


# Modélisation Objet

## Le langage UML

[https://github.com/ELKADIRI/L3\\_info](https://github.com/ELKADIRI/L3_info)

[hicham.elkadiri@univ-evry.fr](mailto:hicham.elkadiri@univ-evry.fr)



Hicham EL KADIRI

2024-2025

Organisation et plan du cours	
CM-01	I - Introduction : l'historique, la modélisation II - Diagrammes de classes et d'objets – concepts de base
CM-02	III - Diagrammes de classes – concepts avancés
CM-03	IV - Diagramme de cas d'utilisation
CM-04	V - Diagramme de séquences
CM-05	VI - Diagramme d'états-transitions VII - Diagramme d'activités
CM-06	VIII - Diagramme de composants IX - Diagramme de déploiement X - Diagramme de paquetages

Modélisation Objet, le langage UML

(2)



# I

## Introduction

### UML C'est quoi exactement ?

- ♦ Comme disait les connaisseurs ... un bon dessin vaut mieux qu'un long discours !
- ♦ Quel sont les premiers outils que l'on utilise pour construire une maison, un immeuble, une ville :
  - La pelle et le seau ? Le crayon et le papier ?
- ♦ Quand un système est complexe, il est nécessaire de pouvoir en faire des représentations simples, axées sur un point de vue particulier.
- ♦ Exemples : le plan électrique d'une habitation, une carte routière, ...

## UML C'est quoi exactement ?

- ◆ En informatique aussi, les systèmes peuvent être complexes !
- ◆ Il devient alors nécessaire, quelque soit la démarche choisie, de faire des représentations – pour un point de vue particulier – du système que l'on construit.
- ◆ On parle alors de modèles et de modélisation.

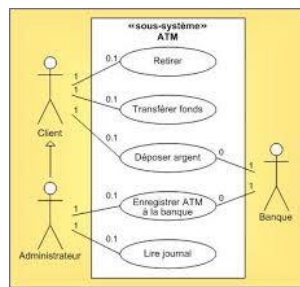
Modélisation Objet, le langage UML

(5)

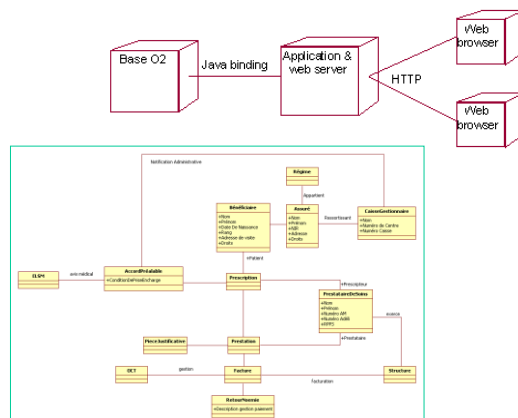
## UML C'est quoi exactement ?

- ♦ Exemples de modélisations :

*Point de vue du client : quelles sont les différentes fonctions de mon système ? Pour qui est-il fait ?*



*Point de vue de l'informaticien : quels sont les différents composants mis en œuvre ? Comment communiquent ils ? Quelles sont les informations manipulées ?*



## Modélisation Objet, le langage UML

(6)

## UML C'est quoi exactement ?

- ◆ Pour partager un modèle avec d'autres personnes, il faut s'assurer au préalable :
  - que les personnes comprennent les conventions de représentation et les notations utilisées,
  - qu'il ne pourra pas y avoir d'ambiguïté sur l'interprétation du modèle.
- ◆ D'où l'émergence de langages de modélisation de systèmes informatiques.
- ◆ Un langage de modélisation doit définir sans ambiguïté les concepts utilisables, leur représentation, les règles et contraintes associées.

Modélisation Objet, le langage UML

(7)

## UML C'est quoi exactement ?

**UML = Unified Modeling Language**  
**Langage unifié pour la modélisation**

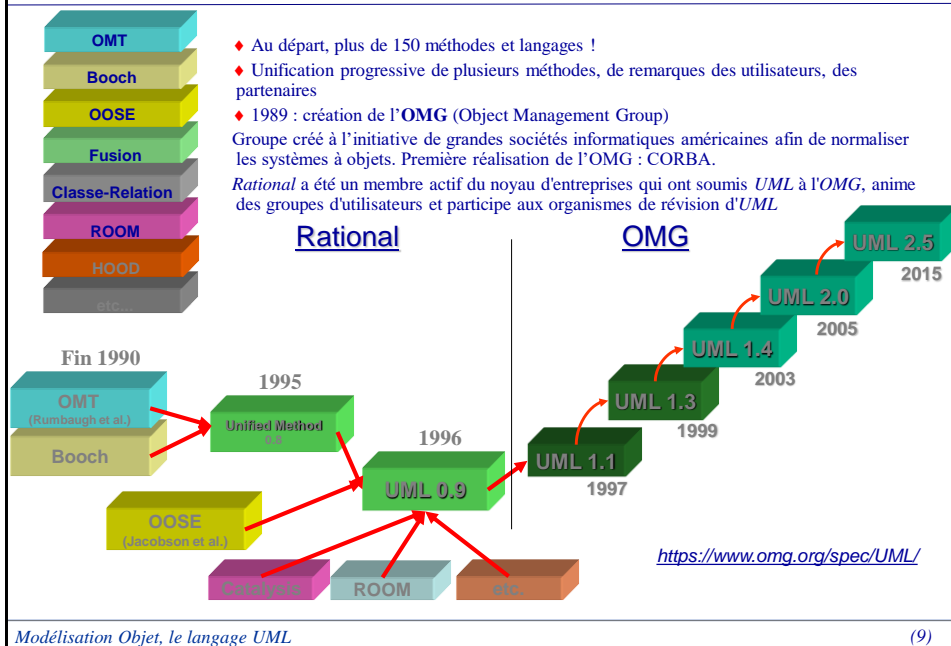
- ◆ Langage de modélisation objet, indépendant de la méthode utilisée.
- ◆ UML est un langage pour :
  - Comprendre et décrire un problème,
  - Spécifier un système,
  - Concevoir et construire des solutions,
  - Documenter un système,
  - Communiquer.



Modélisation Objet, le langage UML

(8)

## UML C'est quoi exactement ? – La genèse

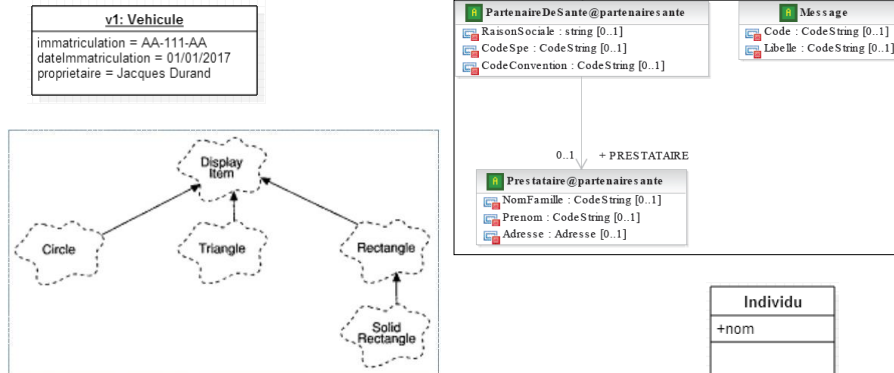


## UML c'est quoi exactement ? – La genèse

- ♦ UML a été « boosté » par l'essor de la programmation orientée objet.
- ♦ Historique de l'approche orientée objet :
  - Simula (1967),
  - Smalltalk (1976),
  - C++ (1985),
  - Java (1995),
  - .net ...
- ♦ UML permet de modéliser une application selon une vision objet, indépendamment du langage de programmation.

## UML c'est quoi exactement ? – La genèse

### ♦ Comment représenter une classe ? Un objet ?



### ♦ Tout est défini dans la spécification UML !

- <http://www.omg.org/spec/UML/>

Modélisation Objet, le langage UML

(11)

## UML c'est quoi exactement ? – La portée

- ♦ UML reste au niveau d'un langage et ne propose pas de processus de développement
  - ni ordonnancement des tâches,
  - ni répartition des responsabilités,
  - ni règles de mise en œuvre.
- ♦ Il existe de (très) nombreux outils pour faire de la modélisation UML.
- ♦ Certains ouvrages et AGL basés sur UML proposent un processus en plus de UML.
  - Exemple : le processus unifié UP.

Modélisation Objet, le langage UML

(12)

### UML c'est quoi exactement ? – Le méta-modèle

- ♦ UML est bien plus qu'un outil pour dessiner des représentations mentales !
- ♦ La notation graphique n'est que le support du langage.
- ♦ UML repose sur un **méta-modèle**, qui normalise la sémantique de l'ensemble des concepts.

*Modélisation Objet, le langage UML*

(13)

### UML c'est quoi exactement ? – En résumé

- ♦ UML est un langage de modélisation objet
- ♦ UML n'est pas une méthode
- ♦ UML convient pour tous les types de systèmes, tous les domaines métiers, et tous les processus de développement
- ♦ UML est dans le domaine public
- ♦ Les concepts véhiculés dans UML sont définis et non équivoques

*Modélisation Objet, le langage UML*

(14)

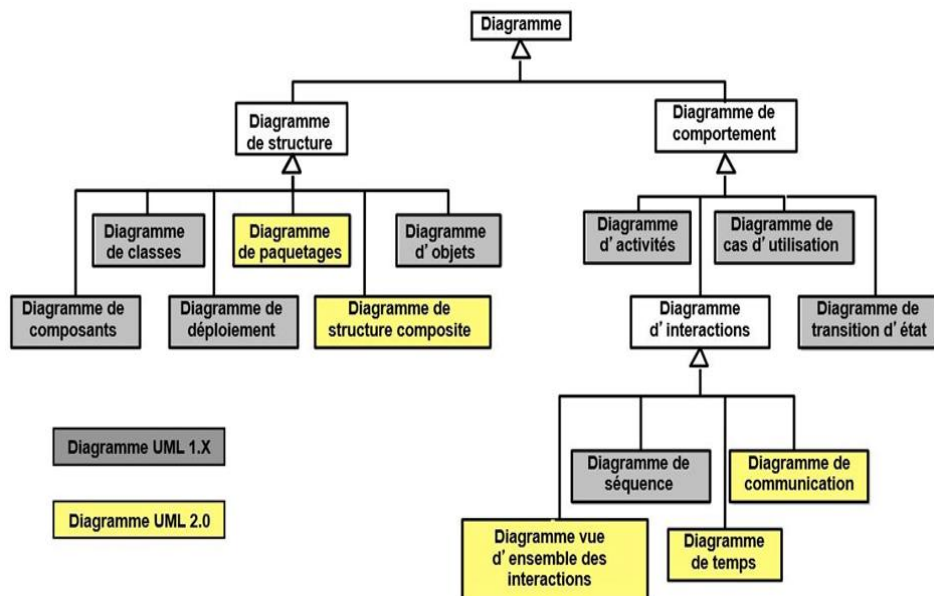
## Tour d'horizon des diagrammes – 13 diagrammes !

- ◆ Historiquement UML proposait 9 types de diagrammes (UML 1.x).
- ◆ UML 2 a enrichi les concepts des diagrammes existants et a ajouté 4 nouveaux types de diagrammes.
- ◆ Les diagrammes manipulent des concepts parfois communs (ex. classe, objet, ...), parfois spécifiques (ex. cas d'utilisation).
- ◆ Quelle différence entre un modèle et un diagramme ?

Modélisation Objet, le langage UML

(15)

## Tour d'horizon des diagrammes – 13 diagrammes !



Modélisation Objet, le langage UML

(16)



## Tour d'horizon des diagrammes – 13 diagrammes !

- ♦ UML est une grande boîte à outils, et comme toute boîte à outils ....

- On utilise pas tout ...
- Certains outils servent plus souvent que d'autres ...
- Dans chaque situation il faut choisir le bon outil !

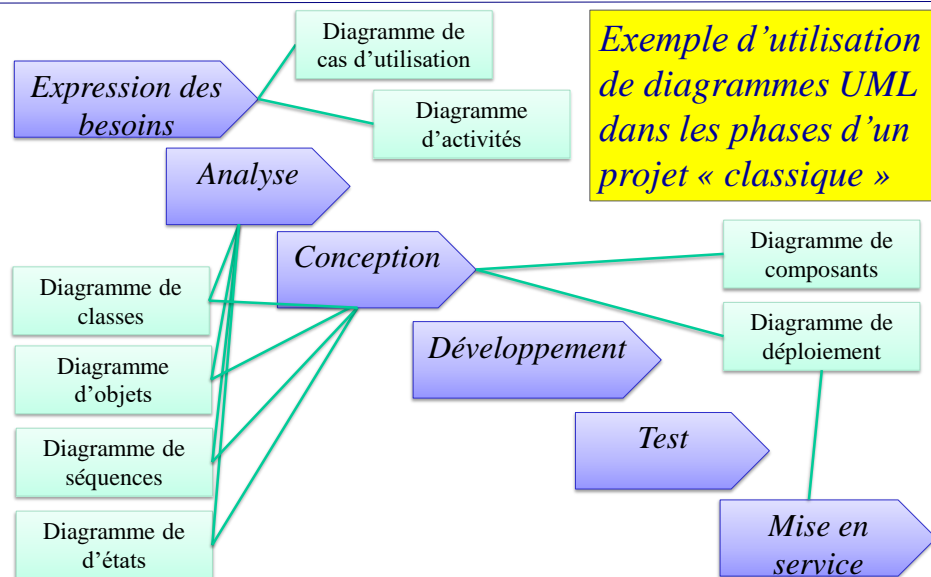


- ♦ En tant que langage, il faut aussi s'assurer que l'on va être compris !

Modélisation Objet, le langage UML

(17)

## Tour d'horizon des diagrammes – 13 diagrammes !



Modélisation Objet, le langage UML

(18)

## Tour d'horizon des diagrammes – 13 diagrammes !

### Exemple d'utilisation de diagrammes UML en méthode « agile »

Le product owner (PO) est un chef de produit digital en mode agile (méthodologie de gestion de projet basée sur la souplesse et l'adaptabilité). Tourné vers l'opérationnel, il est chargé d'optimiser le produit tout au long de son développement.



Product Owner



Product Backlog

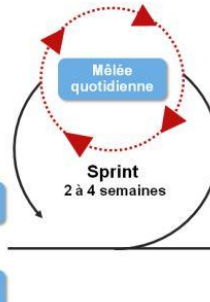


Equipe

Planification de sprint



Sprint Backlog



ScrumMaster

- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme de séquences
- Diagramme de d'états
- Diagramme de composants
- Diagramme de déploiement

- Diagramme d'activités
- Diagramme de cas d'utilisation

Scrum Master aide à animer la mêlée (Scrum) pour l'équipe dans son ensemble en s'assurant que le framework Scrum est respecté. Il s'engage à respecter les valeurs et les pratiques Scrum, mais doit également rester flexible et ouvert aux possibilités d'amélioration du workflow de l'équipe.

Modélisation Objet, le langage UML

(19)

## Tour d'horizon des diagrammes – Restrictions & extensions

- ♦ **Restrictions** : au sein d'une organisation ou d'une équipe, on utilise un « sous-ensemble » de UML :
  - Sous-ensemble de diagrammes,
  - Sous-ensemble des possibilités offertes par chaque diagramme.
- ♦ **Extensions** : UML possède des mécanismes d'extension, qui permettent d'adapter le langage à une organisation, une équipe ou un domaine particulier.
- ♦ Un **profil** UML est un ensemble cohérent de concepts UML, d'extensions/restrictions, de contraintes, de règles et notations.
  - Exemples : profil EJB, profil SIG, profil RT, ...

Modélisation Objet, le langage UML

(20)



## II Le diagramme de classes et le diagramme d'objets

### Concepts de base



### Classes et objets

- ♦ Le diagramme de classes permet de représenter des classes, leurs propriétés et leurs relations avec d'autres classes.
- ♦ Le diagramme d'objets permet de représenter des objets, les valeurs de leurs propriétés et leurs relations avec d'autres objets.
- ♦ Mais au fait ....
  - Qu'est ce qu'un objet ?
  - Qu'est ce qu'une classe ?
  - Une classe peut-elle être un objet ? Et inversement ?

## Les objets

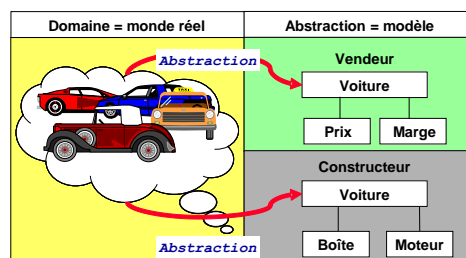
- ♦ Un objet est une entité identifiable du monde réel.
- ♦ Les objets informatiques définissent une représentation simplifiée des entités du monde réel.
- ♦ Un objet informatique est une structure de données valorisées qui répond à un ensemble de messages.
- ♦ Un objet peut représenter une entité concrète (personne, guitare, véhicule, ...) ou abstraite (gestionnaire de flux, ...).

Modélisation Objet, le langage UML

(23)

## Les objets

- ♦ Une **abstraction** est un résumé, un condensé, une mise à l'écart des détails non pertinents dans un contexte donné.
- ♦ Mise en avant des caractéristiques essentielles et utiles.
- ♦ Dissimulation des détails (complexité).



Modélisation Objet, le langage UML

(24)

## Les objets

### ♦ L'état d'un objet :

- regroupe les valeurs instantanées de tous les attributs d'un objet
- évolue au cours du temps
- est la conséquence des comportements passés

### ♦ Exemples :

- un signal électrique : l'amplitude, la pulsation, la phase, ...
- une voiture : la marque, la puissance, la couleur, le nombre de places assises, ...
- un étudiant : le nom, le prénom, la date de naissance, l'adresse, ...

## Les objets

### ♦ Le comportement

- décrit les actions et les réactions d'un objet
- regroupe toutes les compétences d'un objet
- se représente sous la forme d'opérations (méthodes)

### ♦ Un objet peut faire appel aux compétences d'un autre objet

### ♦ L'état et le comportement sont liés

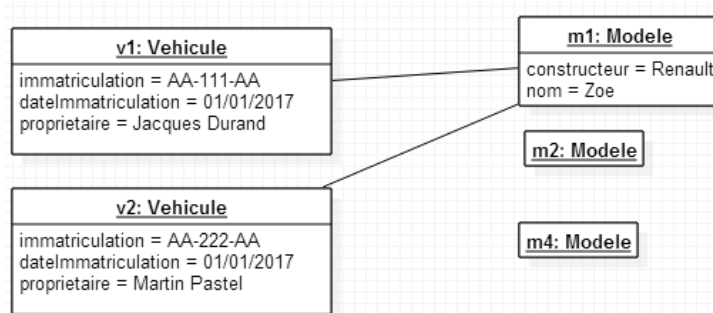
- Le comportement dépend souvent de l'état
- L'état est souvent modifié par le comportement

## Les objets

- ♦ Tout objet possède une identité qui lui est propre et qui le caractérise.
- ♦ L'identité permet de distinguer tout objet de façon non ambiguë, indépendamment de son état.

## Les objets

- ♦ Le diagramme d'objets permet la représentation d'objets du système que l'on modélise.
- ♦ Exemple :



## Communication entre objets

- ◆ Application = société d'objets collaborant
- ◆ Les objets travaillent en synergie afin de réaliser les fonctions de l'application.
- ◆ Le comportement global d'une application repose sur la communication entre les objets qui la composent.
- ◆ Les objets
  - ne vivent pas en ermites,
  - interagissent les uns avec les autres,
  - communiquent en échangeant des messages.

*Modélisation Objet, le langage UML*

(29)

## Les classes

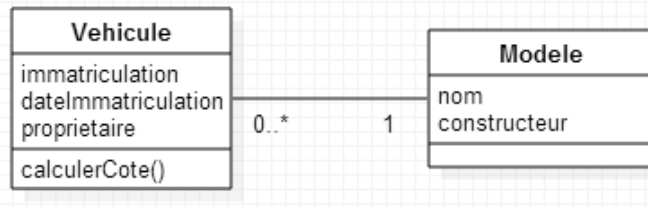
- ◆ La classe
  - est une description abstraite d'un ensemble d'objets
  - peut être vue comme la factorisation des éléments communs à un ensemble d'objets
  - c'est un modèle d'objets ayant les mêmes types de propriétés et de comportements. Chaque instance d'une classe possède ses propres valeurs pour chaque attribut.

*Modélisation Objet, le langage UML*

(30)

## Les classes

- ♦ Le diagramme de classes permet la représentation des descripteurs d'objets du système que l'on modélise.
- ♦ Exemple :



Modélisation Objet, le langage UML

(31)

## Les classes

- ♦ Le diagramme de classes est le diagramme le plus connu et le plus utilisé.
- ♦ Structure interne statique d'un système.
- ♦ Diagrammes de classes et d'objets sont liés :
  - Le diagramme de classes permet de représenter :
    - des classes (ensembles d'objets),
    - des relations entre classes (ensemble de liens entre objets).
  - Le diagramme d'objets permet de représenter :
    - des instances particulières des classes, des objets,
    - les liens entre ces objets.

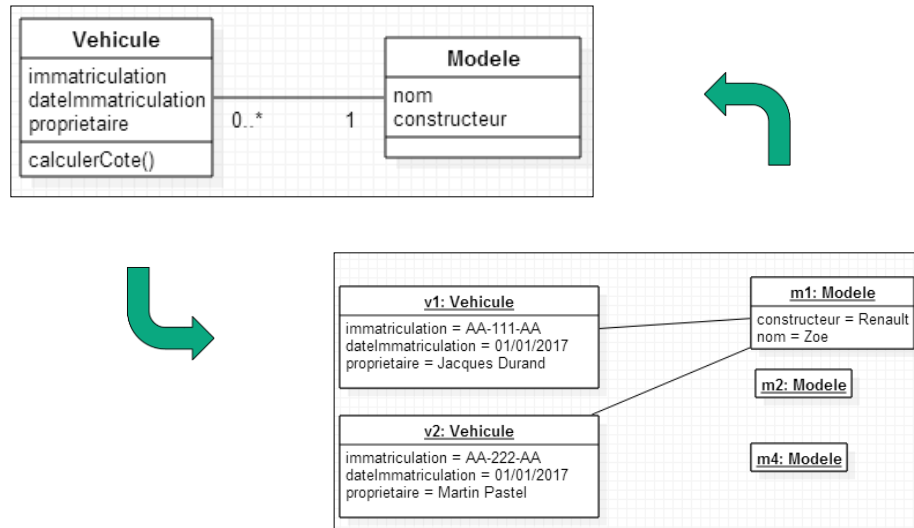
Modélisation Objet, le langage UML

(32)



## Les classes

### ♦ Diagrammes de classes et d'objets sont liés !

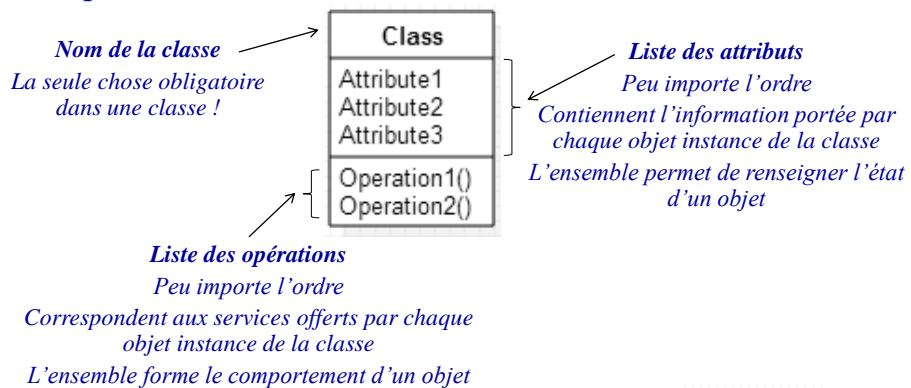


Modélisation Objet, le langage UML

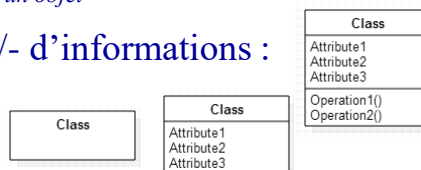
(33)

## Diagrammes de classes – concepts de base

### ♦ Représentation d'une classe :



### ♦ Possibilité d'afficher +/- d'informations :



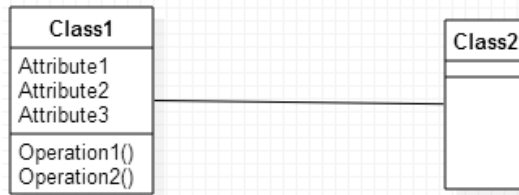
Modélisation Objet, le langage UML

(34)

## Diagrammes de classes – concepts de base

- ♦ L'association exprime une connexion structurelle entre classes.

- ♦ Notation :



- ♦ Exemple : « une personne est employée par une entreprise » pourra se traduire par :



Modélisation Objet, le langage UML

(35)

## Diagrammes de classes – concepts de base

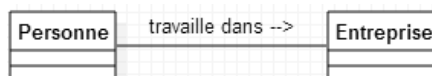
- ♦ Oui mais ... l'association entre Personne et Entreprise



peut être interprétée de plusieurs façons :

- « une personne travaille dans une entreprise »
- « une personne dirige une entreprise »
- « une personne est cliente d'une entreprise »
- ....

- ♦ Il est alors possible d'indiquer la signification de l'association :

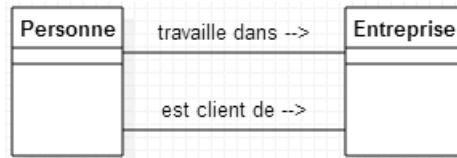


Modélisation Objet, le langage UML

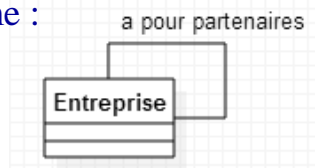
(36)

## Diagrammes de classes – concepts de base

- ♦ Sur un diagramme, il est possible de créer plusieurs associations entre les mêmes classes :



- ♦ Il est aussi possible de créer une association d'une classe avec elle-même :



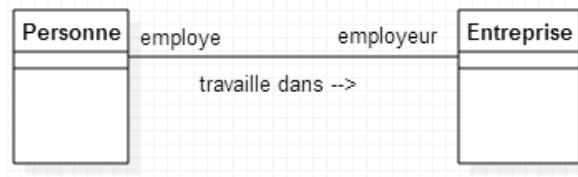
- ♦ Comment cela se traduit il au niveau des objets ?

Modélisation Objet, le langage UML

(37)

## Diagrammes de classes – concepts de base

- ♦ Chaque extrémité de l'association peut aussi être nommée :



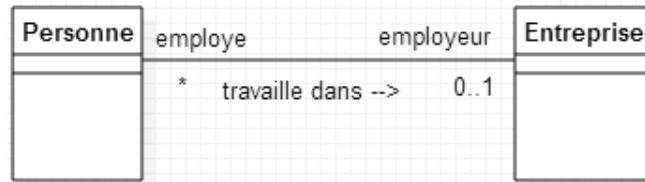
- ♦ Le rôle décrit comment les objets de la classe correspondante sont perçus par les objets de la classe à l'autre extrémité de l'association.
- ♦ Un rôle a la même nature qu'un attribut....

Modélisation Objet, le langage UML

(38)

## Diagrammes de classes – concepts de base

- ◆ Chaque rôle porte une indication de multiplicité : il s'agit du nombre d'objets de la classe considérée pouvant être liés à un objet de l'autre classe.



- ◆ La multiplicité s'exprime sous la forme d'un intervalle : nombre minimal et nombre maximal d'objets en relation.

Valeur	Signification
1	un et un seul
0..1	zéro ou un
M .. N	de M à N (entiers naturels)
* ou 0..*	de zéro à plusieurs
1 .. *	un à plusieurs

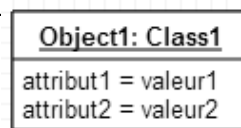
Modélisation Objet, le langage UML

(39)

## Diagrammes d'objets – concepts de base

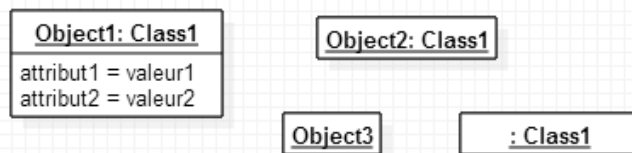
- ◆ Représentation d'un objet :

*Nom de l'objet : nom de la classe*  
*Souligné*



*Valeurs des attributs*  
*Peu importe l'ordre*  
*L'ensemble correspond à l'état d'un objet*

- ◆ Possibilité d'afficher +/- d'informations :

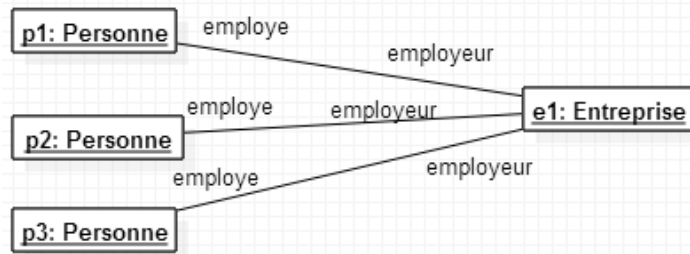


Modélisation Objet, le langage UML

(40)

## Diagrammes d'objets – concepts de base

- ◆ Les associations entre classes permettent de créer des liens entre objets :



Modélisation Objet, le langage UML

(41)

## Exercice 1

- ◆ Réaliser un diagramme de classes pour représenter les concepts suivants issus d'un système de réservation de véhicules :

- Un client peut effectuer des réservations de véhicules.
- Chaque client est décrit par son nom, son prénom et son numéro d'inscription.
- Un véhicule possède un numéro d'immatriculation, une marque, une date de mise en service, une puissance fiscale, une vitesse maximale.
- Pour un client donné, on souhaite pouvoir calculer la puissance moyenne des véhicules qu'il réserve.



- ◆ Illustrer votre diagramme de classes par un diagramme d'objets.

Modélisation Objet, le langage UML

(42)

### III

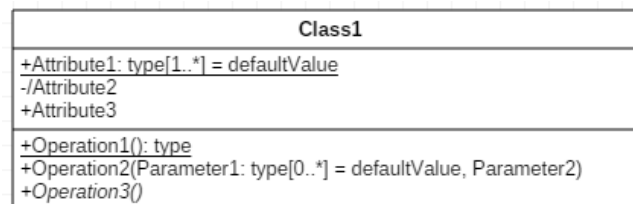
## Le diagramme de classes et le diagramme d'objets

### Concepts avancés



### Propriétés complètes des attributs

- ♦ La représentation complète d'une classe fait apparaître les attributs avec différentes caractéristiques en plus du nom (type, valeur par défaut, degré de visibilité, ...), et les opérations avec leur signature complète :



### Propriétés complètes des attributs

- ♦ La forme complète de représentation d'un attribut est la suivante :  
`<visibilité> <nomAttribut> : <type> [borneInf..borneSup] =  
    <valeur par défaut> {propriétés}`
- ♦ Seul le nom est obligatoire !

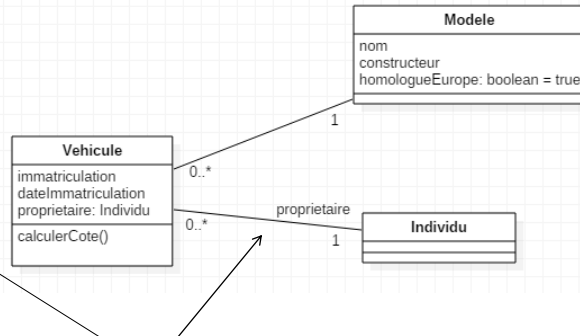
### Propriétés complètes des attributs

- ♦ Le symbole de visibilité correspond au concept objet d'encapsulation. Il représente le degré de protection de l'attribut :
  - + : publique (accessible à toutes les autres classes)
  - # : protégé (accessibles uniquement aux sous-classes)
  - ~ : paquetage (accessible uniquement aux classes du paquetage)
  - - : privé (inaccessible à tout objet hors de la classe)
- ♦ La visibilité peut être précisée sur chaque attribut et sur chaque opération.

## Propriétés complètes des attributs

- ♦ Le type permet de fixer l'ensemble des valeurs possibles que peut prendre un attribut.
- ♦ Il peut s'agir :
  - d'un type standard : integer, string, boolean, real
  - d'une classe : on préférera très souvent utiliser une association

*Préférez l'association  
et supprimez l'attribut  
« propriétaire » !*



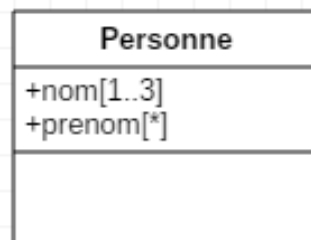
Modélisation Objet, le langage UML

(47)

## Propriétés complètes des attributs

- ♦ Un attribut peut prendre plusieurs valeurs.
- ♦ Il est alors possible de préciser le nombre minimal et le nombre maximal de valeurs que peut prendre l'attribut.

*On spécifie ici qu'une  
personne possède entre 1  
et 3 noms et 0 à plusieurs  
prénoms*



- ♦ En l'absence d'indication, la valeur est unique ([1..1]).

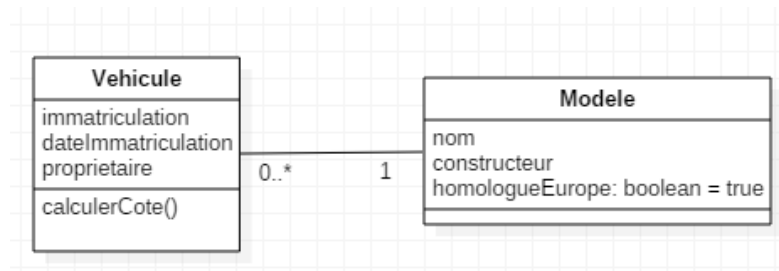
Modélisation Objet, le langage UML

(48)



## Propriétés complètes des attributs

- ♦ Une valeur par défaut peut être précisée sur un attribut. Cette valeur est affectée à l'attribut à la création des instances de la classe.

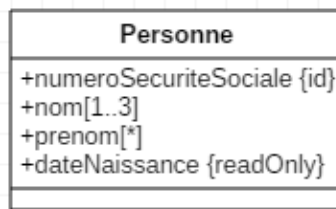


Modélisation Objet, le langage UML

(49)

## Propriétés complètes des attributs

- ♦ Il est possible d'attribuer des propriétés aux attributs, en les indiquant entre accolades.



- ♦ Parmi les propriétés les plus utilisées :
  - `{readOnly}` indique que la valeur de l'attribut ne peut pas être modifiée,
  - `{id}` indique que l'attribut fait partie de l'identifiant des instances de la classes.

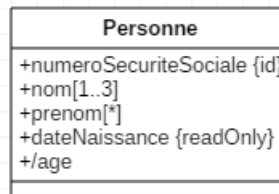
Modélisation Objet, le langage UML

(50)

## Propriétés complètes des attributs

- ◆ Lorsque la valeur d'un attribut peut être calculée par une fonction basée sur la valeur d'autres attributs, on parle d'attribut calculé ou attribut dérivé.
- ◆ Un attribut calculé est précédé du signe « / »

*L'âge peut être calculé à partir de la date de naissance !*



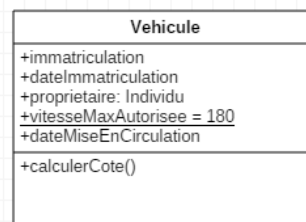
Modélisation Objet, le langage UML

(51)

## Propriétés complètes des attributs

- ◆ Chaque instance d'une classe contient une valeur spécifique pour chacun de ses attributs. Dans certains cas cependant, il est utile de pouvoir définir des attributs dont la valeur est commune à l'ensemble des instances de la classe.
- ◆ On parle alors d'attribut statique ou attribut de classe, et on souligne l'attribut.

*La vitesse maximale autorisée est la même pour toutes les instances de la classe !*



Modélisation Objet, le langage UML

(52)

### Propriétés complètes des opérations

- ♦ La forme complète de représentation d'une opération est la suivante :

<visibilité> <nomOpération> (listeParamètres) : <typeRetour>  
[borneInf..borneSup] {propriétés}

- ♦ Comme pour les attributs, seul le nom, suivi des parenthèses ( ), est obligatoire !

- ♦ Chaque paramètre est décrit sous la forme :

<direction> <nom> : <type> [borneInf...borneSup] = <valeur  
par défaut> {propriétés}

### Propriétés complètes des opérations

- ♦ Certains concepts présentés pour les attributs s'appliquent aux opérations :

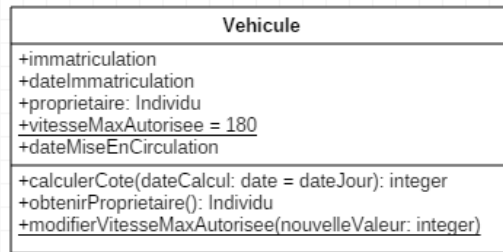
- La visibilité de l'opération,
- L'intervalle pour indiquer le nombre de valeurs du retour,
- Sur les paramètres : le type, l'intervalle pour préciser le nombre de valeurs autorisées et la valeur par défaut,
- Les propriétés.

- ♦ Il existe cependant des différences :

- Lorsque l'opération renvoie un objet, il n'est pas possible de remplacer le typeRetour par une association !
- Un paramètre peut être préfixé en indiquant sa direction : in, out ou inout.

## Propriétés complètes des opérations

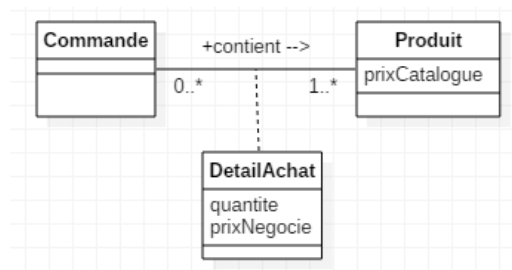
- ♦ Il est également possible qu'une opération soit définie comme « statique » : cette opération est appelée sur la classe directement.



- ♦ Ces opérations ne peuvent pas manipuler d'attributs qui ne soient pas statiques !

## Classe d'association

- ♦ La classe d'association est ... une classe ! Cette classe permet de faire porter des informations aux liens entre instances de classes.



- ♦ Une telle classe peut être dotée d'attributs, d'opérations, et de relations avec d'autres classes.

## Classe d'association

### ♦ Exemples d'utilisation de la classe d'association :

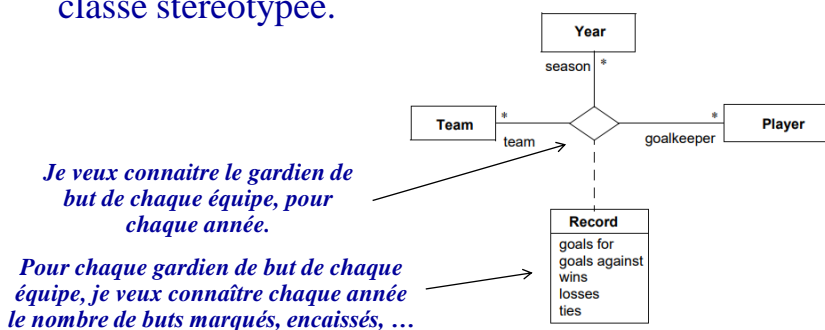
- Des personnes empruntent des livres à la bibliothèque. Il est nécessaire de pouvoir retrouver la date de chaque emprunt.
- Des personnes signent des accords entre eux. Il est nécessaire de conserver la date de ces accords et la ville où a eu lieu la signature.
- Des personnes travaillent dans des entreprises. Pour chacun de leurs emplois, il est nécessaire de connaître le temps de travail et le type de contrat signé avec l'entreprise.

Modélisation Objet, le langage UML

(57)

## Associations n-aire

- ♦ L'association permet de relier plus de deux classes. On parle d'association ternaire pour trois classes, ou plus généralement d'association n-aire.
- ♦ Représentation : un losange blanc ou au moyen d'une classe stéréotypée.



Modélisation Objet, le langage UML

(58)

## Associations n-aire

- ♦ Attention, il est souvent possible de modéliser un problème avec plusieurs associations binaires plutôt qu'avec une association n-aire.
- ♦ Exemple :
  - Un employé emprunte un véhicule de fonction pour se rendre sur un site
  - Un employé possède un véhicule de fonction. L'employé se rend sur des sites avec son véhicule de fonction

## Navigabilité d'une association

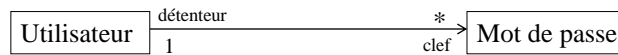
- ♦ Les associations permettent par défaut une navigation bidirectionnelle : il est possible de déterminer les liens de l'association depuis les instances de chaque classe.
- ♦ Il est possible de limiter la navigabilité en spécifiant un seul sens de navigation :



## Navigabilité d'une association

### ◆ Exemple :

*Une instance d'utilisateur peut accéder à des instances de Mot de passe, mais pas l'inverse.*



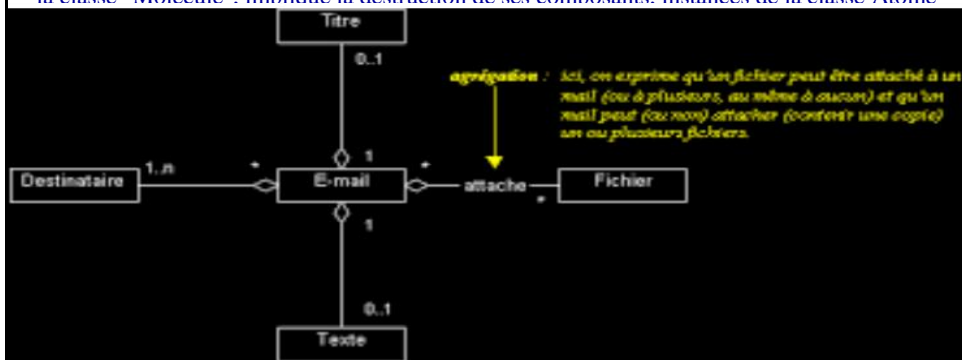
### ◆ A ne pas confondre avec le sens de lecture de l'association !

## Les différentes relations entre classes

Concernant les relations entre classes, il existe d'autres relations en plus de l'association :

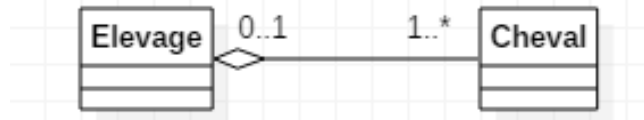
- L'agrégation,
- La composition,
- La généralisation/spécialisation,
- La dépendance.

Lorsqu'on représente qu'une molécule est "composée" d'atomes, la destruction d'une instance de la classe "Molécule". implique la destruction de ses composants. instances de la classe Atome



## Agrégation et composition

- ♦ L'agrégation est une forme particulière d'association binaire, mais dissymétrique, où l'une des extrémités est prédominante par rapport à l'autre.
- ♦ Représentation des relations de type :
  - tout et parties,
  - composé et composants,
  - maître et esclaves.
- ♦ Exemple : un élevage est composé d'un certain nombre de chevaux :



Modélisation Objet, le langage UML

(63)

## Agrégation et composition

- ♦ Deux types d'agrégation :
  - **Agrégation** partagée – notion de co-propriété
    - La création (resp. la destruction) des composants est indépendante de la création (resp. la destruction) du composite
    - Un objet peut faire partie de plusieurs composites à la fois
    - Notation :



- **Composition**
  - Cas particulier de l'agrégation : attributs contenus physiquement par l'agrégat
  - La création (resp. la destruction) du composite entraîne la création (resp. la destruction) des composants.
  - Un objet ne fait partie que d'un seul composite à la fois.
  - Notation :



Modélisation Objet, le langage UML

(64)

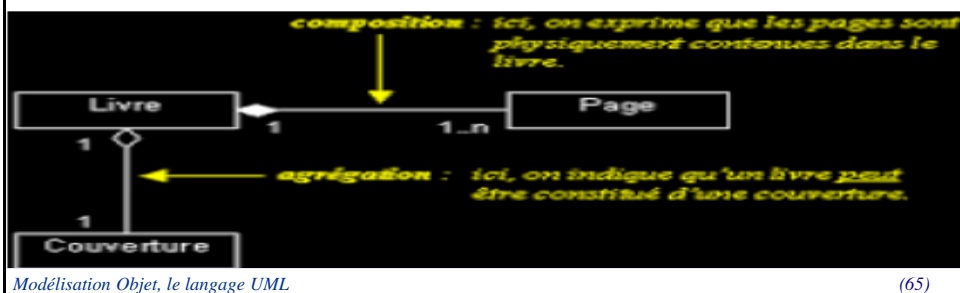
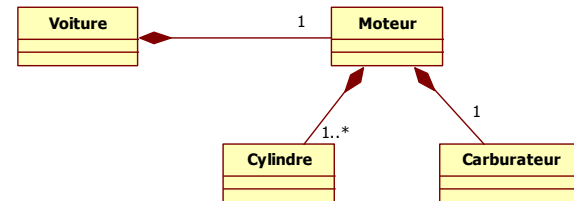


## Agrégation et composition

### ◆ Agrégation



### ◆ Composition



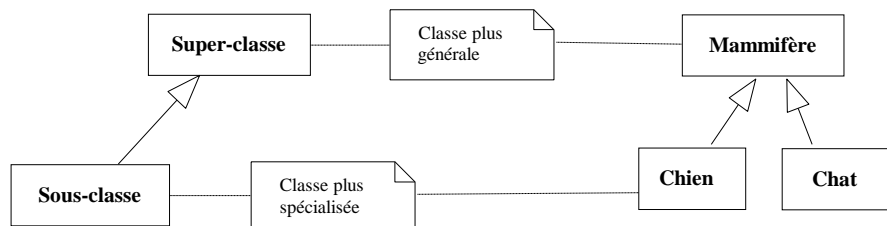
Modélisation Objet, le langage UML

(65)

## Généralisation/Spécialisation

◆ La relation de généralisation/spécialisation permet de gérer les relations « est du type » ou « est une sorte de »

◆ Cette relation correspond au concept d'héritage en objet.

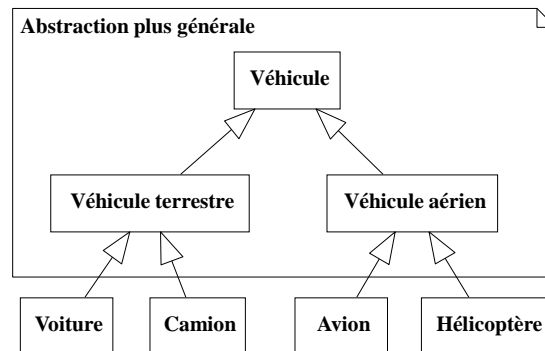


Modélisation Objet, le langage UML

(66)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ Les instances d'une classe fille sont aussi instances des super-classes. Elle « profitent » des attributs, opérations et relations définies dans les super-classes.

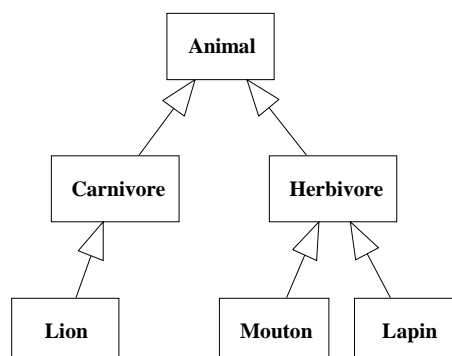


Modélisation Objet, le langage UML

(67)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ La généralisation peut se traduire par « *est un* » ou « *est une sorte de* »

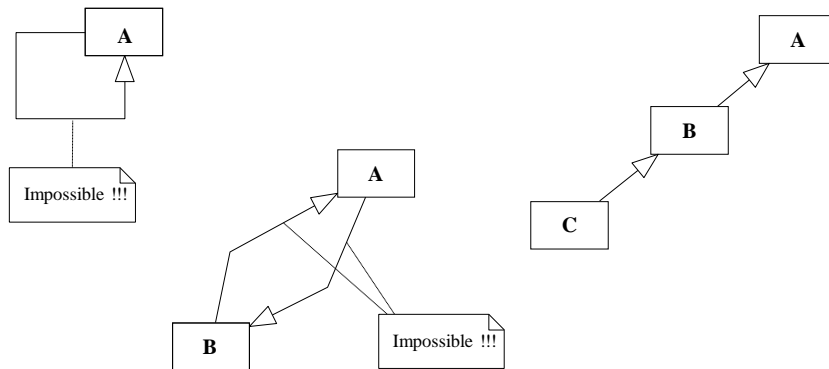


Modélisation Objet, le langage UML

(68)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ Propriétés de la généralisation : non-réflexive, non-symétrique, transitive

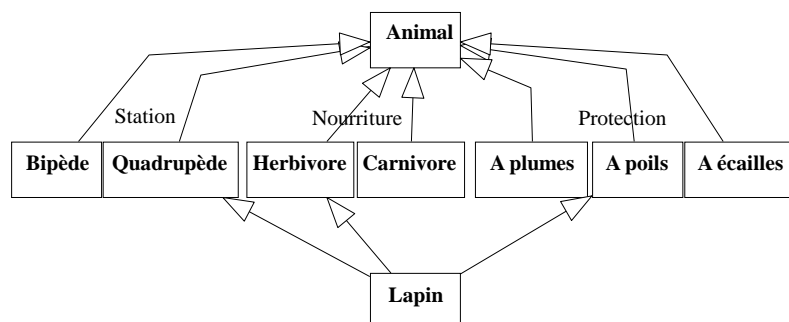


Modélisation Objet, le langage UML

(69)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ La généralisation multiple est modélisable en UML !



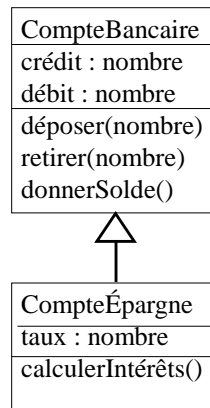
Modélisation Objet, le langage UML

(70)

## Généralisation/Spécialisation

### ◆ Exemple :

Généralisation



Spécialisation

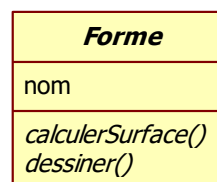


Modélisation Objet, le langage UML

(71)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ Classe abstraite : classe qui ne peut avoir aucune instance directe ; on écrit son nom en *italique*
- ◆ Opération abstraite : opération incomplète qui a besoin de la classe fille pour fournir une implémentation ; on écrit son nom en *italique*.

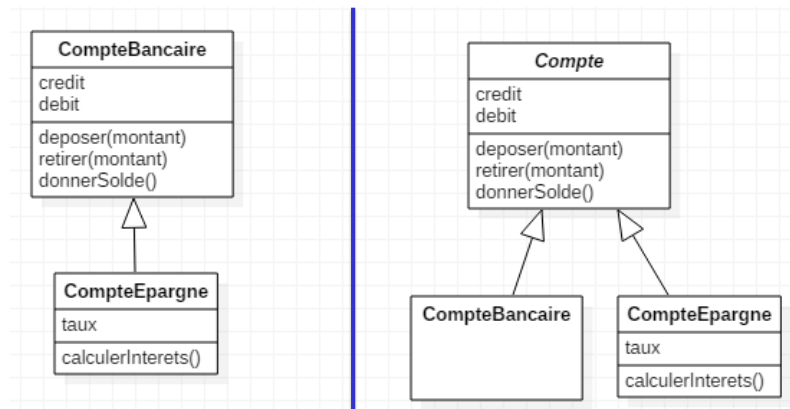


Modélisation Objet, le langage UML

(72)

## Généralisation/Spécialisation

- ◆ Ces deux modèles sont ils équivalents ?



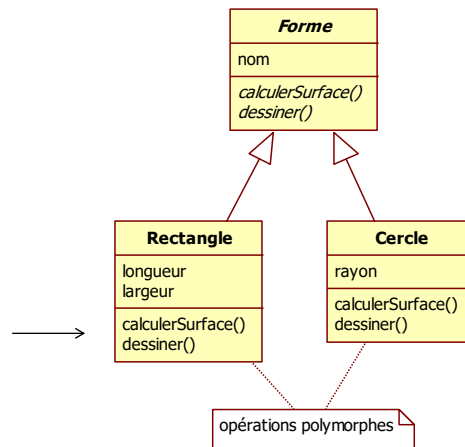
Modélisation Objet, le langage UML

(73)

## Généralisation/Spécialisation - polymorphisme

- ◆ Le polymorphisme est un concept objet selon lequel un même message peut être interprété de différentes façons, selon le récepteur.

*Une méthode peut être définie par le même nom dans différentes classes.*



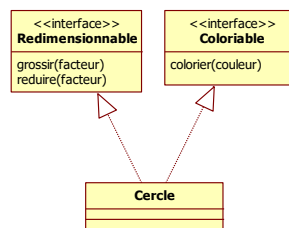
Modélisation Objet, le langage UML

(74)

## Généralisation/Spécialisation - interfaces

- ♦ L'interface est une classe totalement abstraite, sans attribut et dont toutes les opérations sont abstraites.
- ♦ Le concept d'interface permet la définition d'un contrat pour toutes les classes qui l'implémentent. La relation entre une interface et une classe qui implémente l'interface est appelée relation de réalisation.

♦ Notation :

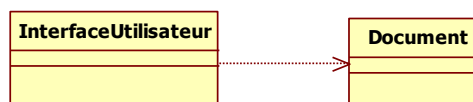


Modélisation Objet, le langage UML

(75)

## Dépendance

- ♦ La relation de dépendance est une relation sémantique entre deux éléments selon laquelle un changement apporté à l'un peut affecter l'autre.
- ♦ Implique uniquement que des objets d'une classe peuvent fonctionner ensemble.
- ♦ Notation :



Modélisation Objet, le langage UML

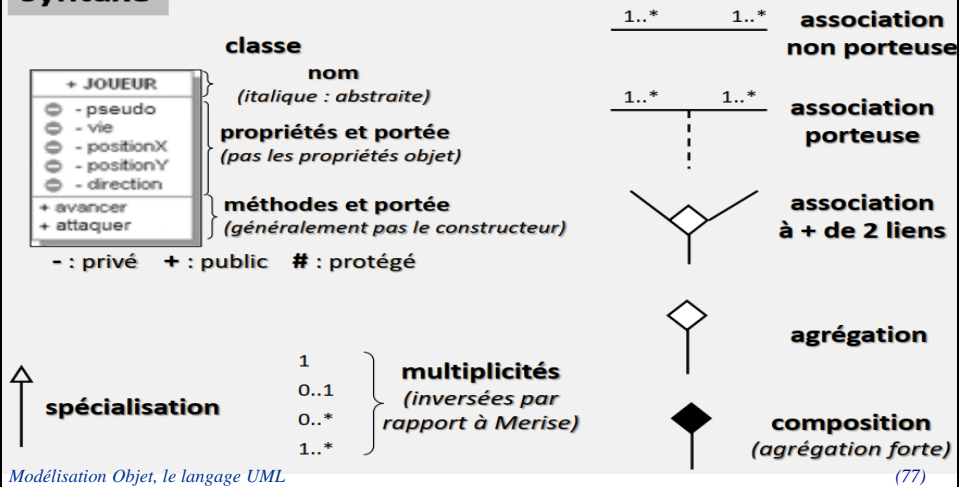
(76)

## Diagramme de classes

Le diagramme de classes est un schéma :

→ présentant l'organisation des données et traitements de l'application

### syntaxe



## Exercice 2

◆ Réaliser un diagramme de classe pour chaque énoncé :

- Une voiture :
  - Quatre roues, des pneus
  - Un moteur,
  - Un coffre,
  - Des passagers....
- Un chien : c'est un mammifère qui appartient à un propriétaire, possède quatre membres, donne naissance éventuellement à des chiots, ....



## IV Le diagramme de cas d'utilisation



### Le diagramme de cas d'utilisation

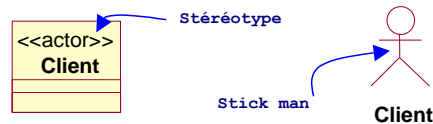
- ♦ Ce diagramme permet une description, en prenant le **point de vue de l'utilisateur**, du système à construire.
- ♦ Pas d'aspects techniques.
- ♦ Les deux concepts de base du diagramme :
  - l'acteur,
  - Le cas d'utilisation.



## Acteur - définition

- ◆ Un acteur est une **entité externe** au système :
  - qui attend un ou plusieurs services du système,
  - à qui le système fournit une interface d'accès,
  - qui interagit avec le système par échange de messages.
- ◆ C'est une personne ou un autre système
- ◆ Les acteurs sont décrits par une abstraction ne retenant que le rôle qu'ils jouent vis à vis du système

- ◆ Notation :

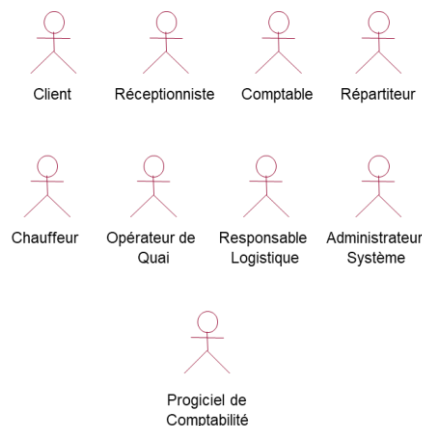


Modélisation Objet, le langage UML

(81)

## Acteur - définition

- ◆ Exemples d'acteurs :



- ◆ Tous, humains ou système, interagissent avec le système considéré !

Modélisation Objet, le langage UML

(82)

## Acteurs vs Utilisateurs

- ♦ On ne doit pas raisonner en terme d'entité physique, mais en terme de **rôle** que l'entité physique joue
- ♦ Un acteur représente un rôle joué par un utilisateur qui interagit avec le système
- ♦ Exemple du monopoly :
  - La même personne physique peut jouer le rôle de plusieurs acteurs (joueur, banquier)
  - Plusieurs personnes peuvent également jouer le même rôle, et donc agir comme le même acteur (tous les joueurs)
  - le responsable d'un magasin est parfois responsable du magasin, parfois client, ... → il joue plusieurs rôles.

Modélisation Objet, le langage UML

(83)

## Cas d'utilisation - définition

- ♦ Un cas d'utilisation modélise un **service rendu** par le système
- ♦ Il exprime les interactions entre les acteurs et le système
- ♦ Il apporte une valeur ajoutée "notable" aux acteurs concernés.
- ♦ Règle de nommage : verbe (+ complément)
- ♦ Notation :



Modélisation Objet, le langage UML

(84)

## Cas d'utilisation, enchaînements et scénarios

- ♦ **Cas d'utilisation** : représente un cas en général, une représentation générale et synthétique d'un ensemble de scénarios similaires décrits sous la forme d'enchaînements

*Exemple* : un joueur joue un coup en lançant 2 dés

- ♦ **Enchaînement** : succession d'étapes qui se réalisent lorsqu'un acteur déclenche un cas d'utilisation.

*Exemple* : un joueur joue un coup, les 2 dés ont une valeur identique, le joueur peut ensuite rejouer un autre coup

- ♦ **Scénario** : exécution d'un ou plusieurs enchaînements, joignant le début du cas d'utilisation à une fin normale ou non.

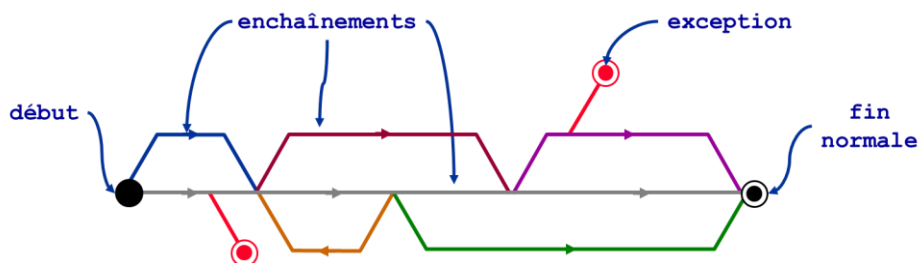
*Exemple* : le joueur Pierre joue : il obtient 7 avec les dés, se déplace rue de Belleville et achète la propriété

Modélisation Objet, le langage UML

(85)

## Cas d'utilisation vs scénario

- ♦ Un cas d'utilisation contient en général plusieurs enchaînements.
- ♦ Pour décrire lisiblement un cas d'utilisation, on distinguera les trois types d'enchaînements :
  - **Nominal** : déroulement normal du cas
  - **Alternatif** : embranchements dans la séquence nominale
  - **Exception** : interviennent quand une erreur se produit



Modélisation Objet, le langage UML

(86)

### Pré et post conditions

- ◆ Pré-conditions : conditions obligatoires pour jouer un enchaînement du cas d'utilisation.
- ◆ Exemple : l'enchaînement « Faire un virement bancaire » a pour pré-condition : l'acteur doit être authentifié
- ◆ Post-conditions : changement intervenu dans le système considéré entre le début et la fin d'un enchaînement.
- ◆ Exemple : l'enchaînement « Faire une demande de prêt » a deux post-conditions :
  - La création dans le système d'un nouveau dossier de prêt,
  - L'envoi d'un mail de confirmation au client.

Modélisation Objet, le langage UML

(87)

### Intérêt des cas d'utilisation

- ◆ Un moyen de déterminer le **but** et le **périmètre** d'un système
- ◆ Utilisé par les utilisateurs finaux pour exprimer leur attentes et leur besoins → **permet d'impliquer les utilisateurs dès les premiers stades du développement**
- ◆ **Support de communication entre les équipes et les clients**
- ◆ Découpage du système global en **grandes tâches** qui pourront être réparties entre les équipes de développement
  - **UC (Use Case) Permet de concevoir les Interfaces Homme-Machine**
  - Constitue une base pour les tests fonctionnels

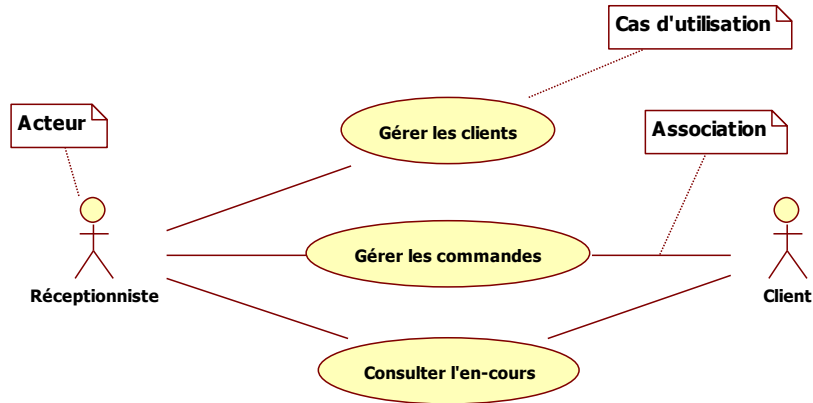
Modélisation Objet, le langage UML

(88)

## Exemple de diagramme de cas d'utilisation

Un acteur peut être associé à plusieurs cas d'utilisation.

Un cas d'utilisation peut faire intervenir plusieurs acteurs.



Modélisation Objet, le langage UML

(89)


## Relations entre cas d'utilisation

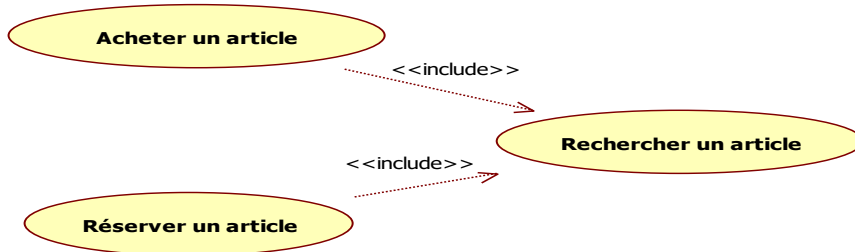
- ◆ UML définit trois types de relations standardisées entre cas d'utilisation :
  - une relation d'inclusion,
  - une relation d'extension,
  - une relation de généralisation/spécialisation.
  
- ◆ On peut également généraliser les acteurs

Modélisation Objet, le langage UML

(90)

## Relations entre cas d'utilisation

- ♦ `<<include>>` permet d'incorporer le comportement d'un autre cas d'utilisation.
- ♦ un cas d'utilisation **A** inclut (Include) un cas d'utilisation **B** c'est à dire que ce cas d'utilisation **A** ne se réalise que lorsque le cas d'utilisation **B** se réalise. 
- ♦ Le cas de base en incorpore explicitement un autre, à un endroit spécifié dans sa description.

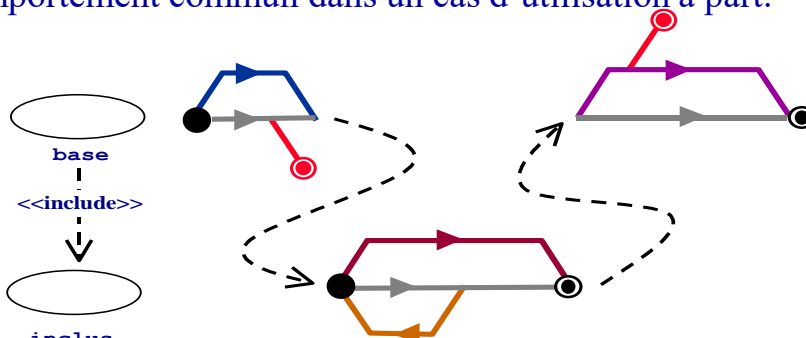


Modélisation Objet, le langage UML

(91)

## Relations entre cas d'utilisation

- ♦ La relation `<<include>>` se traduit de la façon suivante en terme d'enchaînements :
- ♦ On utilise fréquemment cette relation pour éviter de décrire plusieurs fois le même enchaînement, en factorisant le comportement commun dans un cas d'utilisation à part.

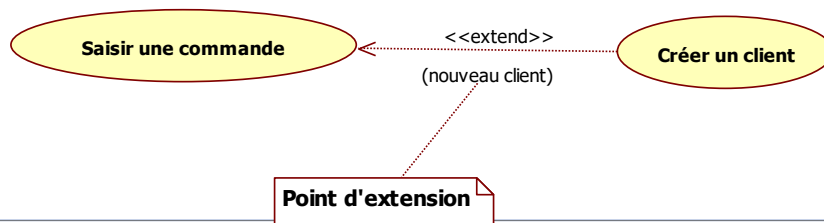


Modélisation Objet, le langage UML

(92)

## Relations entre cas d'utilisation

- ♦ `<<extend>>` permet de modéliser la partie d'un cas d'utilisation considérée comme facultative dans le comportement du système.
- ♦ On utilise principalement cette relation pour séparer le comportement optionnel (les variantes) du comportement obligatoire
- ♦ Le cas de base peut fonctionner seul, mais il peut aussi être complété par un autre, sous certaines conditions, et uniquement à certains points particuliers de son flot d'événements appelés points d'extension.

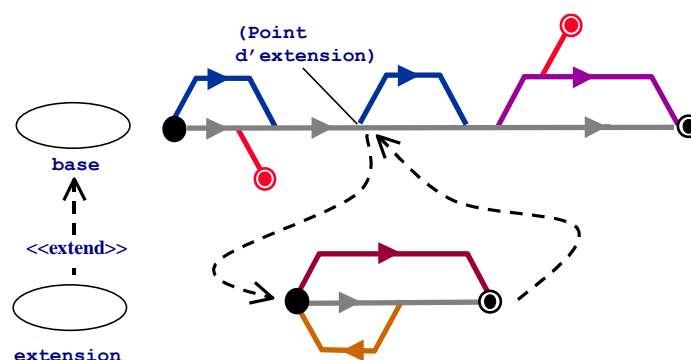


Modélisation Objet, le langage UML

(93)

## Relations entre cas d'utilisation

- ♦ La relation `<<extend>>` se traduit de la façon suivante en terme d'enchaînements :

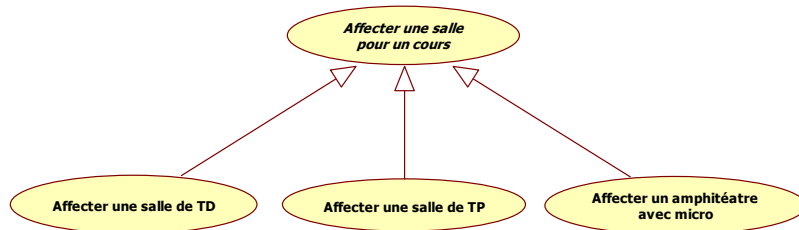


Modélisation Objet, le langage UML

(94)

## Relations entre cas d'utilisation

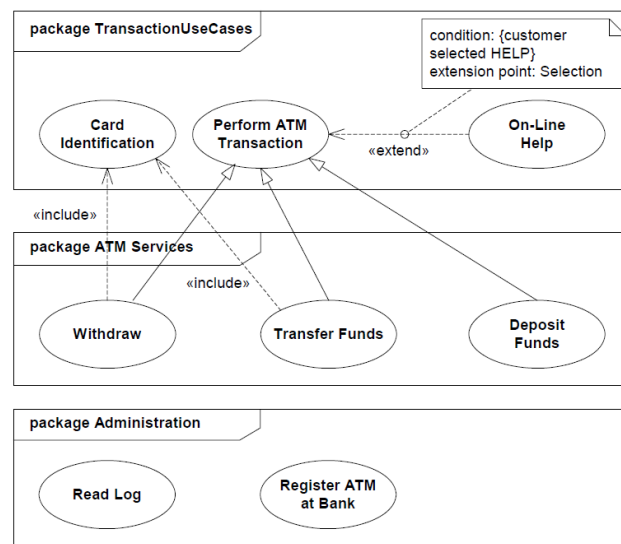
- ◆ Les cas d'utilisation peuvent être hiérarchisés par généralisation.
- ◆ Les cas d'utilisation descendants héritent de la sémantique de leur parent. Ils peuvent comprendre des interactions spécifiques supplémentaires, ou modifier les interactions héritées.



Modélisation Objet, le langage UML

(95)

## Relations entre cas d'utilisation



Modélisation Objet, le langage UML

(96)



## Spécification

- ◆ La description textuelle n'est pas normalisée par UML !
- ◆ Convergence vers un modèle standard :
  - Sommaire d'identification  
inclut titre, but, résumé, dates, version, responsable, acteurs...
  - Description des enchaînements  
décrit les enchaînements nominaux, les enchaînements alternatifs, les exceptions, mais aussi les préconditions, et les postconditions.
  - Exigences fonctionnelles
  - Besoins d'IHM  
ajoute éventuellement les contraintes d'interface homme-machine
  - Contraintes non-fonctionnelles  
ajoute éventuellement les informations suivantes : fréquence, volumétrie, disponibilité, fiabilité, intégrité, confidentialité, performances, concurrence, etc.
- ◆ On peut aussi réaliser des diagrammes

Modélisation Objet, le langage UML

(97)

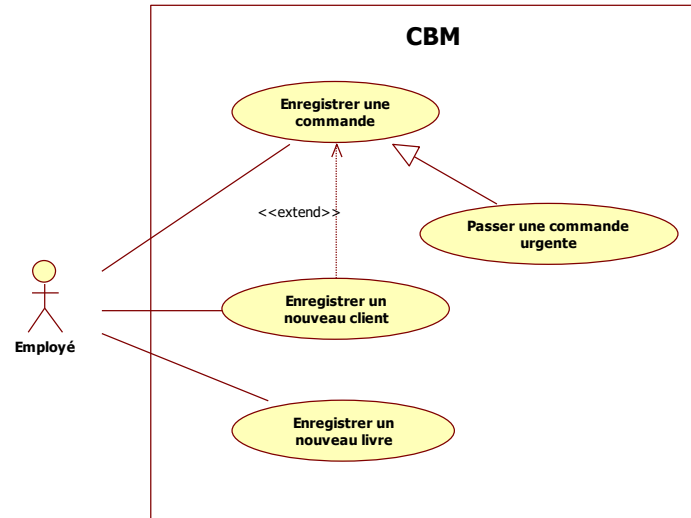
## Exemple : La CBM

- ◆ La CBM (Computer Books by Mail) est une société de distribution d'ouvrages d'informatique qui agit comme intermédiaire entre les librairies et les éditeurs.
- ◆ Elle prend des commandes en provenance des libraires, s'approvisionne (à prix réduit) auprès des éditeurs concernés et livre ses clients à réception des ouvrages
- ◆ Il n'y a donc pas de stockage de livres.
- ◆ Seules les commandes des clients solvables sont prises en compte.
- ◆ Les commandes « urgentes » font l'objet d'un traitement particulier.
- ◆ La CBM désire mettre en place un Système Informatique lui permettant de gérer les libraires et les livres, et d'enregistrer les commandes.

Modélisation Objet, le langage UML

(98)

## Diagramme de cas d'utilisation



Modélisation Objet, le langage UML

(99)

## Spécification textuelle du cas « Enregistrer une commande »

**Acteur :** l'employé de la coopérative

**Objectif :** enregistrer une commande de livres

**Précondition :** le libraire existe

**Enchaînement nominal :**

- 1 - l'employé sélectionne le libraire et vérifie sa solvabilité
- 2 - l'employé vérifie l'existence des livres
- 3 - l'employé précise la quantité pour chaque livre
- 4 - L'employé confirme la commande

**Postcondition :** une nouvelle commande est créée.

**Enchaînement d'exception 1 :**

- 1a - le libraire n'est pas solvable
- 1b - le système alerte l'employé et lui propose d'arrêter l'enregistrement

**Enchaînement d'exception 2 :**

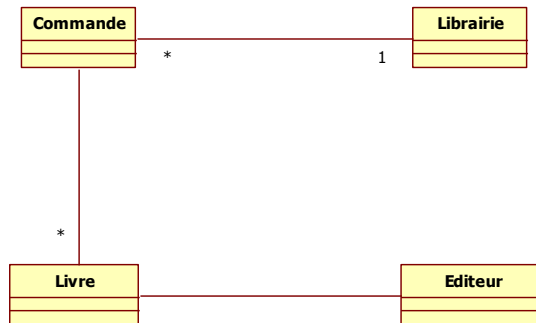
- 2a - un des livres n'existe pas
- 2b - Le système édite une lettre qui pourra être envoyée au libraire. La commande est placée en attente.

Modélisation Objet, le langage UML

(100)

## Diagrammes complémentaires

- ♦ On peut ajouter à chaque cas d'utilisation un diagramme de classes simplifié, appelé Diagramme de Classes Participantes (DCP)

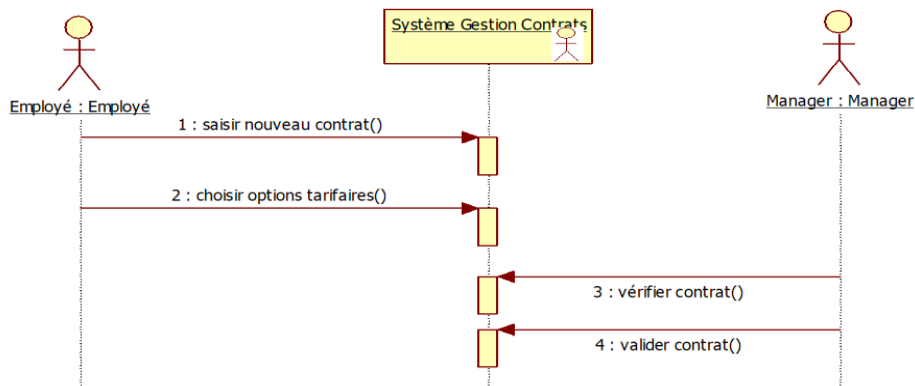


Modélisation Objet, le langage UML

(101)

## Diagrammes complémentaires

- ♦ Autres diagrammes possibles pour compléter la description d'un cas d'utilisation :
- Diagramme d'activités
- Diagramme de séquence (vision boîte noire)



Modélisation Objet, le langage UML

(102)

## Pour finir : quelques pièges à éviter

- ♦ Des cas d'utilisation trop petits et trop nombreux
  - Jacobson : pas plus de 20 UC !
  - Larman : test du patron
  - Test de la taille
- ♦ Trop d'importance au diagramme
  - Pas trop de relations entre UC !
- ♦ Décomposition fonctionnelle
  - Garder le point de vue de l'utilisateur et pas le point de vue interne !
- ♦ Confusion entre processus métier et UC
  - Pas d'interactions entre acteurs directement !
  - Se concentrer sur les actions à automatiser !



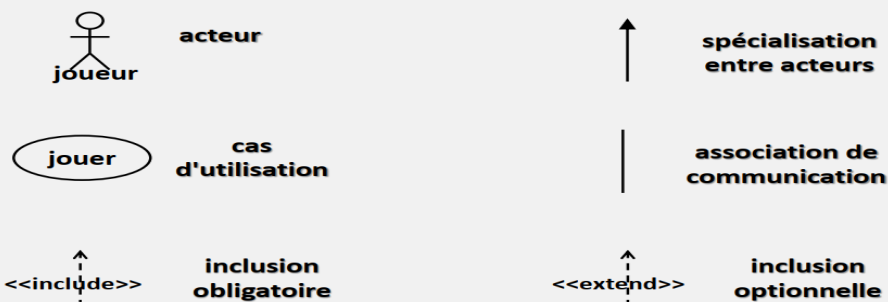
Modélisation Objet, le langage UML

(103)

## cas d'utilisation

- ♦ Le diagramme de cas d'utilisation correspond à :
  - une représentation globale (schéma) et détaillée textuelle (tableau) des activités d'un acteur (vision du système par l'acteur)
  - l'ensemble des opérations possibles entre cet acteur et le système
  - une base de travail pour construire les interfaces graphiques

### syntaxe



Modélisation Objet, le langage UML

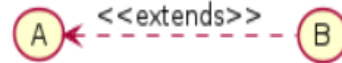
(104)

## Relations entre cas d'utilisation

- ♦ **Inclusion** : B est une partie obligatoire de A et on lit A *inclut* B (dans le sens de la flèche)



- ♦ **Extension** : B est une partie optionnelle de A et on lit B *étend* A (dans le sens de la flèche).



- ♦ **Généralisation** : le cas A est une généralisation du cas du cas B et on lit B *est une sorte de* A.



Les flèches en pointillés dénotent en fait une relation de *dépendance*, et les mentions *includes* et *extends* sont des *stéréotypes* et à ce titre placés entre guillemets.

## Exemple de schéma UC = Use Case

### Schématisation de l'expression des besoins

Ce diagramme se présente sous 2 formes :

- schéma regroupant les activités d'un acteur
- tableau détaillant les actions liées à une activité

Un joueur se connecte.

Une fois connecté, il choisit un personnage après avoir éventuellement consulté le catalogue des personnages.

Il peut alors entrer dans l'arène et jouer (se déplacer, attaquer les adversaires).

Il peut aussi, pendant le jeu, dialoguer avec les autres joueurs (chat).

À tout moment (connecté ou non), le joueur peut consulter l'aide du jeu.

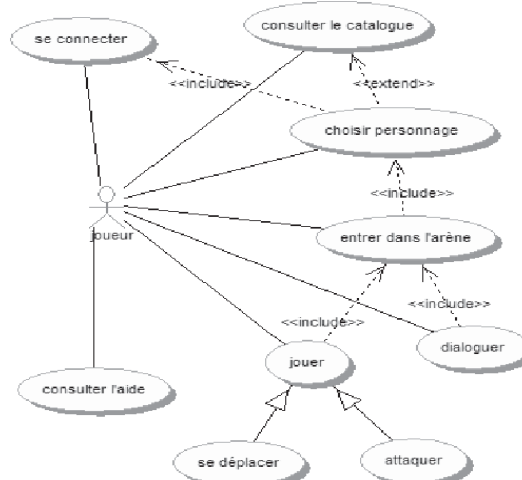



Tableau des opérations d'un cas d'utilisation	
Le tableau détaille les opérations d'un cas d'utilisation (un cercle). Il sert de base à la construction des interfaces.	
<b>Cas d'utilisation</b>	Se connecter
<b>Acteur</b>	joueur
<b>Év. déclencheur</b>	néant
<b>Intérêts</b>	Accéder au serveur afin d'être authentifié et accéder au jeu
<b>Pré-conditions</b>	Serveur actif
<b>Post-conditions</b>	Connexion établie
<b>Scénario nominal</b>	1. l'utilisateur saisit l'adresse IP du serveur 2. l'utilisateur demande une connexion au serveur 3. le serveur répond
<b>Extensions</b>	non
<b>Contraintes</b>	2a. L'adresse IP n'est pas remplie : aller en 1 3a. Le serveur retourne un message d'erreur : aller en 1 3b. Le serveur ne répond pas : aller en 1
Modélisation Objet, le langage UML (107)	

### Exercice 3

Représenter par un diagramme de cas d'utilisation les éléments de l'énoncé suivant :

- ◆ Le système de déclaration des impôts en ligne permet aux contribuables :
  - De saisir toutes les informations relatives à leurs revenus de l'année précédente,
  - De mettre à jour leurs informations administratives (adresse postale, ...).
- ◆ La déclaration en ligne n'est accessible qu'aux contribuables authentifiés, au moyen de leur n° fiscal et de leur mot de passe.
- ◆ Lors de la saisie, le contribuable choisit de réaliser une déclaration simplifiée ou une déclaration complète.
- ◆ La déclaration d'impôts d'une année donnée n'est possible qu'après ouverture du service par les services fiscaux.



Modélisation Objet, le langage UML (108)

## Les diagrammes un par un



université  
PARIS-SACLAY

V

## Le diagramme de séquence Le diagramme de communication



Modélisation Objet, le langage UML

(109)

## Objectifs

- ♦ Décrire des scénarios particuliers
- ♦ Capturer l'ordre des interactions entre les parties du système (objets, composants, acteurs, ...)
- ♦ Décrire les interactions déclenchées lorsqu'un scénario d'un cas d'utilisation est exécuté

Modélisation Objet, le langage UML

(110)

### **Diagramme de séquence / diagramme de communication**

- ♦ Ces diagrammes comportent :
  - des objets dans une situation donnée (instances)
  - les messages échangés entre les objets
- ♦ Les objets sont les instances des classes identifiées et décrites dans le diagramme de classes.

*Modélisation Objet, le langage UML*

*(111)*

### **Diagramme de séquence / diagramme de communication**

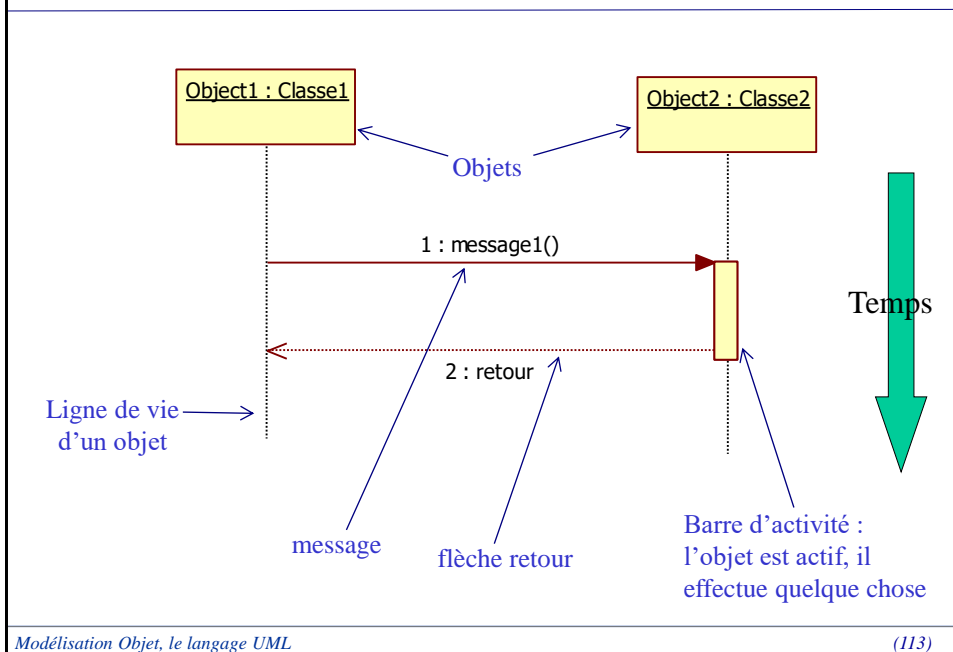
- ♦ UML propose deux types de diagrammes pour modéliser la collaboration entre les objets du système :
  - Le diagramme de séquences,
  - Le diagramme de communication
- ♦ Ces deux diagrammes sont regroupés sous le terme de diagrammes d'interactions.
- ♦ Nous nous focaliserons dans un premier temps sur le diagramme de séquences.

*Modélisation Objet, le langage UML*

*(112)*

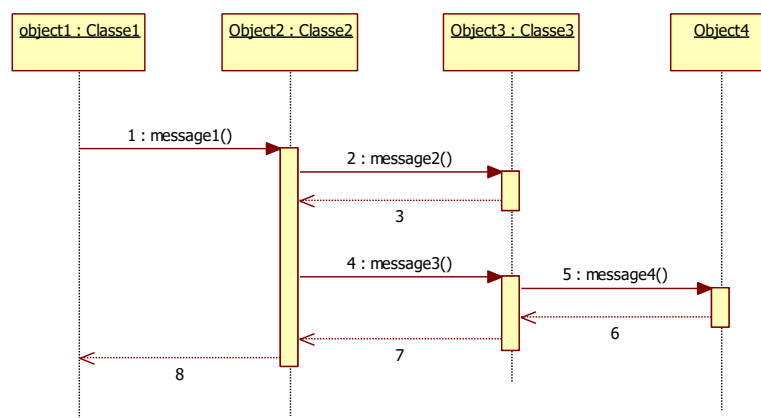


## Diagramme de séquence en détail



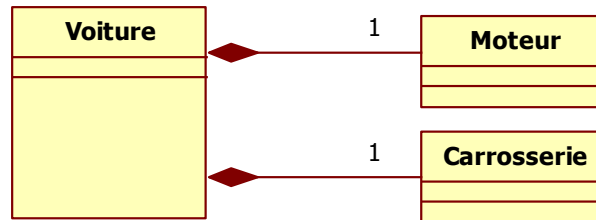
## Messages imbriqués

- ♦ Un message peut conduire à l'envoi d'un ou plusieurs messages par le récepteur



## Exemple

- ♦ Comment calculer le poids d'une voiture, égal au poids du moteur plus le poids de la carrosserie ?

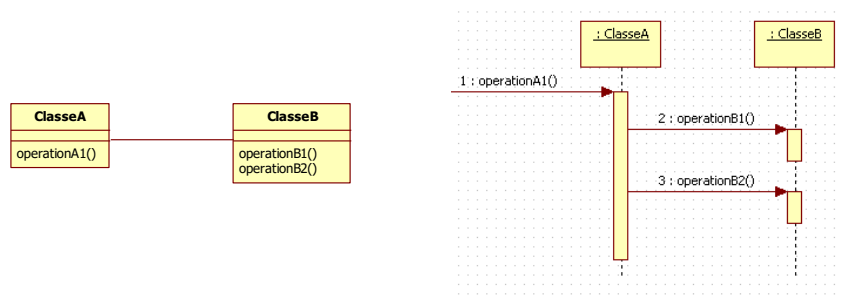


Modélisation Objet, le langage UML

(115)

## Diagrammes de séquences et diagramme de classes

- ♦ Le diagramme de classes présente une vue statique du système.
- ♦ Le diagramme de séquences présente une vue dynamique du système.

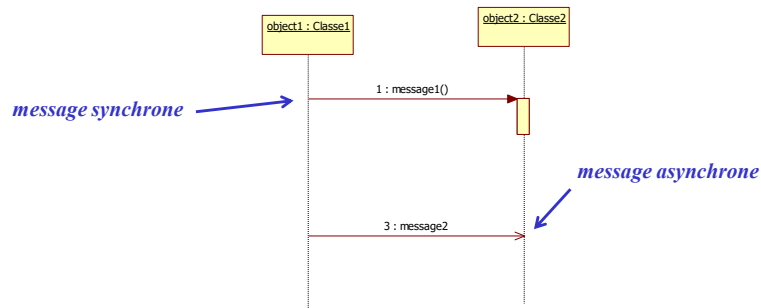


Modélisation Objet, le langage UML

(116)

## Messages synchrones/asynchrones

- ♦ Message synchrone : l'émetteur attend le retour du récepteur du message
- ♦ Message asynchrone : l'émetteur n'est pas bloqué, il continue ses traitements

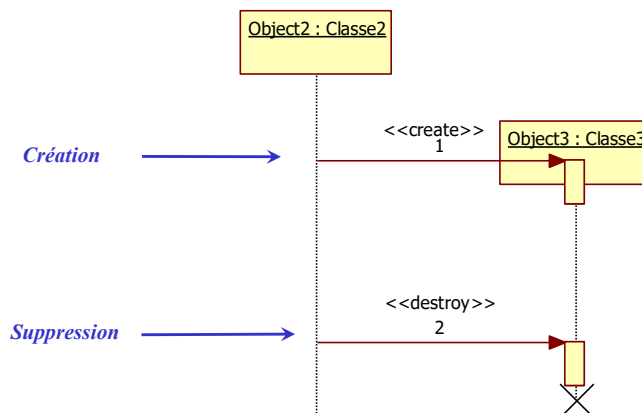


Modélisation Objet, le langage UML

(117)

## Messages de création/destruction

- ♦ Rappel : les objets naissent, vivent et meurent

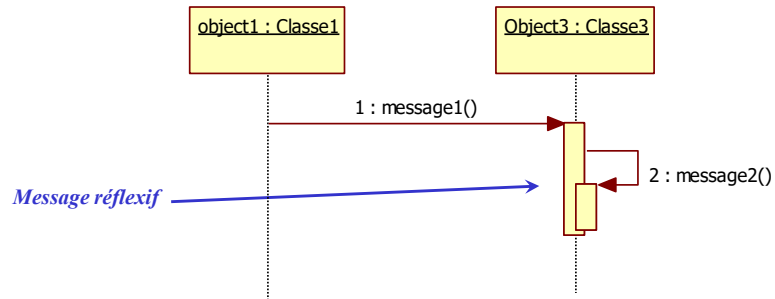


Modélisation Objet, le langage UML

(118)

## Messages réflexifs

- ◆ Envoi d'un message d'un objet à lui-même

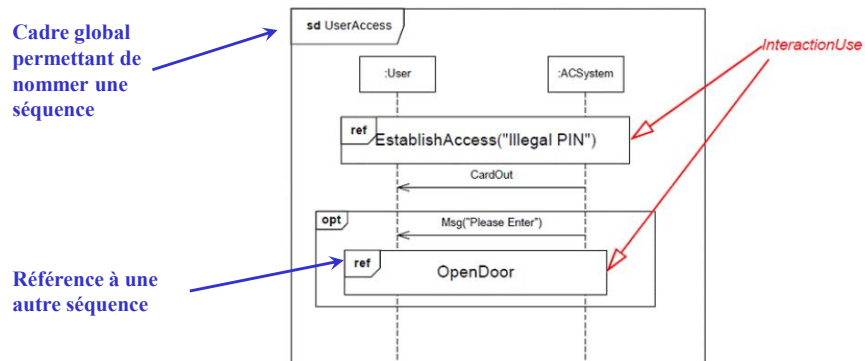


Modélisation Objet, le langage UML

(119)

## Fragments (UML2)

- ◆ Cadres d'interaction et fragments combinés permettent, depuis UML 2, d'enrichir les diagrammes de séquence pour structurer les interactions complexes

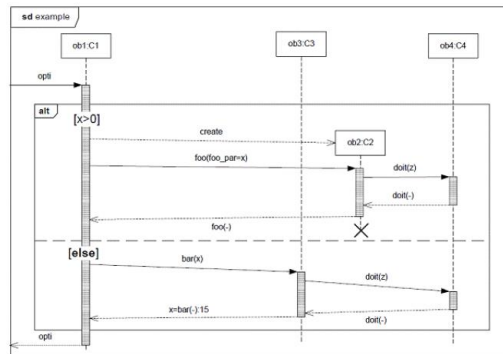


Modélisation Objet, le langage UML

(120)

## Fragments (UML2)

- ♦ De la même façon, les fragments combinés permettent d'enrichir un diagramme de séquence.
- ♦ Exemple : fragment de type **alt** (alternative) :



- ♦ Autres fragments utiles : **opt** (partie optionnelle), **loop** (boucle).

Modélisation Objet, le langage UML

(121)

## Utilisation du diagramme de séquence

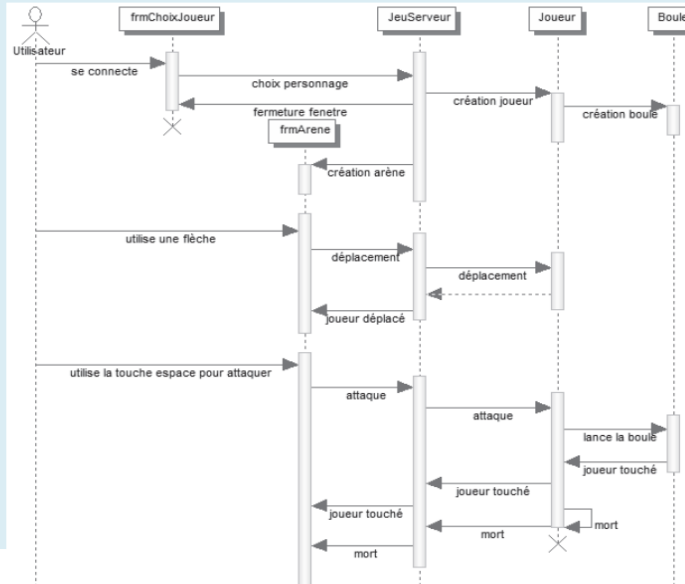
- ♦ Dans la vue fonctionnelle du système
  - Diagramme complémentaire de description d'un cas d'utilisation
  - Décrire un scénario d'un cas d'utilisation : décrire les interactions entre le système et son environnement (vision boîte noire)
  - Appelé diagramme de séquence « système »
- ♦ Dans l'analyse détaillée et la conception OBJET du système
  - Décrire les interactions internes du système : les interactions entre les objets

Modélisation Objet, le langage UML

(122)

## Schématisation des messages entre objet

Quand l'utilisateur se connecte, l'objet joueur et sa boule sont créés côté serveur. Quand une flèche est utilisée, l'objet joueur demande au serveur de se déplacer. Le serveur retourne l'affichage de la nouvelle position. Quand la touche espace est utilisée, l'objet joueur demande au serveur d'attaquer. Le serveur contrôle la vie des joueurs et fait mourir ceux qui sont à 0.



## Diagramme de séquence

Le diagramme de séquences est :

- la représentation temporelle des messages entre objets
- le cycle de vie d'un ensemble d'objets liés dans un cas d'utilisation
- la représentation des méthodes qui agissent entre objets

### syntaxe

utilisateur

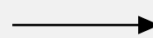
acteur

ligne de vie

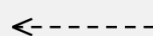
zone temporelle  
de sollicitation  
de l'objet

:Joueur

objet



message  
(méthode)



réponse



destruction

## Diagramme de séquence

Le diagramme de séquences permet de lister les méthodes publiques, leur classe et leur rôle

Voici un exemple de méthodes correspondant aux premiers messages échangés dans le diagramme de séquences précédent.

Nom méthode	Classe	Rôle méthode
choixPersonnage()	frmChoixJoueur	Avertit JeuServeur du choix d'un personnage et donc de l'arrivée d'un nouveau joueur.
creationJoueur()	JeuServeur	Crée une nouvelle instance de Joueur.
creationBoule()	Joueur	Crée une nouvelle instance de Boule (dès qu'un joueur est créé, sa boule est créée).
fermetureChoixJoueur()	JeuServeur	Détruit l'objet frmChoixJoueur.
creationArene()	JeuServeur	Crée une instance de frmArene
Deplacement()	frmArene	Avertit JeuServeur d'un déplacement.
Deplacement()	JeuServeur	Utilise Joueur pour enregistrer le déplacement. Joueur retourne la nouvelle position.
...		

Modélisation Objet, le langage UML

(125)

## Diagramme de communication

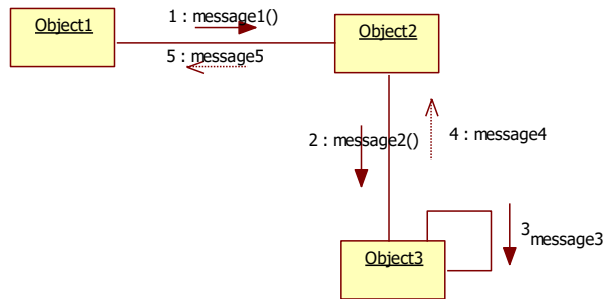
- ◆ Diagramme de séquences : l'accent est mis sur l'ordre temporel des interactions
- ◆ Diagramme de communication : l'accent est mis sur l'examen des interactions vis-à-vis des liens entre objets.
- ◆ Équivalents en UML1, quelques nouveautés sur le diagramme de séquences en UML2, non disponibles sur le diagramme de communication

Modélisation Objet, le langage UML

(126)

## Diagramme de communication

- ◆ Focalisation sur les liens entre objets d'une interaction

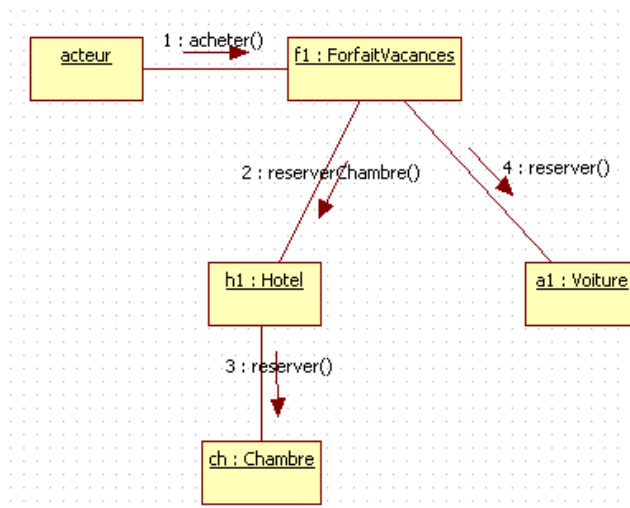


Modélisation Objet, le langage UML

(127)

## Diagramme de communication

- ◆ Exemple :



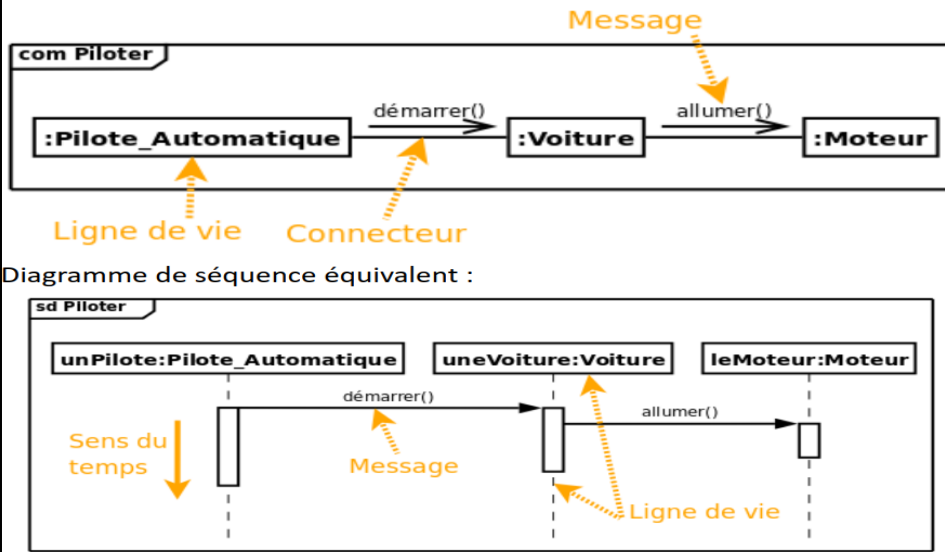
Modélisation Objet, le langage UML

(128)



## Diagramme de communication

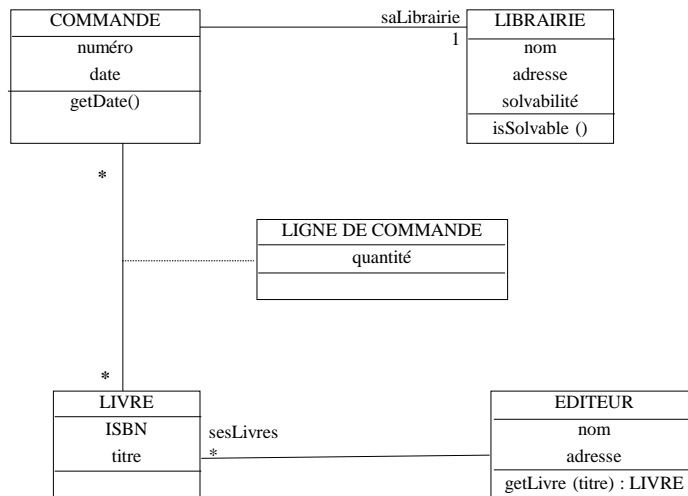
Ce diagramme représente la coopération entre objets. C'est une autre représentation du diagramme de séquences en détaillant les messages.



## Exemple : La CBM

- ◆ Description du système :
  - Reprendre l'énoncé de l'exercice sur les cas d'utilisation.
- ◆ Objectif :
  - Réaliser un diagramme de classes pour le système CBM,
  - Réaliser un diagramme de séquence **objet** lorsque qu'un utilisateur demande les détails de toutes les commandes d'une librairie donnée.

## CBM : diagramme de classes



Modélisation Objet, le langage UML

(131)

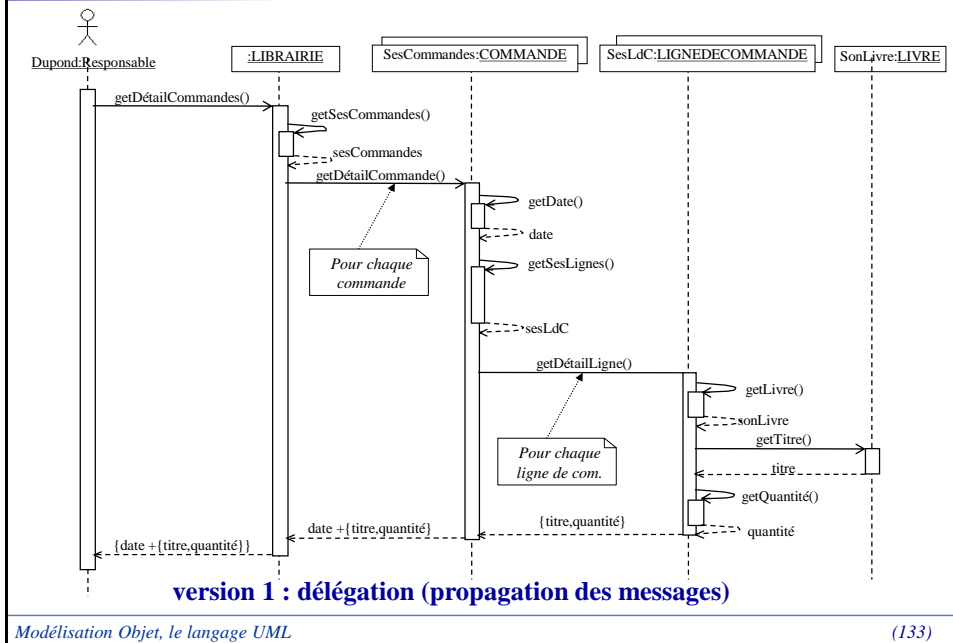
## CBM : un diagramme de séquence

- ◆ Diagramme de séquence : « Communiquer les détails de toutes les commandes d'une librairie donnée »
- ◆ Ce diagramme correspond à la méthode *getDetailCommandes()* de la classe **LIBRAIRIE**

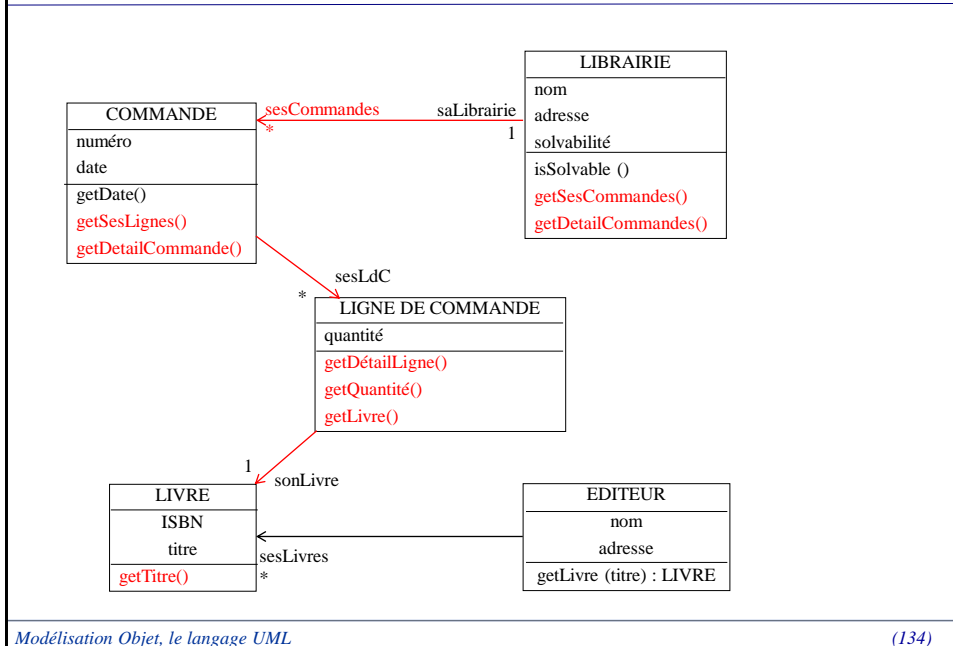
Modélisation Objet, le langage UML

(132)

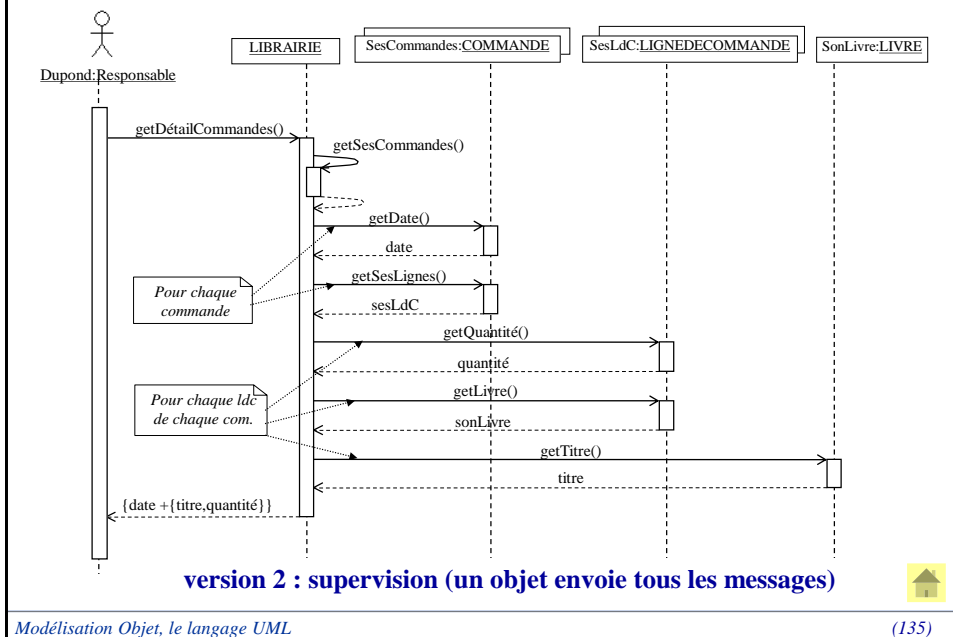
## CBM : diagramme de séquence V1



## CBM : diagramme de classes complété



## CBM : diagramme de séquence V2

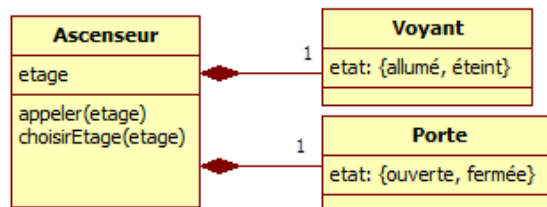


Modélisation Objet, le langage UML

(135)

## Exercice 4

- ◆ Soit la modélisation (simplifiée) d'un ascenseur, composé d'une porte et d'un voyant :



Note : les éléments présentés entre { } à droite d'un attribut correspondent à la liste des valeurs possibles de l'attribut.

- ◆ Lorsqu'une personne appelle l'ascenseur pour se rendre à un étage, le voyant s'allume, puis si l'ascenseur se trouve à un étage différent de l'étage de la personne, la porte se ferme, l'ascenseur se déplace jusqu'à l'étage de la personne et la porte s'ouvre.
- ◆ Ensuite, lorsqu'une personne sélectionne un étage, la porte se ferme, l'ascenseur se déplace à l'étage désiré, puis la porte s'ouvre et le voyant s'éteint.

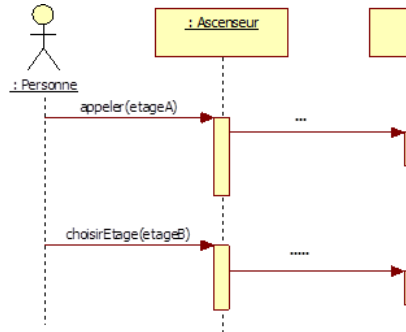
Modélisation Objet, le langage UML

(136)

## Exercice 4



- ◆ Représenter par un diagramme de séquences « objet » les interactions déclenchées lorsqu'une personne présente à l'étage « etageA » appelle l'ascenseur pour se rendre à l'étage « etageB ». On complétera pour ce faire le diagramme suivant :



- ◆ Compléter le diagramme de classes à partir du diagramme de séquences réalisé.

## Les diagrammes un par un



## VI Le diagramme d'états



## Diagramme d'états

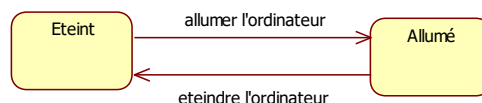
- ♦ Vue synthétique du fonctionnement dynamique d'un objet
- ♦ Description du comportement d'un objet tout au long de son cycle de vie :
  - Description de tous les états possibles d'un **unique** objet à travers l'**ensemble** des cas d'utilisation dans lequel il est impliqué
  - Utile pour les objets qui ont un **comportement complexe**. Un diagramme d'états est alors réalisé pour la classe qui décrit ces objets au comportement complexe.
  - Un diagramme d'état est associé à une et une seule classe.

Modélisation Objet, le langage UML

(139)

## Diagramme d'états

- ♦ **Éléments fondamentaux du diagramme :**
  - Les états : représente une situation dans la vie d'un objet pendant laquelle il satisfait une certaine condition, exécute certaines activités, attend certains évènements.
  - Les transitions entre états : pour marquer le changement d'état d'un objet.
  - Les évènements (ou déclencheurs) qui provoquent des changements d'état.
- ♦ Exemple : diagramme d'état d'un ordinateur :






Modélisation Objet, le langage UML

(140)

## Les états en détail

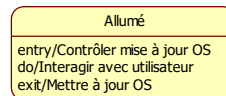
### ◆ Plusieurs types d'états :

- État initial (un seul par diagramme) : 
- État final (aucun ou plusieurs possibles) : 
- État intermédiaire (plusieurs possibles) :  Nom de l'état

### ◆ Contenu d'un état intermédiaire :

- le nom
- l'activité attachée à cet état
- les actions réalisées pendant cet état

### ◆ Exemple : état « Allumé » de l'ordinateur :



Modélisation Objet, le langage UML

(141)

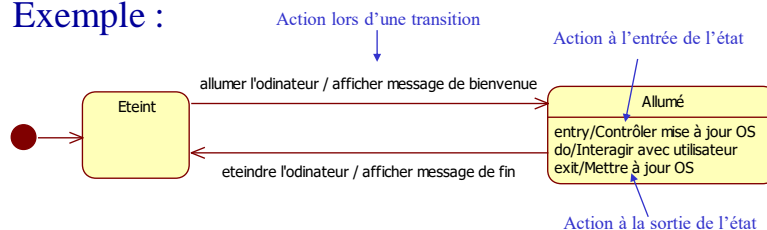
## Actions

### ◆ Opération instantanée (durée négligeable) toujours intégralement réalisée.

### ◆ Exécutée :

- lors d'une transition :  $\text{event}_i / \text{action}_i$
- à l'entrée dans un état : **entry** /  $\text{action}_i$
- à la sortie d'un état : **exit** /  $\text{action}_i$
- interne, sans changer d'état :  $\text{event}_i / \text{action}_i$

### ◆ Exemple :



Modélisation Objet, le langage UML

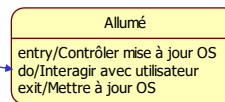
(142)

## Activités

A la différence d'une action :

- ♦ Opération qui nécessite un certain temps d'exécution.
- ♦ Peut être interrompue à chaque instant.
- ♦ Exécutée entre l'entrée et la sortie de l'état.
- ♦ Notation : **do** / activité
- ♦ "do" : c'est pour une activité, pas une action.
- ♦ Exemple :

Activité réalisée lorsque l'ordinateur  
est dans l'état « Allumé »

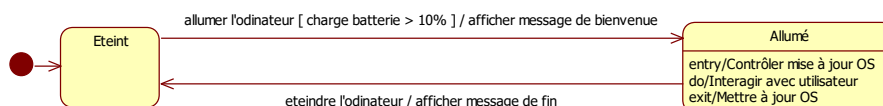


Modélisation Objet, le langage UML

(143)

## Transitions

- ♦ Passage unidirectionnel et instantané d'un état à un autre état
- ♦ Déclenchée :
  - par un **événement**,
  - automatiquement à la fin d'une **activité** (transition automatique).
- ♦ **Condition de garde** : condition booléenne qui autorise ou bloque la transition
- ♦ **Action** : réalisée lors du changement d'état
- ♦ Syntaxe complète : **<Événement> [<Garde>] / <Action>**
- ♦ Exemple :



Modélisation Objet, le langage UML

(144)

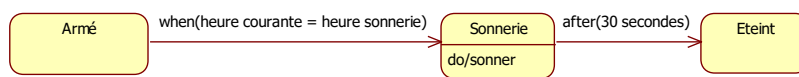


## Transitions

### ◆ Deux types d'évènements particuliers :

- Le passage du temps (time event) : représente une durée décomptée à partir de l'entrée dans l'état courant  
Notation : after(expression représentant une durée)
- Un changement interne à l'objet (change event) : sans réception de message (souvent le temps)  
Notation : when(expression booléenne)

### ◆ Exemple : diagramme d'états d'un réveil :



Modélisation Objet, le langage UML

(145)

## Transitions

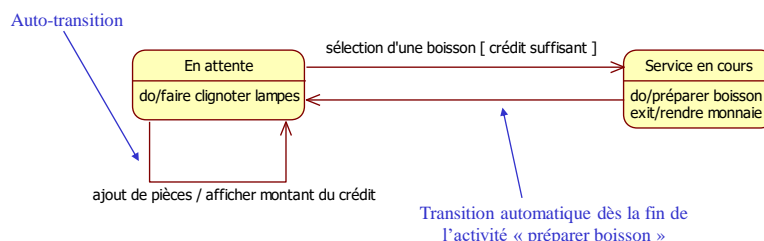
- ◆ **Transition automatique** : lorsqu'il n'y a pas de nom d'évènement sur une transition, il est sous-entendu que la transition aura lieu dès la fin de l'activité.

- ◆ **Auto-transition** : transition d'un état vers lui-même

Auto-transition : permet de spécifier que certains évènements interrompent l'activité mais ne modifient pas l'état.

Exemple : classe Commande. Etat "en cours". L'évènement "ajout article" est associé à une auto-transition, ce qui permet d'exécuter l'action "exit/mettre à jour montant total" à chaque ajout d'article.

- ◆ Exemple : diagramme d'états du distributeur de boissons :



Modélisation Objet, le langage UML

(146)

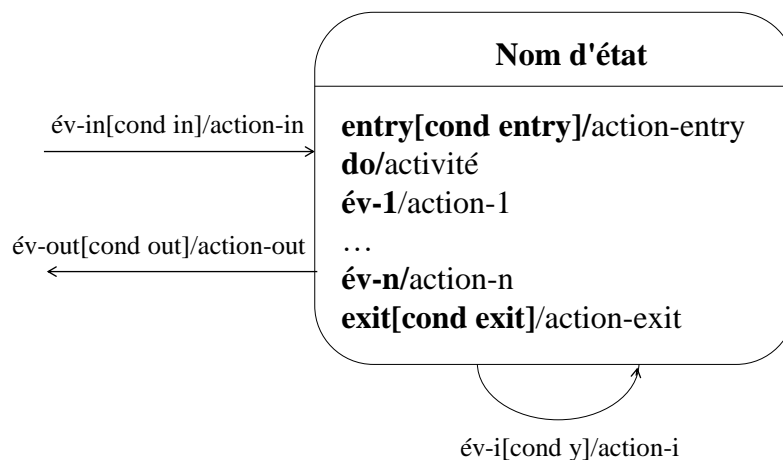
## Exercice 5



◆ Représenter sous forme de diagramme d'états le fonctionnement d'un lecteur de DVD, dont voici la description :

- Le lecteur possède un tiroir qui peut recevoir plusieurs disques.
- A la fin de la lecture d'un disque, le lecteur démarre la lecture du disque suivant.
- A la fin du dernier disque, le lecteur s'arrête.
- L'utilisateur peut lancer la lecture des disques, arrêter la lecture ou mettre en pause le lecteur.

## Forme générale d'un état



## Ordonnancement des actions

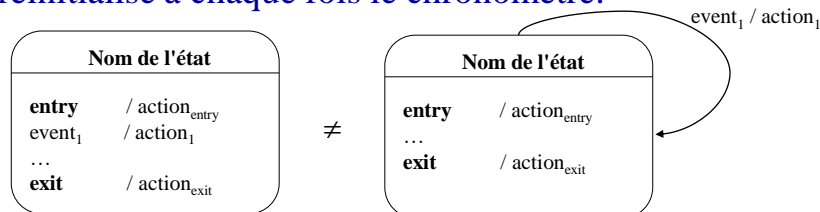
- ♦ En entrée
  - Action sur la transition d'entrée
  - Action d'entrée
  - Activité associée à l'état
- ♦ En interne
  - Interruption de l'activité en cours (contexte sauvé)
  - Action interne
  - Reprise de l'activité
- ♦ En sortie
  - Interruption de l'activité en cours (contexte perdu)
  - Action de sortie
  - Action sur la transition de sortie
- ♦ Auto-transition
  - Interruption de l'activité en cours (contexte perdu)
  - Action de sortie
  - Action sur l'auto-transition
  - Action d'entrée
  - Activité associée à l'état

Modélisation Objet, le langage UML

(149)

## Auto-transition / Action interne

- ♦ Action interne, le contexte de l'activité est préservé (on ne sort pas de l'état)
- ♦ Auto-transition : le contexte est réinitialisé (on sort et on re-rentre dans l'état)
- ♦ Exemple d'activité : sonner pendant 5 minutes. Si on sort de l'état et que y entre à nouveau, alors on réinitialise à chaque fois le chronomètre.

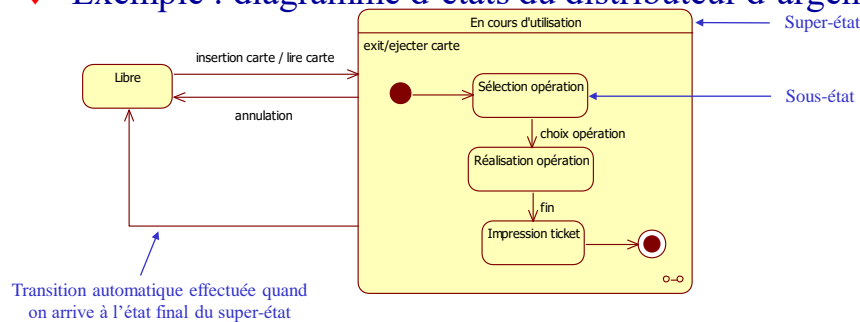


Modélisation Objet, le langage UML

(150)

## Hierarchie d'états

- ◆ Permet de structurer les diagrammes complexes.
- ◆ Factorisation des actions, activités et transitions dans un super-état ou état composé.
- ◆ Décomposition d'un état en sous-états. Un sous état hérite des transitions du parent.
- ◆ Exemple : diagramme d'états du distributeur d'argent :

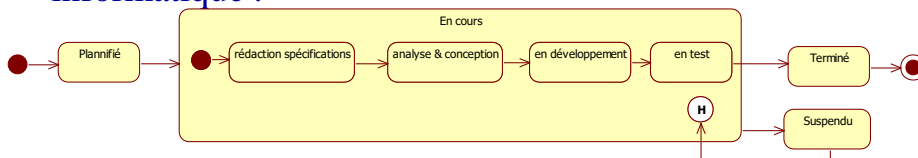


Modélisation Objet, le langage UML

(151)

## Pseudo-état historique

- ◆ Quand une transition sort d'un super-état :
  - ◆ le dernier sous-état atteint n'est plus connu,
  - ◆ une nouvelle entrée dans le super état redémarre au premier sous-état.
- ◆ Un pseudo-état historique permet de mémoriser le dernier sous-état.
- ◆ Notation :
- ◆ Exemple : diagramme d'états d'un développement informatique :

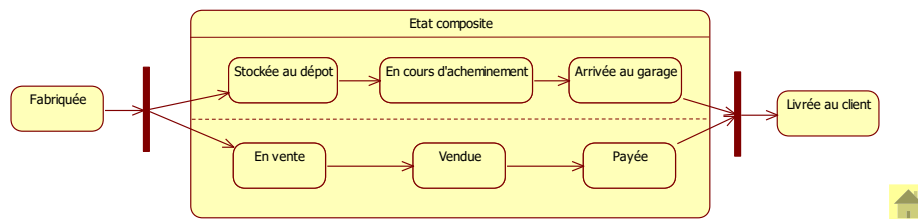


Modélisation Objet, le langage UML

(152)

## Comportements concurrents, plusieurs états en parallèle

- ♦ Un objet peut se trouver dans plusieurs états à la fois. On crée alors un état composé de plusieurs **régions** concurrentes.
- ♦ Chaque région possède son propre diagramme d'état.
- ♦ Lorsqu'un objet est dans l'état composite, il se trouve dans un état de chaque diagramme d'état.
- ♦ Exemple : diagramme d'état d'une automobile :



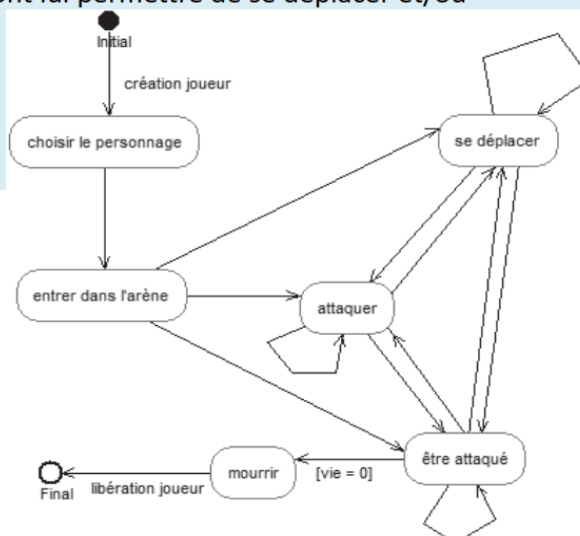
Modélisation Objet, le langage UML

(153)

## Schématisation de la vie d'une instance

Ce diagramme représente les états pris par un objet au cours de sa vie.

Une fois le joueur créé, le choix du personnage va permettre de valoriser les propriétés concernées. Le joueur entre dans l'arène et peut ainsi accéder aux méthodes qui vont lui permettre de se déplacer et/ou d'attaquer. Le joueur peut aussi être touché ce qui va diminuer sa vie. Si la vie arrive à 0, le joueur meurt. L'objet est détruit.



## Diagramme d'états

Le diagramme d'états est :

- un schéma qui ne concerne qu'un objet précis (une instance)
- une représentation des différents états possibles de cet objet
- une intégration de la notion de temps (étapes de vie d'un objet)

## Exercice 6

♦ Représenter par un diagramme d'états les états que peut prendre un individu du point de vue de l'INSEE :

- vivant,
- décédé,
- mineur,
- majeur,
- célibataire,
- marié,
- veuf,
- divorcé.





## VII Le diagramme d'activités

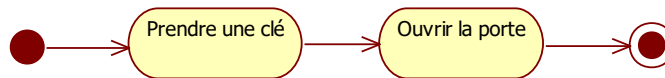


### Diagramme d'activités

- ♦ Permet la modélisation dynamique d'un système.
- ♦ Mettre l'accent sur les enchaînements et les conditions pour exécuter et coordonner des actions.
- ♦ Utilisation :
  - Décrire un processus métier,
  - Décrire un cas d'utilisation,
  - Décrire un algorithme ou une méthode.


## Éléments de base du diagramme

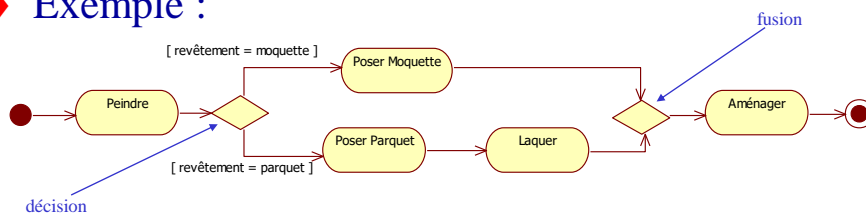
- ♦ Une **action** modélise une étape dans l'exécution d'un flot (algorithme ou processus).
- ♦ Les actions sont reliées par des **transitions**, en général automatiques.
- ♦ Exemple :



- ♦ Noter la similitude avec le diagramme d'états !

## Décisions et fusions

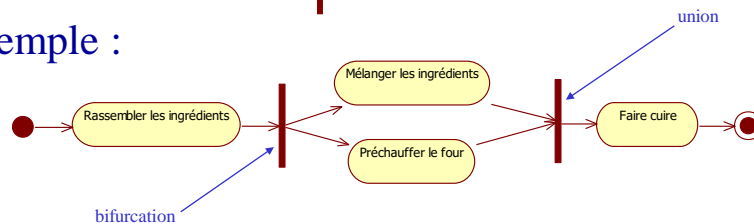
- ♦ Une **décision** modélise un choix entre plusieurs flots.
- ♦ Une **fusion** rassemble plusieurs flots alternatifs.
- ♦ Équivalent d'un OU dans un texte.
- ♦ Notation : 
- ♦ Exemple :





## Bifurcation et union

- ♦ Une **bifurcation** (ou débranchement) modélise une séparation d'un flot en plusieurs flots concurrents.
- ♦ Une **union** (ou jointure) synchronise des flots multiples.
- ♦ Équivalent d'un ET dans un texte.
- ♦ Notation : — ou |
- ♦ Exemple :

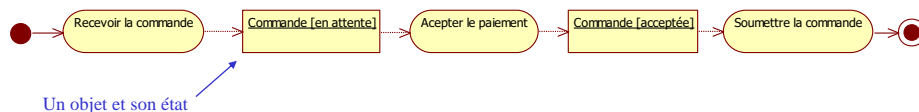


Modélisation Objet, le langage UML

(161)

## Objets

- ♦ Il est possible de faire apparaître des **objets** dans le diagramme.
- ♦ L'**état** de l'objet peut être indiqué si l'objet change d'état durant l'exécution du diagramme.
- ♦ Permet de montrer la circulation et l'utilisation d'objets au sein de l'activité.
- ♦ Exemple :



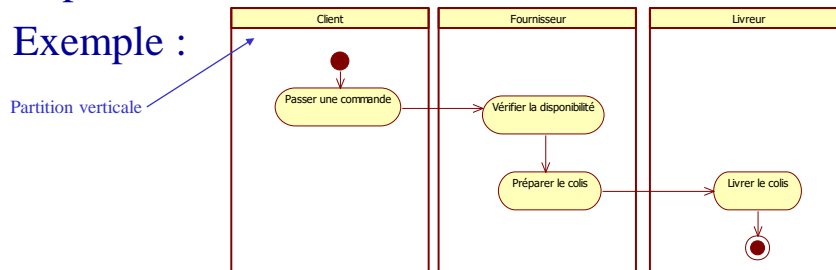
Modélisation Objet, le langage UML

(162)

## Partitions

- ◆ Les **partitions** (ou couloirs) sont utilisées pour structurer le diagramme en opérant des regroupements.
- ◆ Souvent utilisées pour représenter les acteurs ou les responsabilités des actions.

- ◆ Exemple :



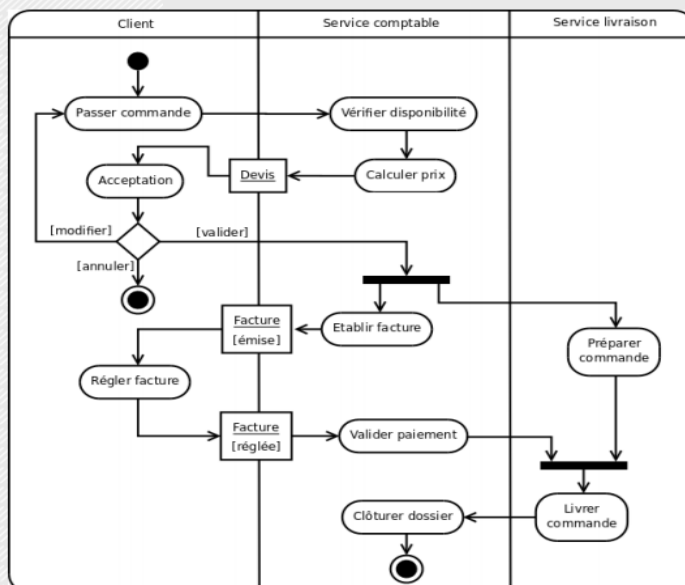
- ◆ Représentation verticale ou horizontale.

Modélisation Objet, le langage UML

(163)

## Partitions

Ce diagramme représente les règles d'enchaînement des activités par rapport aux différents acteurs :

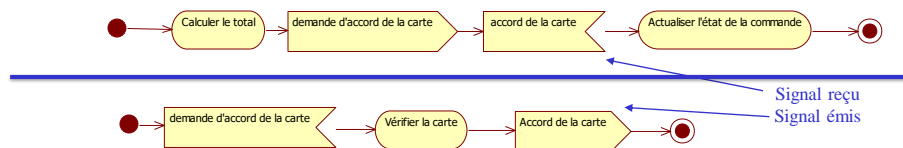


Modélisation Objet, le langage UML

(164)

## Signaux

- ◆ Les **signaux** permettent de représenter des interactions avec des participants externes (acteurs, systèmes, autres activités,...).
- ◆ Un **signal reçu** déclenche une action du diagramme. Un **signal émis** est un signal envoyé à un participant externe.
- ◆ Exemple : interactions entre 2 diagrammes d'activités:



Modélisation Objet, le langage UML

(165)

## Utilisation du diagramme d'activité

- ◆ Le diagramme d'activité est plus facile à lire et à comprendre que les autres diagrammes. Il permet donc de communiquer avec des acteurs « non techniques ».
- ◆ Il s'utilise à différents niveaux :
  - [1] Modélisation d'un processus métier (BPM),
  - [2] Modélisation d'un cas d'utilisation,
  - [3] Modélisation du comportement interne d'une méthode (algorithme).



Modélisation Objet, le langage UML

(166)

## Exercice 7



### ◆ Réaliser un diagramme d'activités pour décrire le passage au guichet d'enregistrement d'un vol dans un aéroport.

1. Lorsqu'un passager se présente au guichet d'enregistrement, l'hôtesse lui demande son billet et une pièce d'identité (PI).
2. Elle vérifie alors que le billet correspond bien au vol en cours d'enregistrement, et la correspondance entre le nom écrit sur le billet et le nom écrit sur la PI.
3. En cas de problème, le passager peut être réorienté vers l'agence de voyage qui se trouve dans l'aéroport.
4. Si tout est correct, l'hôtesse demande les préférences au passager (placement dans l'avion, ...).
5. Puis, si le passager est muni de bagages, elle prend les bagages et édite un reçu à destination du passager.
6. En parallèle, la carte d'enregistrement est imprimée.
7. Enfin la carte d'enregistrement est remise au passager, ainsi qu'une documentation sur la compagnie aérienne.

Modélisation Objet, le langage UML

(167)

## Les diagrammes un par un



université  
PARIS-SACLAY

## VIII Le diagramme de composants



Modélisation Objet, le langage UML

(168)

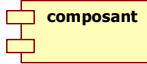

## Diagramme de composants

- ♦ Le diagramme de composants présente l'**architecture applicative** statique du système, alors que le diagramme de classes présente la structure logique du système.
- ♦ Il permet de montrer les **composants** du système et leurs **dépendances** dans leur environnement d'implémentation.
- ♦ Les composants permettent d'organiser un système en « morceaux » logiciels.
- ♦ Ce diagramme représente l'organisation des ressources **au niveau logique**. C'est la représentation des unités (bases de données, fichiers, librairies...) dont l'assemblage compose l'application

Modélisation Objet, le langage UML

(169)

## Composant

- ♦ Un composant est un élément encapsulé, réutilisable et remplaçable du logiciel.
- ♦ Ce sont des « briques de construction », qui permettent en les combinant de réaliser un système.
- ♦ Notation :  ou 
- ♦ Exemples : enregistreur d'évènements, éditeur PDF, convertisseur de format, ...

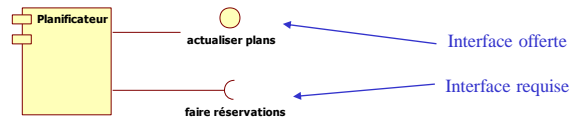
Modélisation Objet, le langage UML

(170)

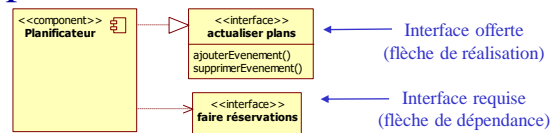
## Interfaces de composants

- ◆ Les interfaces d'un composant définissent les comportements offerts à d'autres composants (interfaces offertes) ou attendus d'autres composants (interfaces requises).

- ◆ Notation :



- ◆ Autre notation possible, avec affichage des opérations offertes par les interfaces :

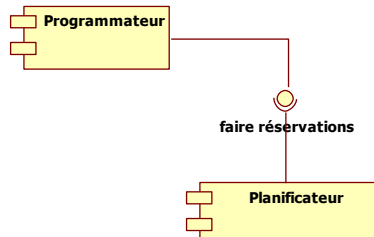


Modélisation Objet, le langage UML

(171)

## Dépendances entre composants

- ◆ Les dépendances entre composants peuvent être matérialisées par les interfaces :



- ◆ Ou bien par le lien de dépendance standard UML :



Modélisation Objet, le langage UML

(172)

### Conception d'un composant

- ◆ Un composant doit fournir des **services** bien précis, qui doivent être cohérents et génériques pour être réutilisables dans différents contextes.
- ◆ Le comportement interne, réalisé par un ensemble de classes, est masqué aux autres composants ; seules les interfaces sont visibles.
- ◆ On peut substituer un composant à un autre si les interfaces sont identiques.
- ◆ Le « découpage » d'un système en composants se fait en recherchant les éléments qui sont employés fréquemment dans le système.

Modélisation Objet, le langage UML

(173)

### Vues d'un composant

- ◆ **Vue boîte noire** : montre l'aspect extérieur d'un composant : interfaces fournies et requises, liens avec d'autres composants.
  - pour se concentrer sur les problèmes d'architecture applicative générale du système.
- ◆ **Vue boîte blanche** : montre les classes, les interfaces et les autres composants inclus.
  - Pour montrer comment un composant rend ses services au travers des classes qu'il utilise.



Modélisation Objet, le langage UML

(174)



## IX Le diagramme de déploiement



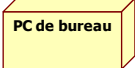
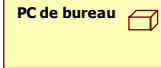
### Diagramme de déploiement

- ♦ Le diagramme de déploiement montre la **configuration physique** des différents matériels qui participent à l'exécution du système, et montre la répartition des composants sur ces matériels.
- ♦ Utile :
  - dans les premières phases du projet pour montrer une esquisse grossière du système,
  - à la fin du développement pour servir de base au guide d'installation par exemple.



## Noeud

- ♦ Un **nœud** est une ressource matérielle ou logicielle qui peut héberger des logiciels ou des fichiers associés.

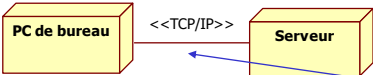
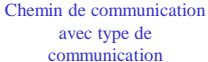
- ♦ Notation :  ou 

- ♦ Exemples :

- nœuds matériels : serveur, PC de bureau, disque dur
- nœuds logiciels : système d'exploitation, serveur web



## Chemin de communication

- ♦ Un nœud peut avoir besoin de communiquer avec d'autres nœuds.
- ♦ Les **chemins de communication** sont utilisés pour spécifier que des nœuds communiquent les uns avec les autres à l'exécution.

- ♦ Notation :   


## Artefact

- ♦ Un **artéfact** est un fichier physique qui s'exécute ou est utilisé par le système.

- ♦ Notation :  ou 

- ♦ Exemples :

- fichiers exécutables (.exe, .jar),
- fichiers de bibliothèque (.dll),
- fichiers source (.java),
- fichiers de configuration (.xml, .properties).

Modélisation Objet, le langage UML

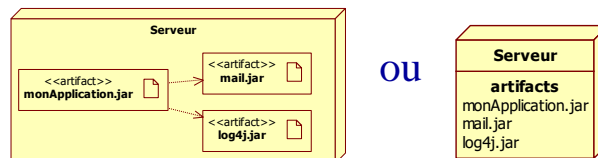
(179)

## Artefacts, nœuds et composants

- ♦ Un **artéfact** est déployé sur un **nœud** : il réside sur (ou est installé sur) le nœud.

- ♦ Un artefact peut dépendre d'autres artefacts pour s'exécuter.

- ♦ Exemple :



- ♦ Un artefact peut être la représentation physique d'un **composant**.

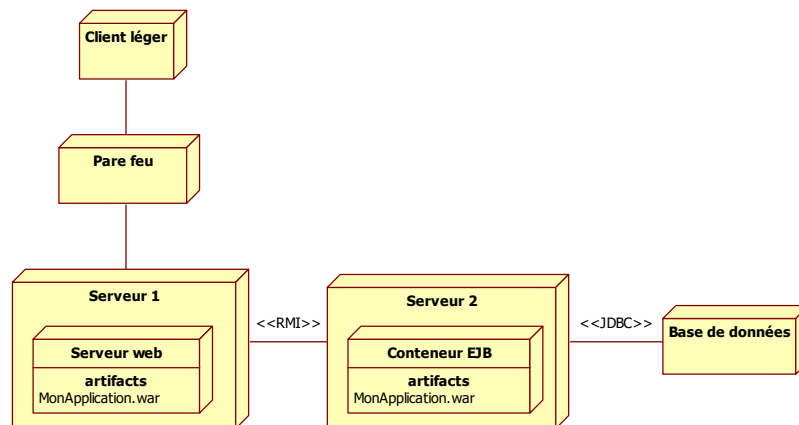
- ♦ Exemple : 

Modélisation Objet, le langage UML

(180)

## Exemple

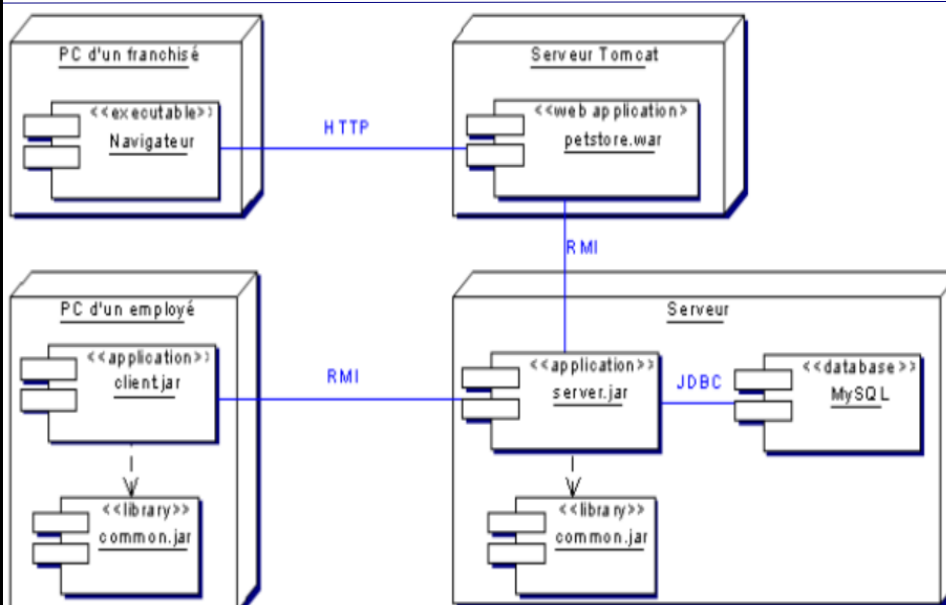
- ◆ Diagramme de déploiement d'une architecture J2EE :



Modélisation Objet, le langage UML

(181)

Ce diagramme représente l'organisation physique de la distribution des composants logiciels de l'application.



Modélisation Objet, le langage UML

(182)



X

## Le diagramme de paquetages



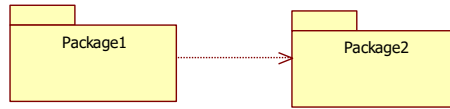
### Paquetage

- ◆ Problème : un système peut contenir plusieurs centaines de classes. Comment organiser ces classes ?
- ◆ Solution : rassembler les classes dans des groupes logiques.
- ◆ Le **paquetage** est un regroupement d'éléments UML, par exemple un regroupement de classes.
- ◆ Un paquetage peut aussi être un regroupement d'autres éléments comme les cas d'utilisation.

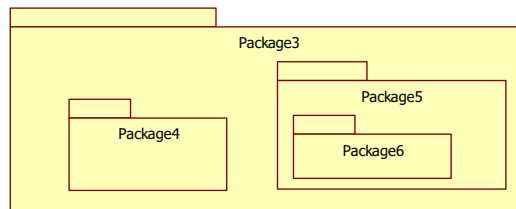
## Diagramme de paquetages

- ◆ Le diagramme de paquetages permet de représenter les paquetages et leurs dépendances.

- ◆ Notation :



- ◆ Il est possible d'imbriquer des paquetages dans d'autres paquetages :



Modélisation Objet, le langage UML

(185)

## Espaces de noms

- ◆ Pour qu'un élément utilise un élément d'un autre paquetage, il doit spécifier où il se trouve, en précisant son nom complet, sous la forme :

nomPaquetage::nomClasse

- ◆ Le nom complet permet de distinguer 2 classes de même nom mais de paquetages différents.
- ◆ Le nom complet permet de rendre unique un élément.

Modélisation Objet, le langage UML

(186)

### Visibilité d'un élément

- ♦ Les éléments peuvent avoir une visibilité publique ou privée:
- ♦ **Visibilité publique** : visible et accessible de l'extérieur du paquetage.
- ♦ Notation : +
- ♦ **Visibilité privée** : non visible et non disponible de l'extérieur du paquetage.
- ♦ Notation : -

Modélisation Objet, le langage UML

(187)

### Architecture logique d'un système

- ♦ Les **dépendances** entre paquetages sont issues des dépendances entre éléments des paquetages.
- ♦ De trop nombreuses dépendances entre paquetages conduisent à un système fragile et peu évolutif.
- ♦ Objectif de l'**architecture** : limiter les dépendances entre paquetages.
- ♦ Si une classe A du paquetage 1 dépend d'une classe B du paquetage 2, alors le paquetage 1 dépend du paquetage 2.

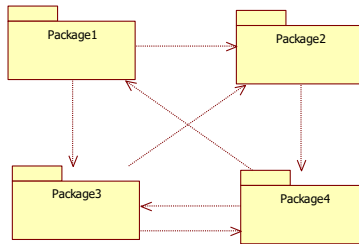
Modélisation Objet, le langage UML

(188)

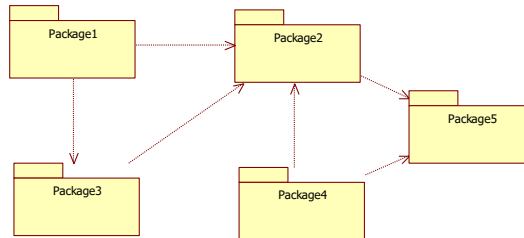
## Architecture logique d'un système

### ♦ Exemples :

- Mauvais !



- Beaucoup mieux !

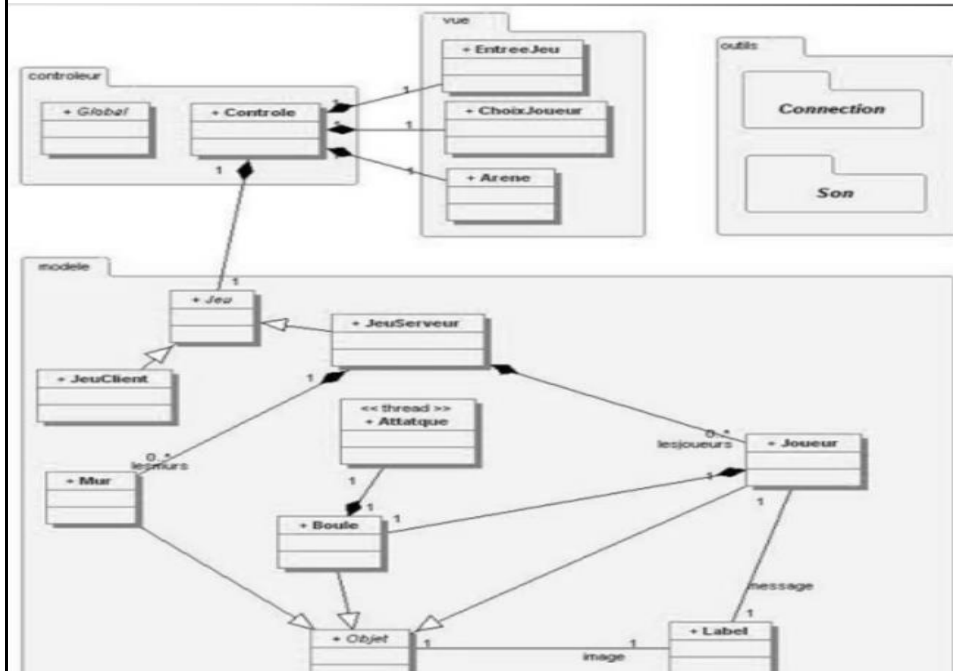


## Les conseils de l'architecte

- ♦ Faire des regroupements en assurant une cohésion forte à l'intérieur des paquets et un couplage faible entre les paquets.
- ♦ Éviter les dépendances circulaires.
- ♦ Aller dans le sens de la stabilité.



## Liens entre les différents packages



Fin!

# Fin!





## Exercice de révision sur les cas d'utilisation

La Direction des Ressources Humaines (DRH) d'une grande entreprise a décidé de mettre en place un système informatique pour gérer les demandes de mobilité de son personnel dans les différentes agences de l'entreprise.

Avec le futur système, les employés pourront renseigner leurs informations personnelles (qualifications, langues pratiquées, diplômes avec date d'obtention et mention), et faire des demandes de mobilité.

Faire une demande de mobilité consiste à indiquer les zones géographiques souhaitées et la période de validité de la demande.

Lorsqu'un employé fait une demande de mobilité, il doit avoir mis à jour ses informations personnelles depuis moins de 3 mois, sinon le système lui demandera de les mettre à jour. D'autre part, si l'employé a déjà une demande de mobilité en cours, alors le système doit l'avertir et lui demander s'il désire annuler ou non sa demande en cours avant de saisir sa nouvelle demande.

Chaque demande de mobilité est traitée par le directeur de l'agence de l'employé, qui valide ou refuse la demande. S'il la valide, la demande est traitée par un employé de la DRH qui recherche et sélectionne une ou plusieurs agences susceptibles d'accueillir l'employé. Chaque directeur d'agence sélectionnée doit alors, dans un délai d'une semaine, étudier le profil de l'employé et accepter ou refuser l'employé pour son agence.



## Exercice de révision sur les cas d'utilisation

Lorsque plusieurs agences acceptent un employé, c'est au responsable de la DRH de traiter la demande et sélectionner l'agence dans laquelle l'employé sera affecté.

Un directeur d'agence peut renseigner les profils recherchés pour son agence : indiquer les qualifications recherchées, et pour chacune d'elles le niveau d'expertise (débutant, confirmé, expert).

**1. Réaliser un diagramme de cas d'utilisation présentant les acteurs et les cas d'utilisation du système**

**2. Décrire le cas d'utilisation de la demande de mobilité par l'employé**

