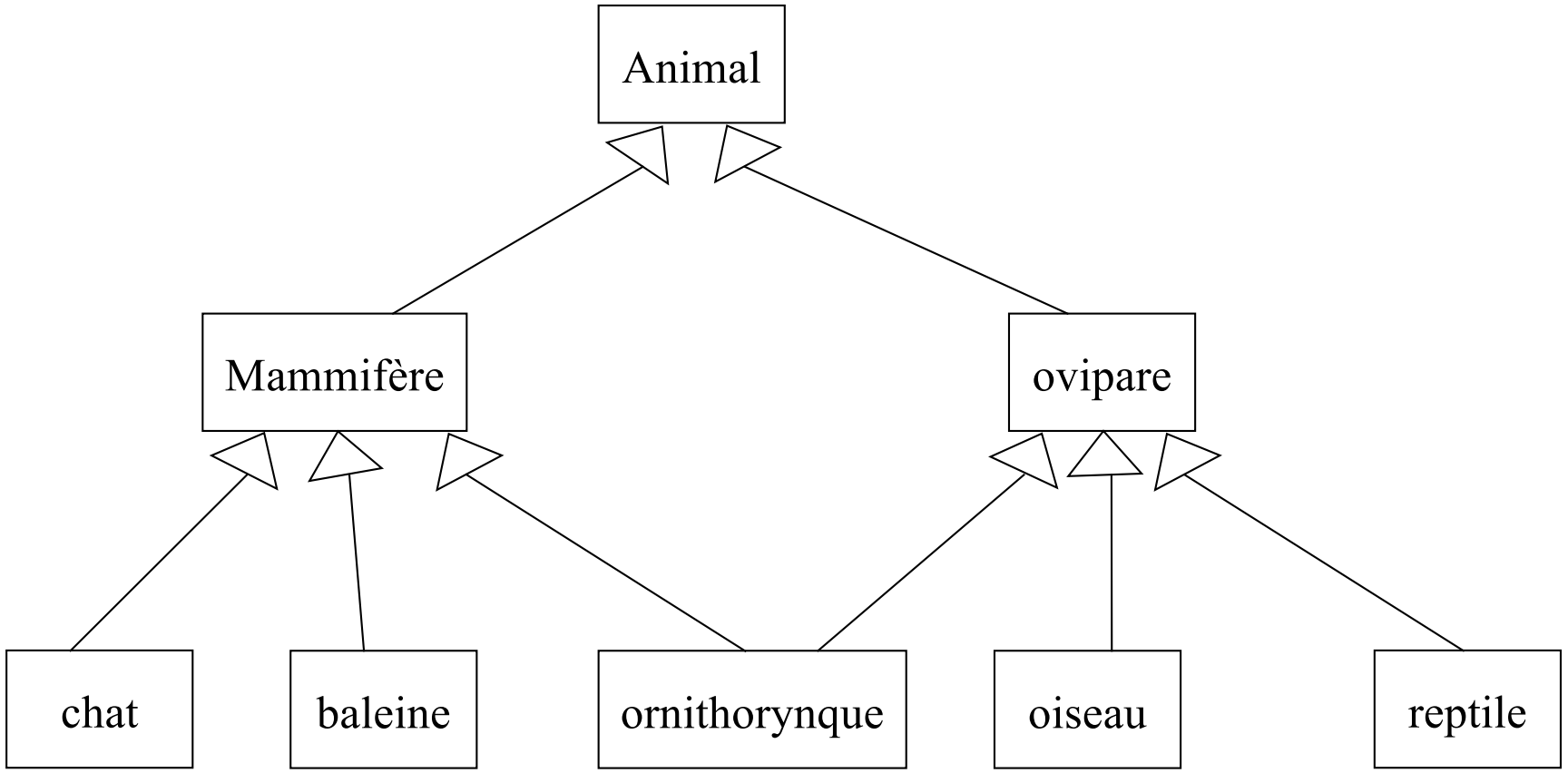
Règles obligatoires pour la composition

- La suppression du composé entraîne la suppression des composants
- Les attributs du composé sont utilisés dans les composants
- Les composants sont des instances du composé
- Un composant ne peut pas être en relation avec d'autres classes externes au composé.

Généralisation et héritage

- La **généralisation** est la relation qui existe entre une classe générale (superclasse) et plusieurs autres classes (sous-classes) plus spécifiques.
- Les attributs et les opérations d'une superclasse sont transmis aux sous-classes par **héritage.**
- Une sous-classe possède toutes les propriétés de la superclasse, mais elle ne peut accéder aux **propriétés privées** de celle-ci.
- Une sous-classe peut redéfinir (même signature) une ou plusieurs méthodes de la superclasse.
- Toutes les associations de la superclasse s'appliquent aux sous-classes.
- Une instance d'une sous-classe peut être utilisée partout où une instance de sa superclasse est attendue.

Généralisation et héritage



RQ: Une classe peut avoir plusieurs parents, on parle alors **d'héritage multiple.**

Généralisation et héritage

- **Contrainte « complete »**
  - **Il ne peut exister** d'instance de la superclasse qui ne soit une instance de la sous-classe (la superclasse est qualifiée **d'abstraite** pour toute possibilité d'instanciation de celle-ci)

- **Contrainte « incomplete »**
  - **Il peut exister** des instances de la superclasse qui ne sont pas une instance d'une des sous-classes (il peut exister une instance de la superclasse et/ou une instance des sous classes)

Généralisation et héritage

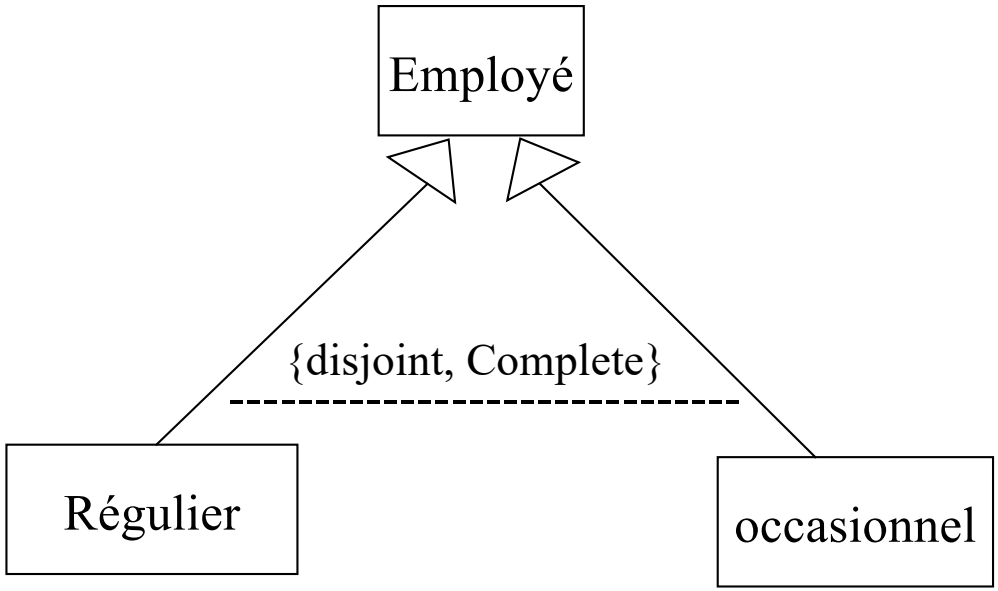
- **Contrainte « overlapping »**
  - Une instance de la superclasse **peut appartenir simultanément a plusieurs sous-classes**.

- **Contrainte « disjoint »**
  - Une instance de la superclasse ne peut **appartenir simultanément qu'a une seule sous-classe au maximum**.

RQ:

- **Incomplete et overlapping est la contrainte par défaut (UML 2.5).**

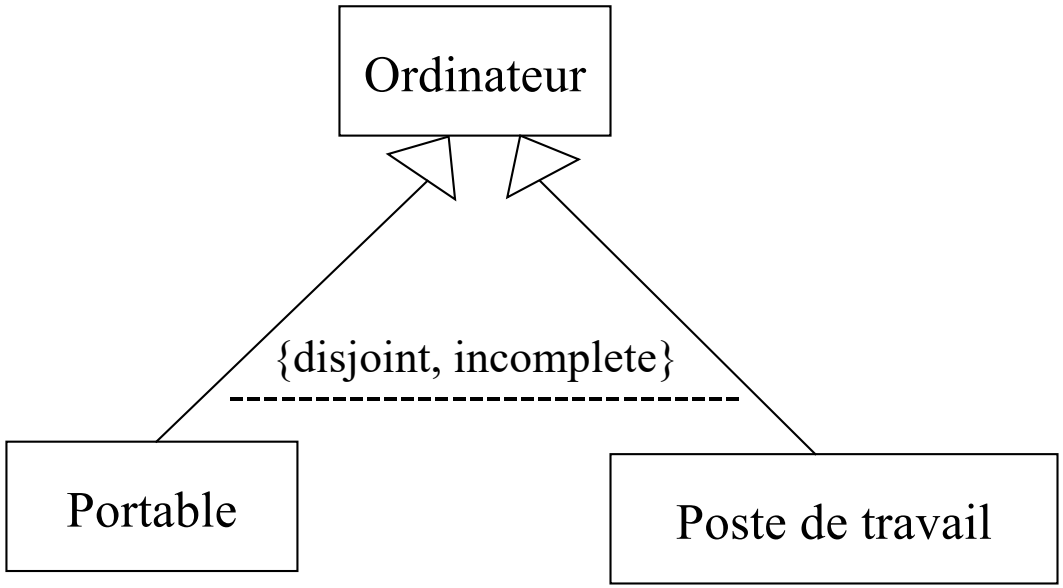
Généralisation et héritage



Disjoint et Complete = partition

- Un employé a soit le statut de régulier ou celui d'occasionnel mais pas les deux fois.

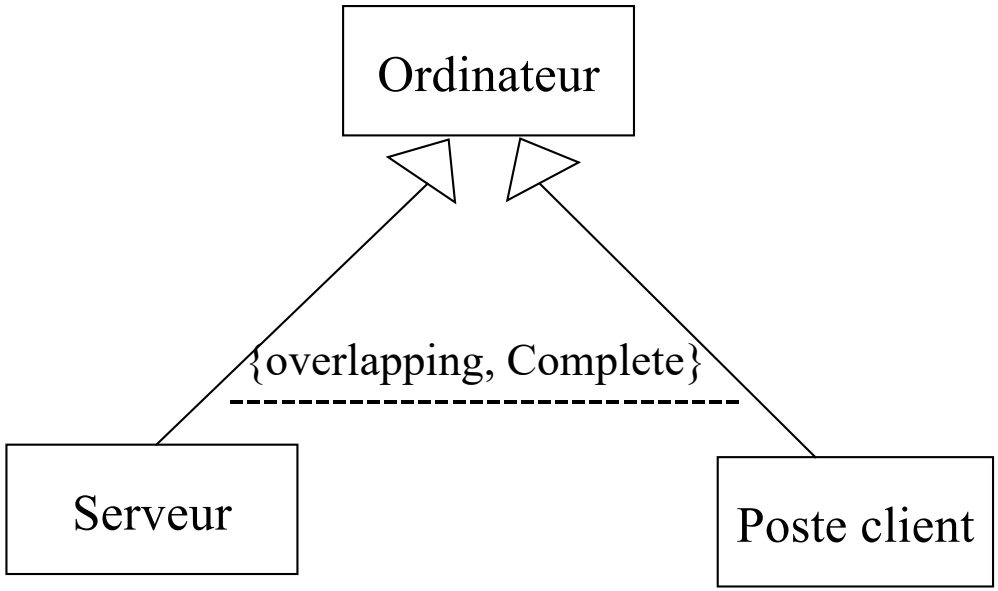
Généralisation et héritage



Disjoint et incomplete = Exclusion

- Un ordinateur est un poste de travail ou un portable (mais pas les deux a la fois) mais il peut être aussi d'un autre type (non défini)

Généralisation et héritage

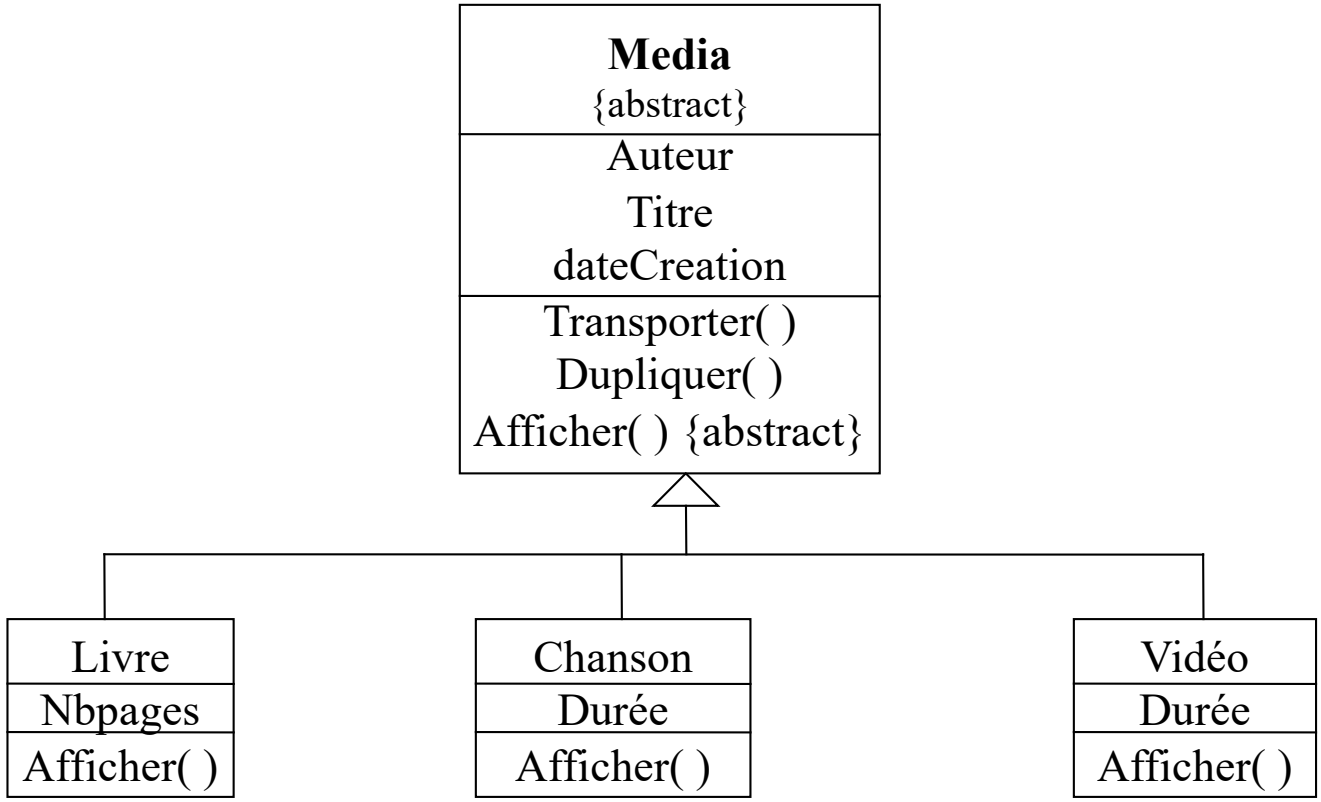


Overlapping et Complete = totalité

- Un ordinateur peut être utilisé comme serveur ou comme poste client mais il peut aussi être utilisé pour les deux fonctions.

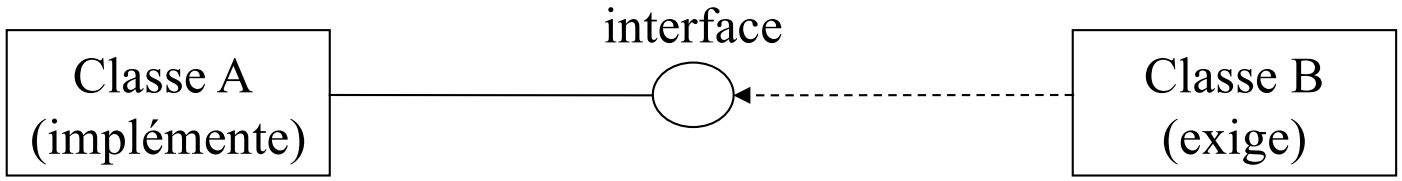
Classe abstraite

- Une classe est abstraite si elle dispose d'une méthode abstraite et dans ce cas, elle n'est pas instanciable. Permet de spécifier un comportement commun à plusieurs classes



Interface

- Elle décrit le comportement visible d'une classe.
- Elle n'est pas une classe réelle mais une liste de services accessibles par les autres classes.
- Le comportement visible d'une interface est décrit par des **opérations abstraites** dont la **visibilité est publique**
- Une interface est représentée par un petit cercle ayant un nom
- Une classe qui utilise l'interface (implantée par une autre classe) est connectée via une relation de dépendance vers le cercle représentatif de cette interface.



Interface

- Pour montrer les opérations dans une interface, on la spécifie comme une classe avec le stéréotype «interface».
- Une interface peut être réalisée par plusieurs classes et une même classe peut réaliser plusieurs interfaces.
- Exemple:

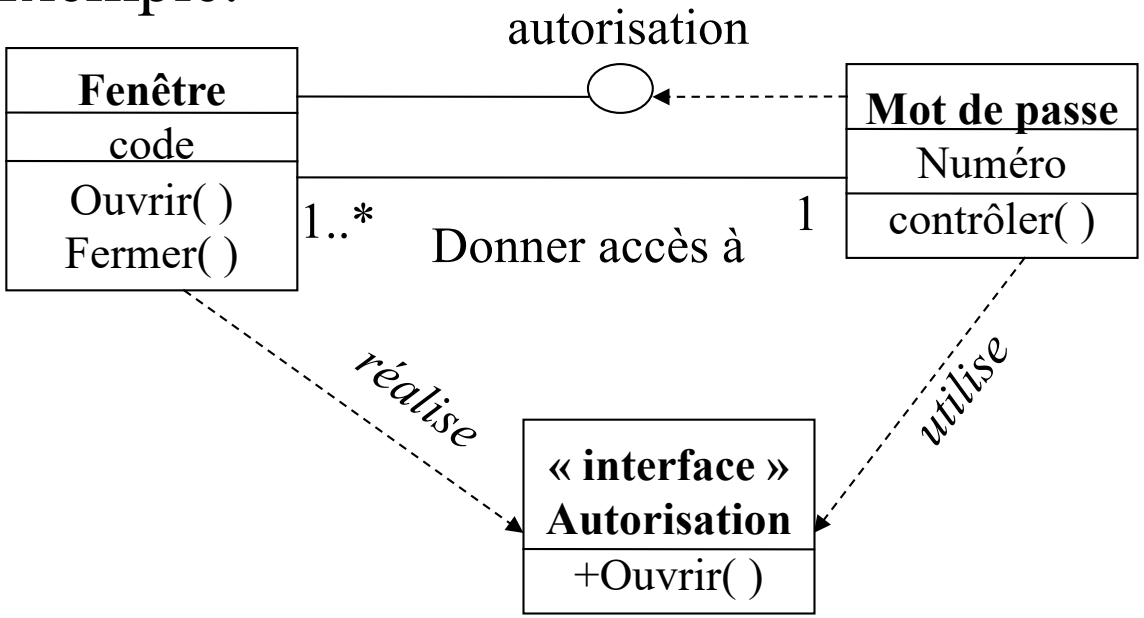
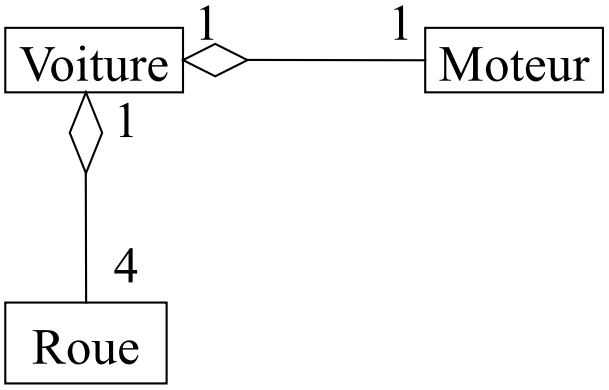


Diagramme d'objets

- Un DOB est une instance d'un DCL et illustre l'état d'un système à un instant t donnée dans le temps.
- Les DOB sont utilisées pour montrer un contexte (avant ou après une interaction entre objets par exemple).
- Un DOB est composé :
  - d'objets (instances de classes),
  - de liens (instances d'associations).
- Représentation d'un objet
  - Un message vers le groupe d'objet atteint l'ensemble des objets du groupe

Diagramme d'objets

- Dans un DOB, les relations du diagramme de classes deviennent des liens.
- Naturellement, on ne représente pas les multiplicités des extrémités des liens (elles valent toujours 1).



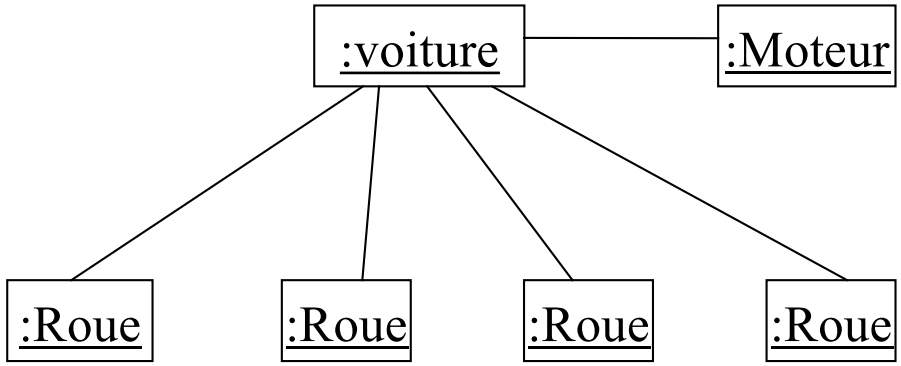


Diagramme d'objets

- Dans un DOB, le compartiment des opérations n'est pas utile, mais les attributs doivent recevoir des valeurs.

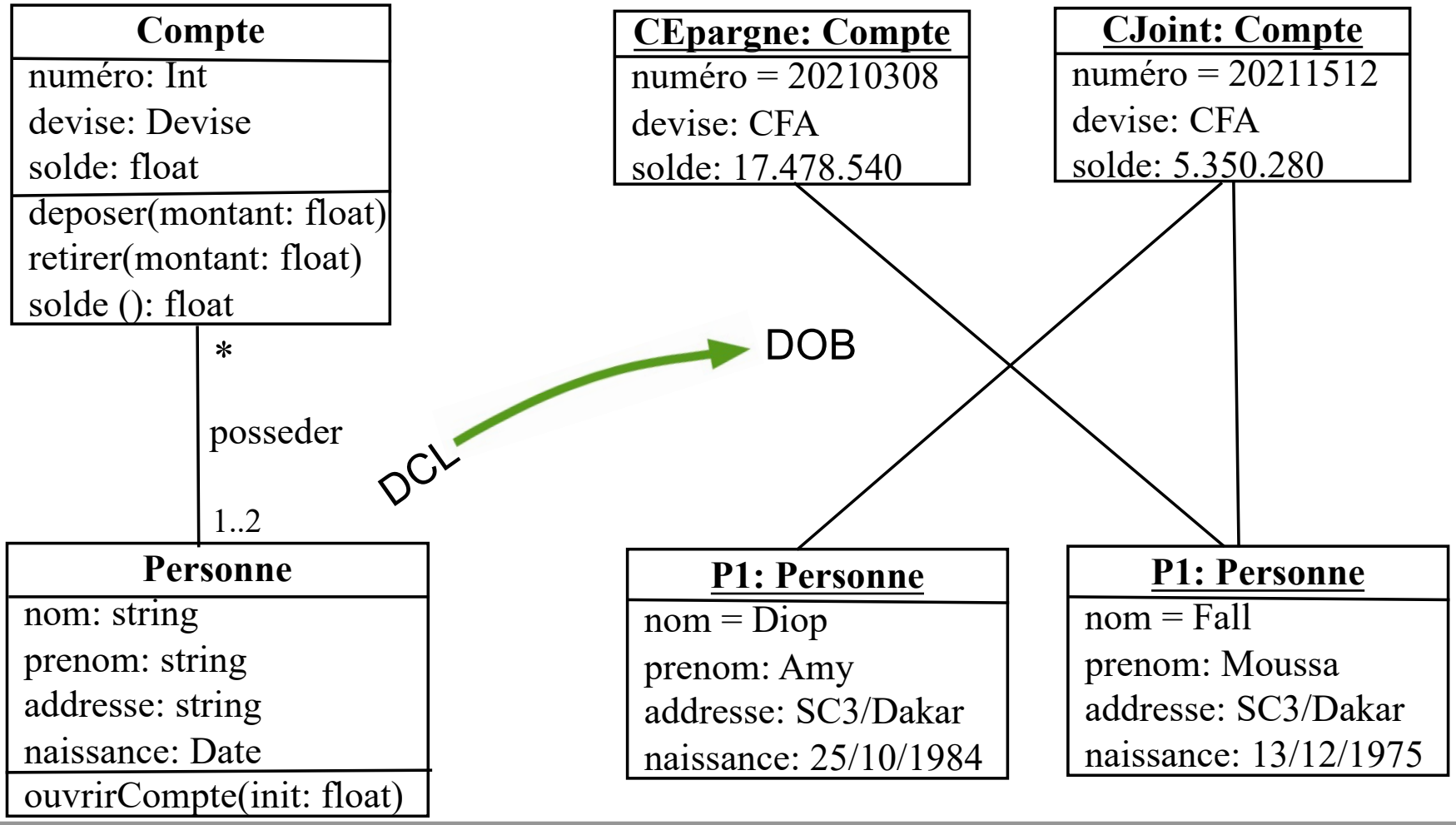
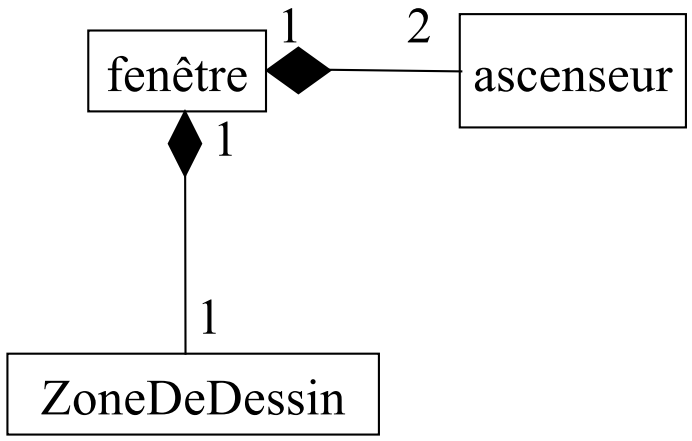
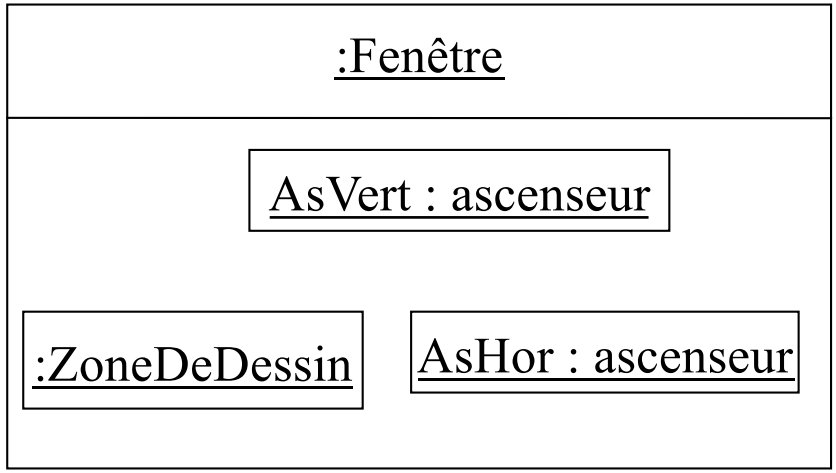


Diagramme d'objets

- Il est possible de représenter les objets composés de sous objets au moyen d'un objet composite.
- L'objet composite se présente comme un objet habituel avec différence que les attributs sont remplacés par les sous objets.
- Exemple





Exercice

- Chaque étudiant du département IF suit un ensemble d'unités d'enseignement (UE).
- Chaque UE a un coefficient et est constituée de cours, de travaux dirigés (TD) et de travaux pratiques (TP).
- Chaque cours, TD ou TP a une date. Les cours sont faits en amphi, les TD en salle de classe et les TP en salle machine.
- Pour les TP et TD, les étudiants sont répartis dans des groupes. Pour chaque TP, chaque étudiant est en binôme avec un autre étudiant.
- Les cours et les TD sont assurés par un enseignant. Les TP sont assurés par deux enseignants.
- Pour chaque UE, l'étudiant a une note de devoir surveillé ; pour chaque TP, le binôme a une note de TP.

Transformation UML->Modèle relationnel

Règles de transformation

- **Règle 1 (Attribut):** Les attributs des classes sont transformés en attributs dans les tables qui en sont issues.

- **Règle 2 (Table issue de classe d'entité forte):** Toute classe d'entité forte est transformée en table *sauf dans le cas d'une relation d'héritage*. L'identifiant devient clé primaire de la table.

- **Règle 3 (Table issue de classe d'association):** Toute classe d'association (entité faible) est transformée en table. La clé primaire est la combinaison des clés primaires des tables issues des classes associées.

Transformation UML->Modèle relationnel

Règles de transformation

- **Règle 4 (Table issue d'une classe composant):** Toute classe composant (relation de composition) est transformée en table. Sa clé primaire est la combinaison de son identifiant et de la clé primaire de la table issue de la classe composite.

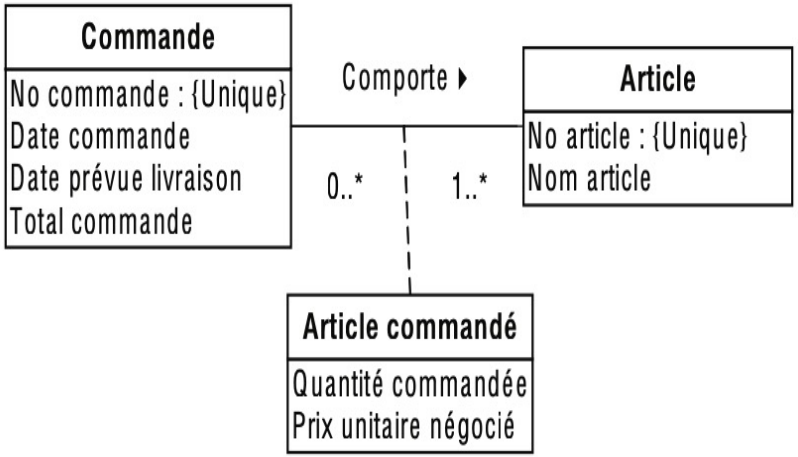
- **Règle 5 (Table issue d'associations):** les associations plusieurs à plusieurs (* : *) ou d'associations de degré supérieur deviennent des tables.

- **Règle 6 (Clé lointaine):** les clés lointaines (FK) représentent les associations binaires.

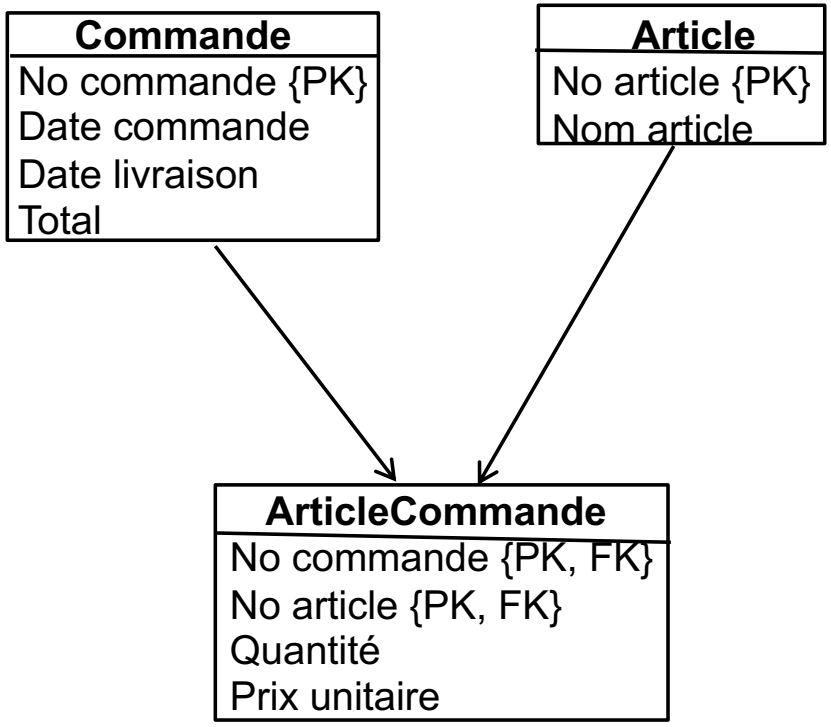
Transformation UML->Modèle relationnel

Illustration des règles 1, 2, 3

Diagramme de classe



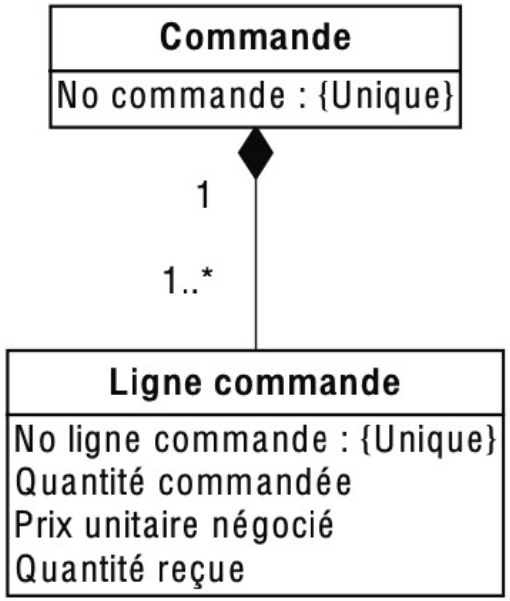
Modèle relationnel



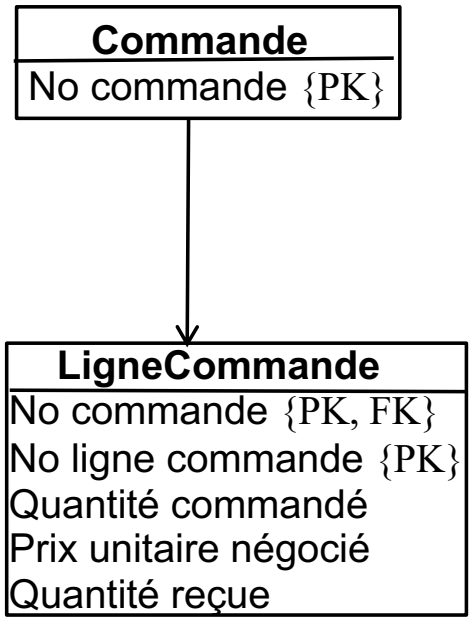
Transformation UML->Modèle relationnel

Illustration des règles 1, 2, 4

Diagramme de classe



Modèle relationnel



RQ: Une agrégation se traite comme une association classique

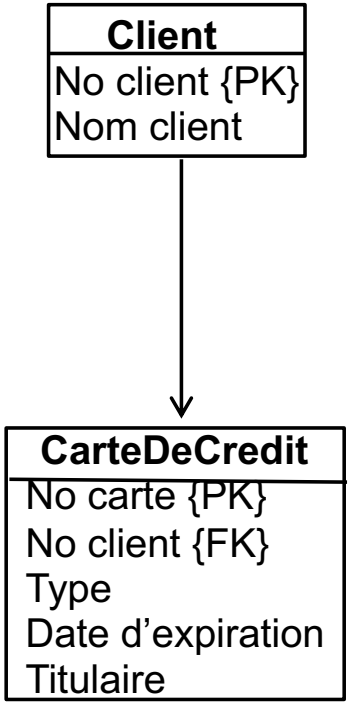
Transformation UML->Modèle relationnel

Association binaire 1-1,

*La clé primaire de la table issue de la classe de **cardinalité minimale 1 et ne comportant pas une deuxième association** est dupliquée dans la table issue de la classe associé où elle devient clé étrangère. Le choix est arbitraire si cette condition n'est pas vérifiée*

Diagramme de classe

Modèle relationnel

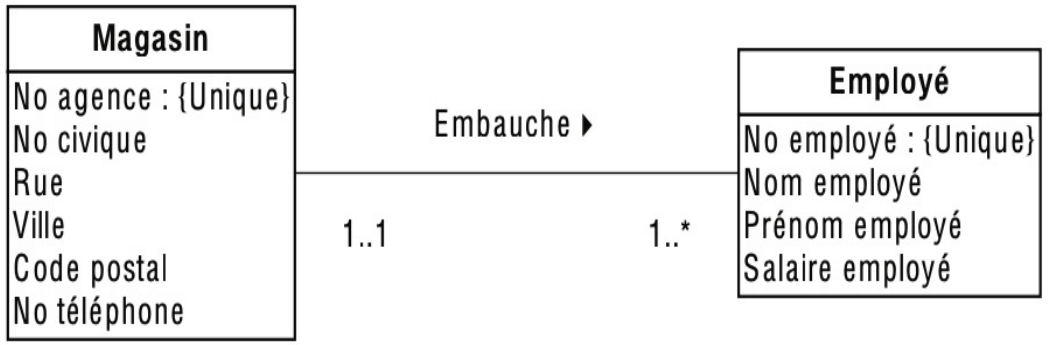


Transformation UML->Modèle relationnel

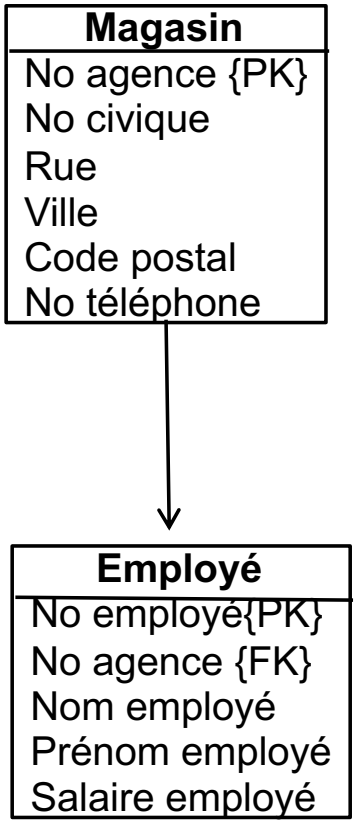
Association binaire 1-*,

*La clé primaire de la table issue de la classe de **cardinalité maximale 1** est dupliquée dans la table issue de la classe associé où elle devient clé étrangère.*

Diagramme de classe



Modèle relationnel

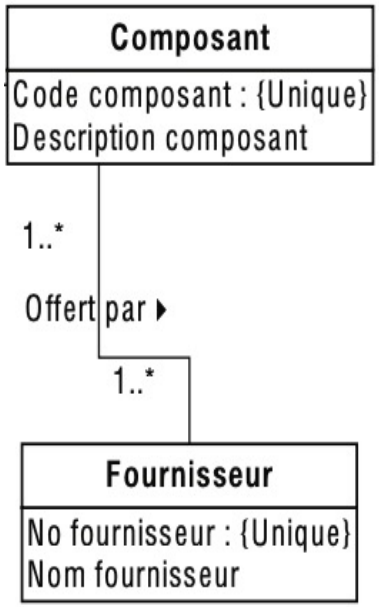


Transformation UML->Modèle relationnel

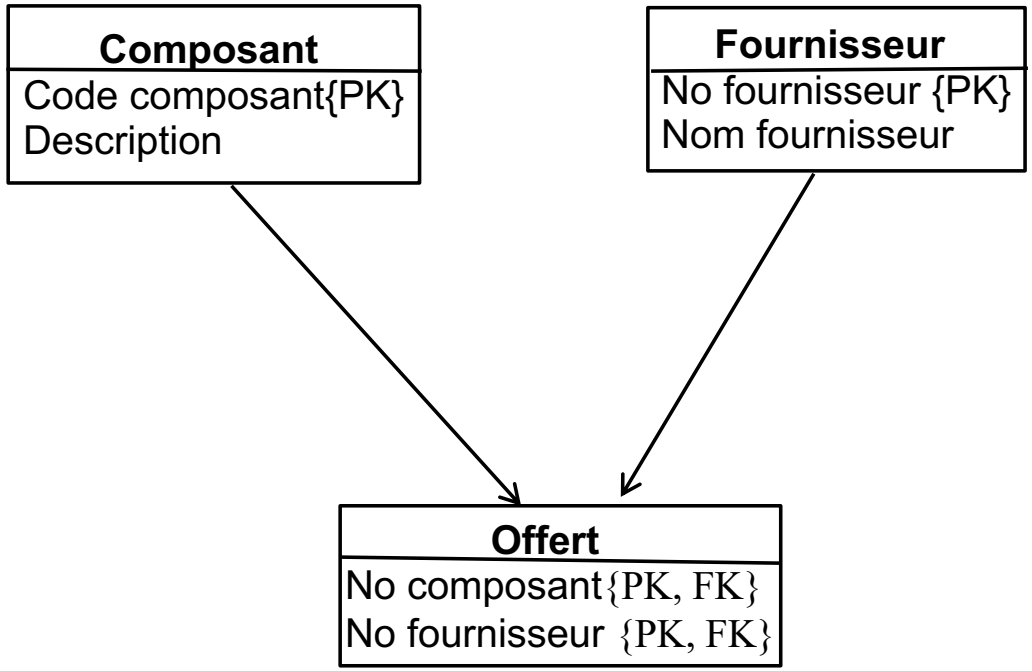
Association binaire * -*,

Une table ayant comme clé une clé composée des clés primaires des tables issues de classes associées est créée.

Diagramme de classe



Modèle relationnel

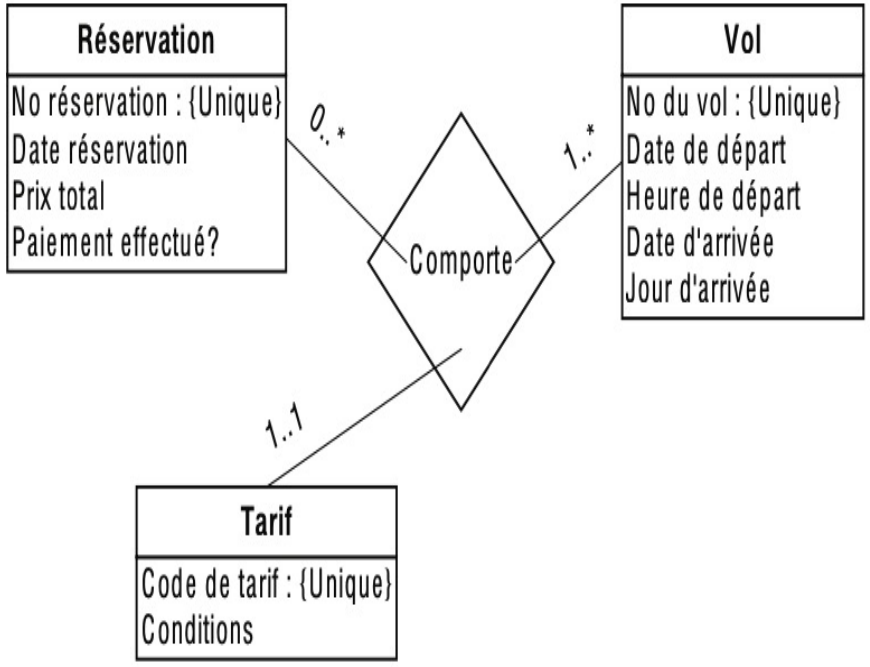


Transformation UML->Modèle relationnel

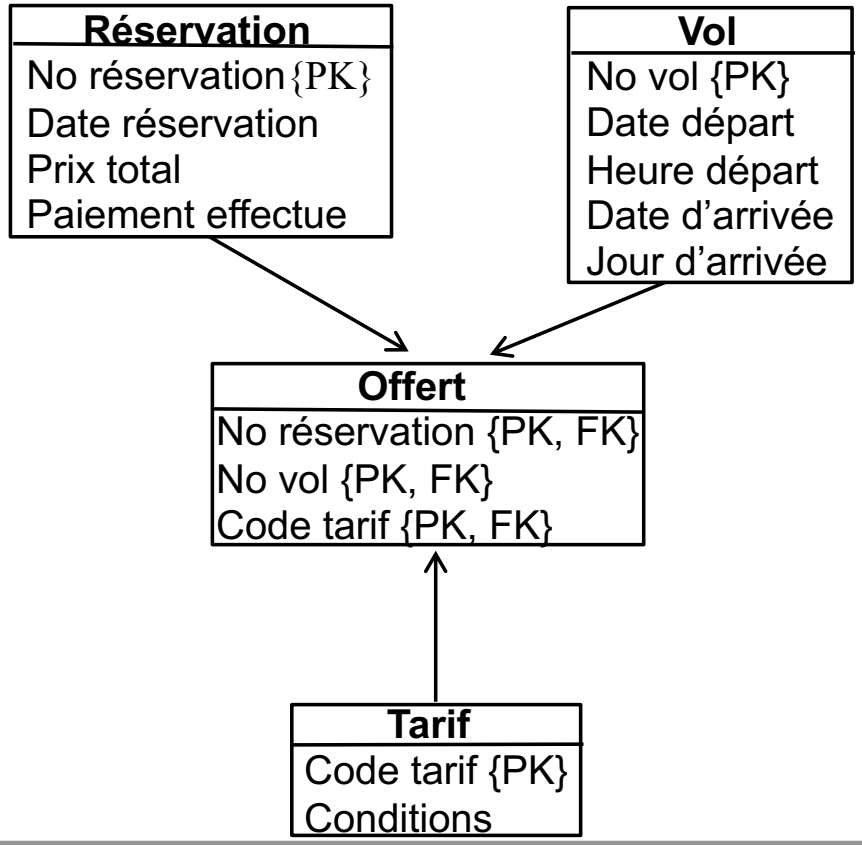
Association de degré supérieur,

Toute association de degré supérieur devient une table qui s'ajoute aux tables issues des classes associées. La clé primaire est la combinaison des clés des tables issues des classes associées

Diagramme de classe



Modèle relationnel



Transformation UML->Modèle relationnel

Association réflexive:

1. ***L'association réflexive comporte une classe d'association.***

   La classe d'association devient une table avec comme clé deux exemplaires (avec des noms différents) de la clé primaire de la table issue de la classe associée.

2. ***L'association réflexive est de type un a un ou un a plusieurs***

   La classe devient une table. La clé primaire est dupliquée (avec un nom différent) comme clé étrangère.

3. ***Cas 2: L'association réflexive est de type plusieurs a plusieurs***

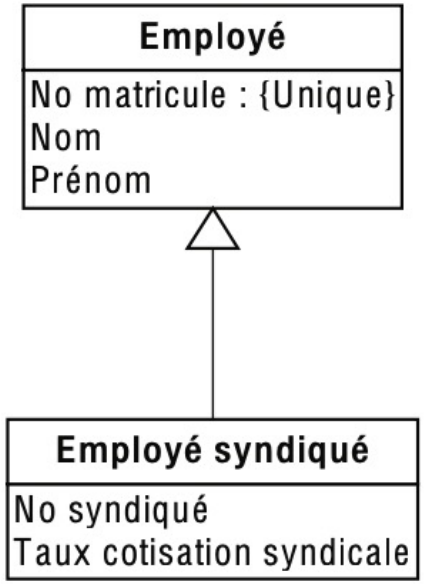
   L'association devient une table avec comme clé deux exemplaires (avec des noms différents) de la clé primaire de la table issue de la classe associée.

Transformation UML->Modèle relationnel

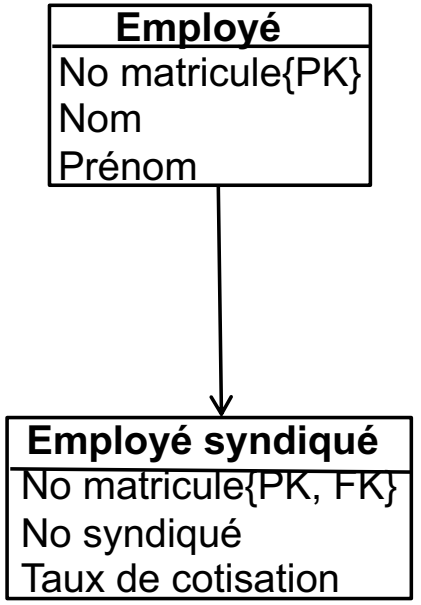
Relation d'héritage sans contrainte (Incomplete et overlapping)

La superclasse et chaque sous-classe deviennent des tables. La clé primaire de la table issue de la superclasse est la clé primaire des tables issues des sous classes.

Diagramme de classe



Modèle relationnel

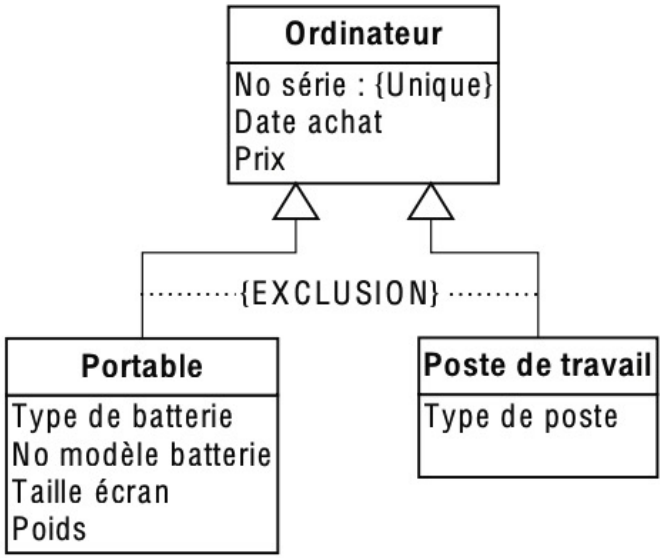


Transformation UML->Modèle relationnel

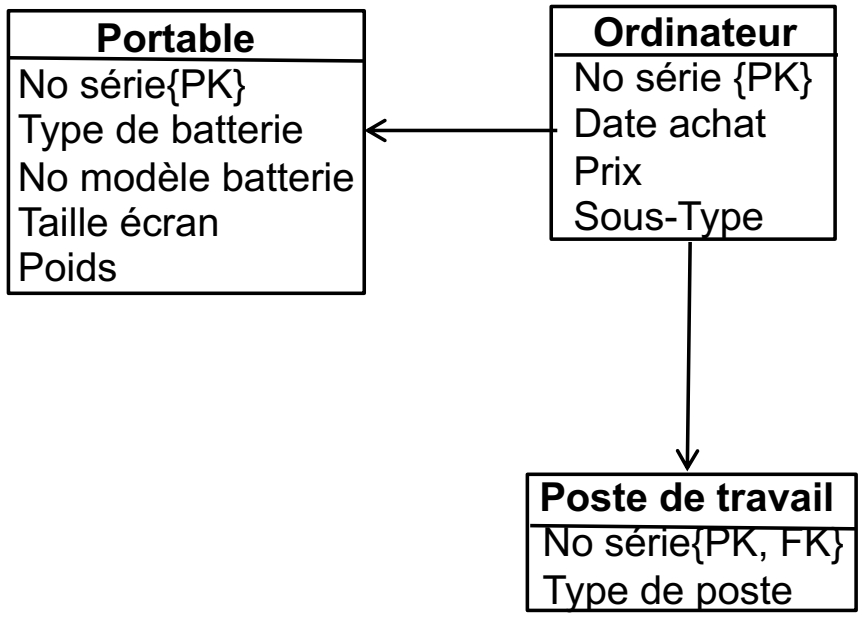
Relation d'héritage avec la contrainte d'exclusion (Disjoint et incomplete)

La superclasse et chaque sous-classe deviennent des tables. La clé primaire de la table mère (issue de la superclasse) est la clé primaire des tables issues des sous classes. Un attribut de la table mère spécifie le sous type d'une ligne table le cas échéant.

Diagramme de classe



Modèle relationnel

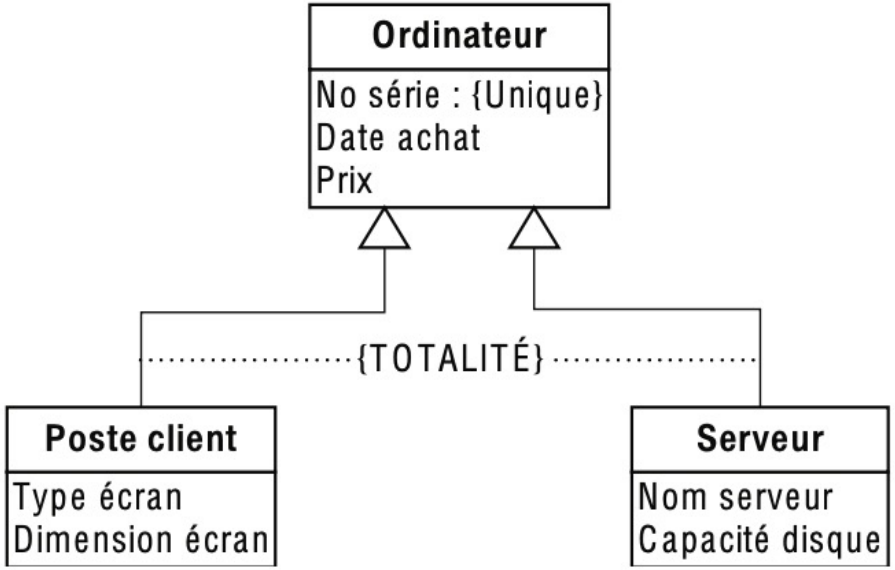


Transformation UML->Modèle relationnel

Relation d'héritage avec la contrainte de totalité (Overlapping et Complete)

Une table unique regroupe les attributs de la superclasse et de tous les sous-classes. Un attribut booléen pour chaque sous type permet d'établir a quel sous type appartient une ligne de la table

Diagramme de classe



Modèle relationnel

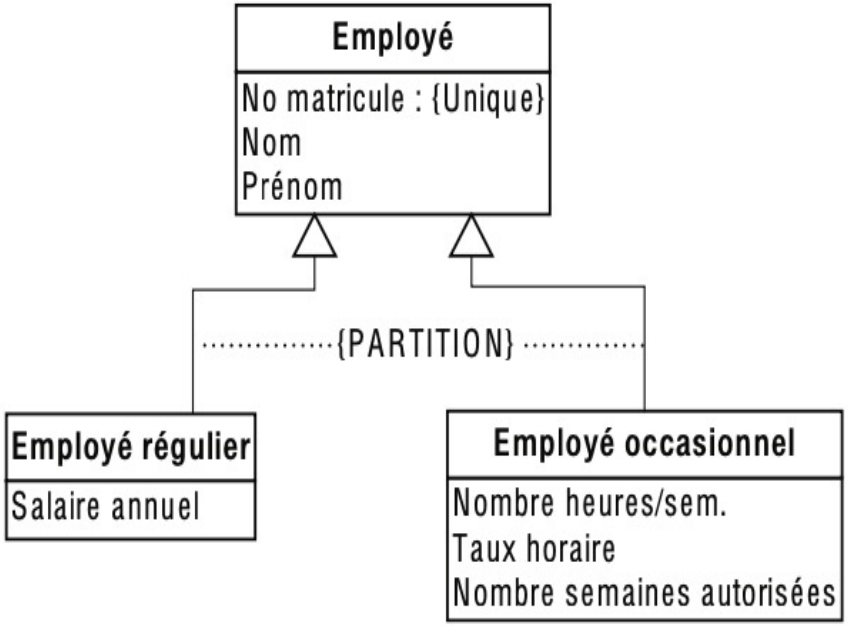
Ordinateur
No série {PK}
Date
Prix
Type écran
Dimension écran
Non serveur
Capacité disque
Serveur ?
Poste ?

Transformation UML->Modèle relationnel

Relation d'héritage avec la contrainte de de partition (Disjoint et complete)

*Une table unique regroupe les attributs de la superclasse et de tous les sous-classes. Un attribut **non nul** spécifie le seul sous type possible pour chaque ligne de la table*

Diagramme de classe



Modèle relationnel

Employé
No matricule {PK}
Nom
Prénom
Salaire annuel
Nombre heure
Taux horaire
Nombre semaine
Sous-type