Faculté Sciences et Techniques
Le Mans

Université du Maine

Master mention Informatique
Spécialité ISI

Génie Logiciel et Modélisation
M1 / 177EN003

C2 – Les diagrammes de classes

Claudine Piau-Toffolon

Plan du cours

- Les diagrammes de classes
  - Définition
  - Les attributs
  - Les opérations
  - Les associations
    - Arité, multiplicité, nommage, rôle, etc.
    - Les agrégations
    - Les compositions
  - La généralisation
  - Les relations de dépendances
  - Autres types de classe
  - Exemples

Les diagrammes de classes - Définition

- But :
  - Un diagramme de classe permet de modéliser deux aspects structurels d'un système :
    - les *classes d'objet du domaine* et de leurs relations (niveau analyse*)*
    - les *classes d'objets internes* et de leurs relations (niveau conception)
  - Structure : packages + classes + relations entre classes de même package ou de packages différents
- Sémantique :
  - Une classe décrit un ensemble d'objets de même nature (*les instances de la classe*)
    - Objets du domaine : représentations simplifiées du monde réel
    - Objets internes : objets purement informatiques sans contreparties réelles
  - Les relations sont modélisées par des associations de différents types
  - Une association décrit un ensemble de lien (*instances de l'association*) entre les objets des classes des extrémités de l'association (binaire, ternaire, n-aire)

Les diagrammes de classes - Utilisation

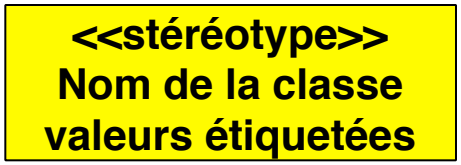
- Durant l'analyse :
  - Identifier et préciser les concepts du domaine et leurs relations

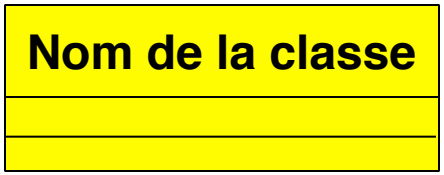
- Durant la conception :
  - Création d'une solution informatique
    - « Informatisation » des classes du domaine
      - Simplification/modification de ces classes
      - « Intégration » de ces classes avec les classes internes
    - Attribution des responsabilités de chaque classe
    - Choix des conteneurs (liste, tableau, arbre, table de hachage)
    - Utilisation de bibliothèques existantes
    - Applications de *design pattern*
    - Mise en œuvre de framework(s)
    - Structuration en package : architecture logicielle
  - Base pour les diagrammes de composants et de déploiement

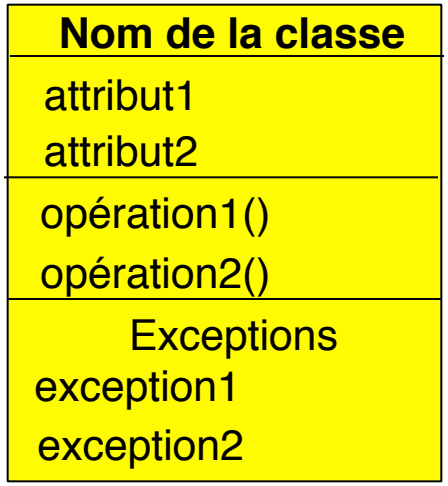
- Durant la programmation :
  - Génération automatique des classes du système dans un langage cible (Java, C++, C#…)
  - Création des diagrammes de classe par *reverse engineering*

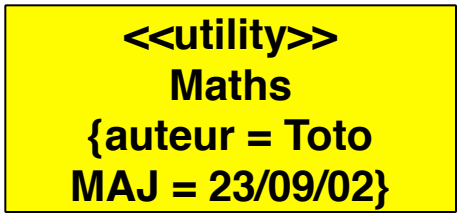
Les diagrammes de classes – La classe

- Dans le méta-modèle UML, une classe est un élément de classification
  - Remarque : un acteur est une classe (*un acteur peut être dans un diag. de classe)*
- Une classe est représentée par un rectangle et comprend plusieurs compartiments :
  - un *nom* (obligatoire) écrit en caractère gras avec la possibilité de mentionner le paquetage d'origine :
    Nom du paquetage :: Nom de la classe
  - un stéréotype optionnel qui spécifie/personnalise la classe
  - une liste optionnelle de valeurs étiquetées (liste attribut valeur)
  - une suite optionnelle d'*attributs*
  - une suite optionnelle d'*opérations*
  - des compartiments optionnels nommés (signaux générés, exceptions traitées...)









Les diagrammes de classes – Les attributs (1/2)

- Syntaxe :

  [Visibilité] nom_attribut ['[' Multiplicité ']'] ':' Type_attribut [= Valeur_initiale]

  avec

  Visibilité ::= '+' | '#' | '-' *(signifie respectivement public, protégé et privé)*

  Multiplicité ::= (Intervalle | Nombre) [',' Multiplicité]

  Intervalle ::= Limite_Inférieure '..' Limite_Supérieure

  Limite_Inférieure ::= *entier_positif* | 0

  Limite_Supérieure ::= Nombre

  Nombre ::= *entier_positif* | '*' *(* signifie illimité)*

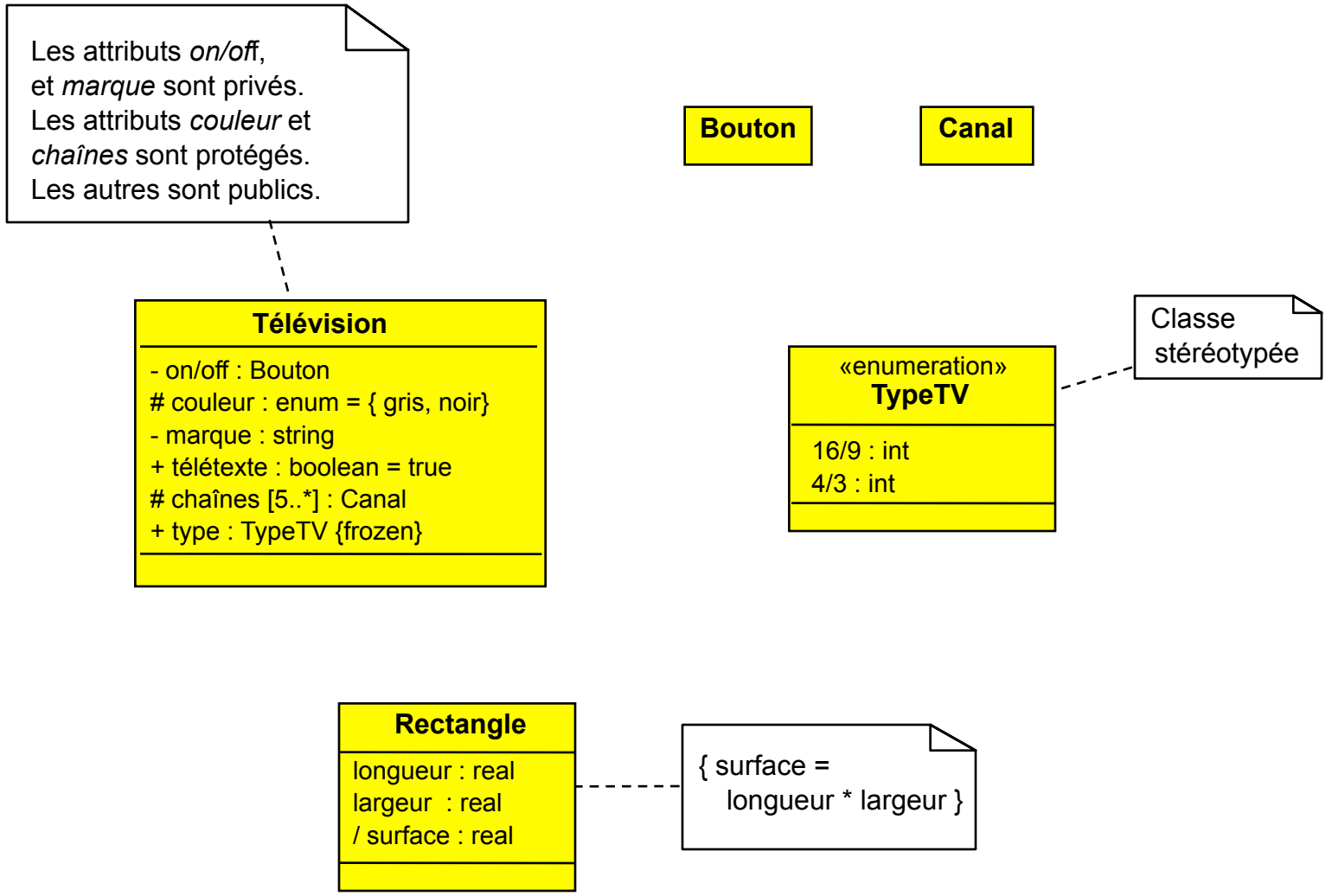
  Type_Attribut ::= (*classe* | *type_primitif* | *expression_non-précisée_par_UML*)
  ['{' Mutabilité '}']

  Mutabilité ::= '*frozen*' | '*changeable*' | '*addOnly*'

  Valeur_initiale ::= la_valeur_initiale_de_l'attribut

- Attribut dérivé :
  - Attribut redondant pouvant être calculé à partir des autres attributs
  - Indiqué par le caractère / avant le nom de l'attribut
  - A la conception un attribut dérivé devient un attribut normal ou une méthode

Les diagrammes de classes – Les attributs (2/2)



Les diagrammes de classes – Les opérations (1/2)

- Syntaxe

[Visibilité] Nom_Opération '(' [Arguments] ')' [':' Type_Retourné] ['{' Propriété '}']

avec

Visibilité ::= '+' | '#' | '-'

Arguments ::= [Direction] Nom_Argument ':' Type_Argument ['=' Valeur_Par_Défaut] [',' Arguments]

Direction ::= '*in*' | '*out*' | '*inout*'

(signifie respectivement en entrée seule non-modifiable, en sortie seule, en entrée modifiable)

Type_Retourné : précise le type (ou une liste de type) retourné par l 'opération

Propriété : cinq propriétés d'une opération (par défaut à *true*)

'*isQuery*' ['=' '*true*' | '*false*'] : l'opération n'altère pas l'état de l'instance

'*abstract*' ['=' '*true*' | '*false*'] : l'opération est non-implémentée

'*leaf*' ['=' '*true*' | '*false*'] : l'opération ne peut pas être surchargée

'*root*' ['=' '*true*' | '*false*'] : l'opération est définie pour la première fois

concurrence ::= '*sequential*' | '*guarded*' | '*concurrent*'

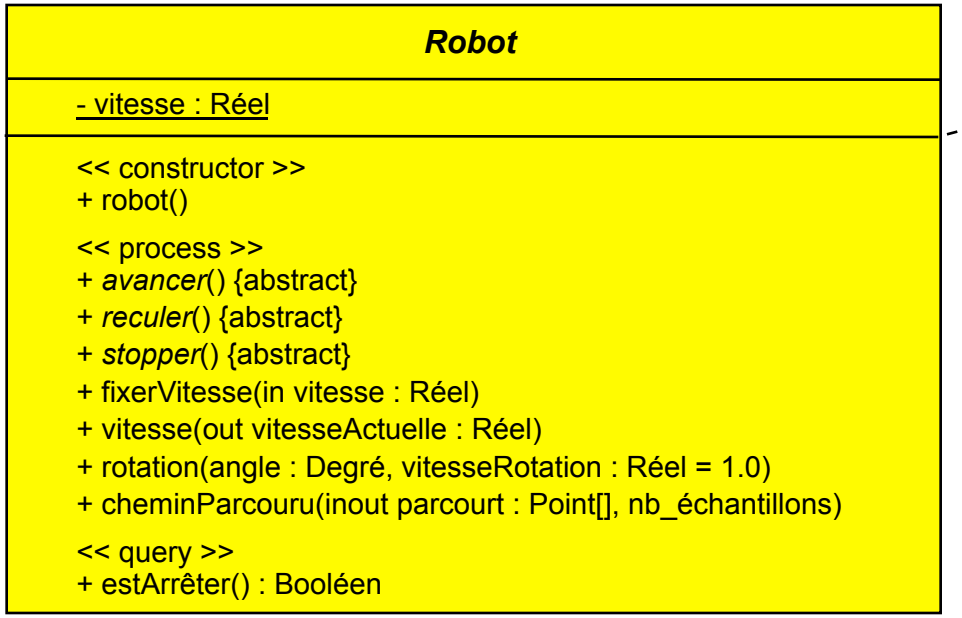
'*sequential*' : appels simultanés non-prévus

'*guarded*' : appels simultanés traités en séquence

'*concurrent*' : appels simultanés traités en parallèle

- Portée des attributs et des opérations :
  - Par défaut, la portée d'un attribut ou d'une opération est celle de l'instance
  - La portée peut être celle de la classe (attribut ou opération notée en soulignée)

Les diagrammes de classes – Les opérations (2/2)



La classe *Robot* est une classe abstraite (stéréotype ou noté italique)

Les opérations *avancer*, *reculer* et *stopper* sont abstraites.

L'opération fixerVitesse a un argument en entrée de type Réel.

L'opération vitesse a un argument en sortie de type Réel.

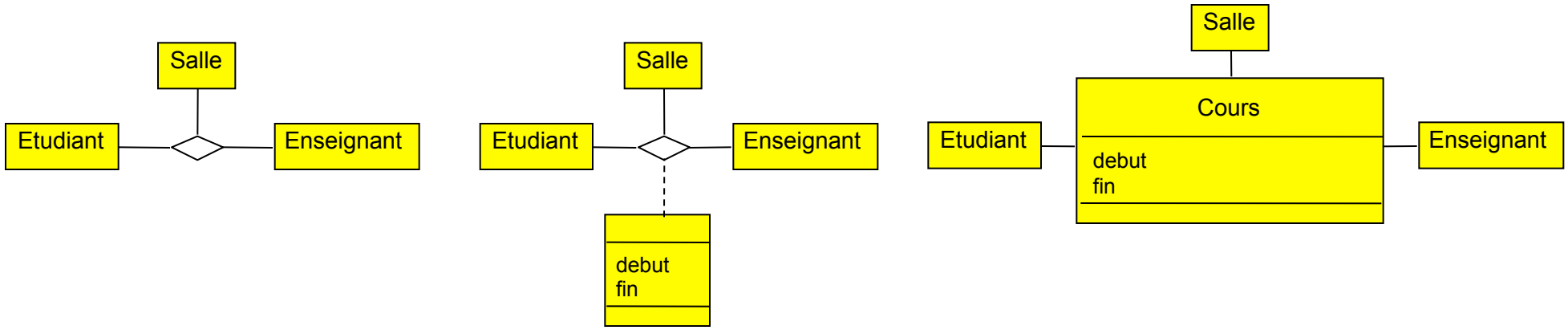
L'opération rotation possède deux arguments dont le second a une valeur par défaut.

L'opération estArrêter retourne une valeur de type booléen, les autres opérations ne retournent rien.

L'attribut vitesse est un attribut de classe.

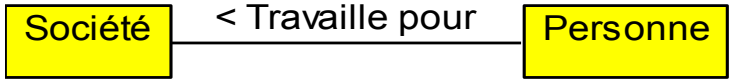
Les diagrammes de classes – Les associations (1/7)

- Une association symbolise une relation structurelle entre classes d'objets : elle informe de l'existence d'un lien sémantique durable entre les objets instances des classes associées
- Arité des associations :
  - Généralement, une association est binaire. Elle est figurée par une ligne continue
  - Pour représenter une association n-aire, on utilise un losange
- On peut également avoir recours à une ***classe-association*** lorsque l'association possède des attributs
- Attention aux redondances entre attribut et association !

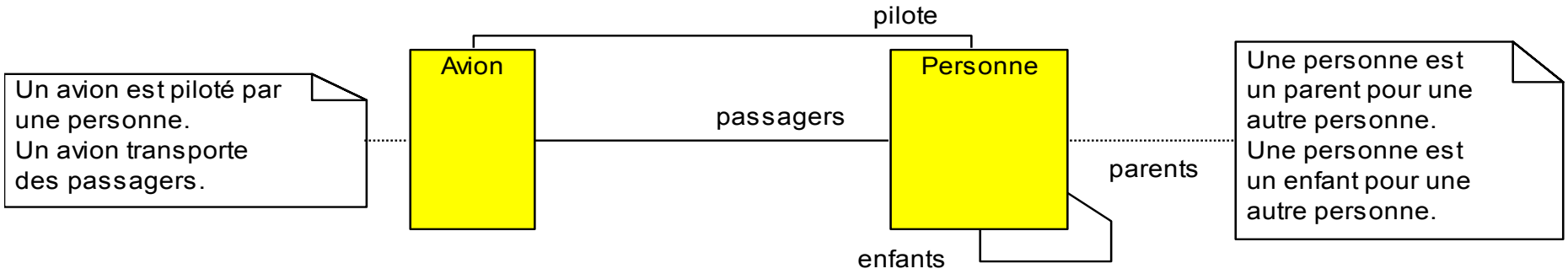


Les diagrammes de classes – Les associations (2/7)

- Nommage des associations :
  - Nommer une association permet de préciser la sémantique du lien entre les classes de l'association
  - Par convention, on utilise une forme verbale
  - Une association anonyme n'a aucun intérêt d'un point de vue représentation
  - La lecture se fait par défaut de gauche à droite mais elle peut être imposée en utilisant le symboles < et > ou ◂ et ▸

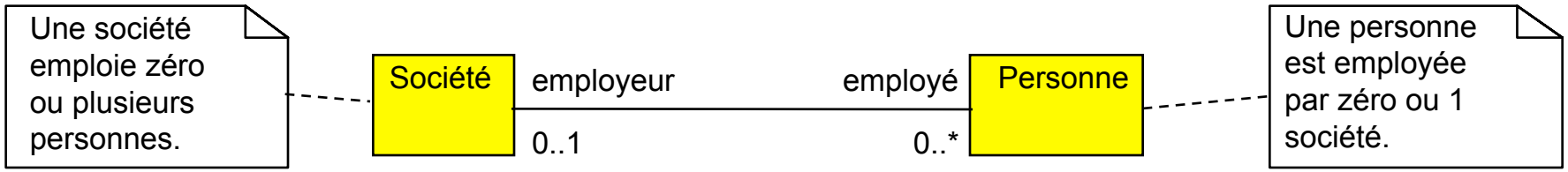


- Rôles des extrémités d'une association :
  - Un rôle (côté cible) décrit comment la classe source voit la classe cible
  - Un rôle est un attribut de la classe source mais figuré sur l'extrémité opposé
  - Une association peut être réflexive (lien entre objets de même classe)



Les diagrammes de classes – Les associations (3/7)

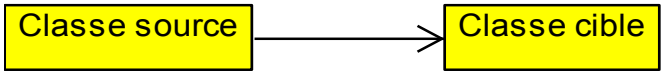
- Multiplicité des associations :
  - Les extrémités peuvent porter une indication de ***multiplicité***
  - La multiplicité indique le nombre d'objets de la classe cible avec lesquels un objet de la classe source peut être associé simultanément



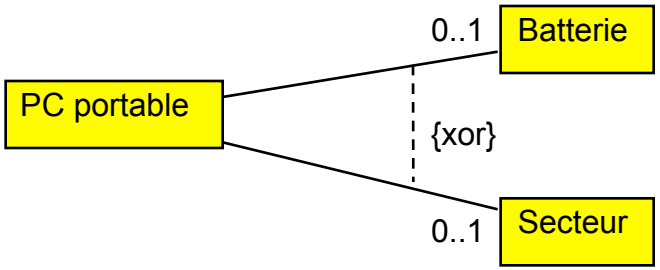
  - UML définit les multiplicités suivantes :
    1 : un et un seul (*multiplicité par défaut*)
    0..1 : zéro ou 1
    N : exactement N (*entier naturel*)
    M..N : de M à N (*M et N entiers naturels et M < N*)
    * : zéro ou plus
    0..* : zéro ou plus
    1..* : au moins 1

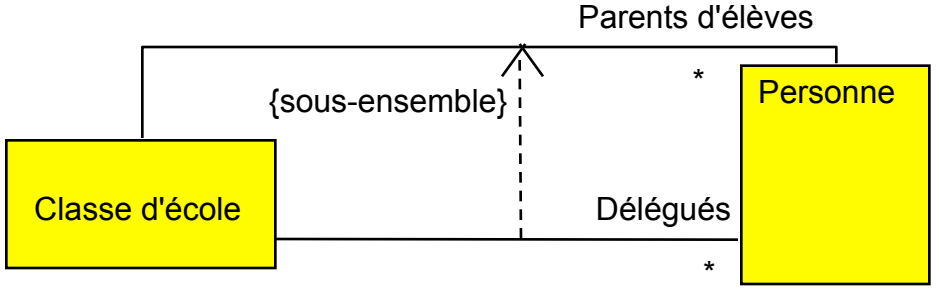
Les diagrammes de classes – Les associations (4/7)

- Navigabilité sur les associations :
  - Une association est normalement bidirectionnelle
  - Une flèche permet de préciser que les objets de la source voient les objets de la classe cible mais pas l'inverse
  - Cela permet de réduire les couplages entre classes ou de modéliser une dissymétrie des besoins de communication



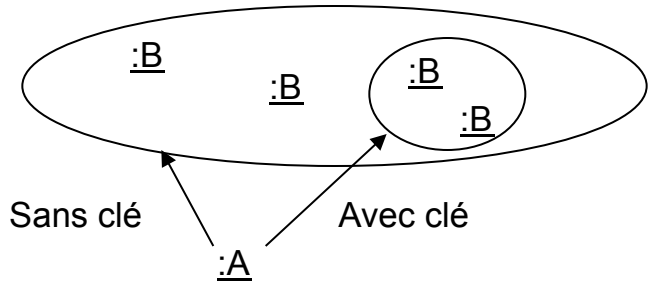
- Contraintes sur les associations :
  - Exprime des contraintes logiques sur ou entre les associations
  - Les contraintes sont en langue naturelle ou en ***OCL*** (cf. dernier cours)
  - Exemples :



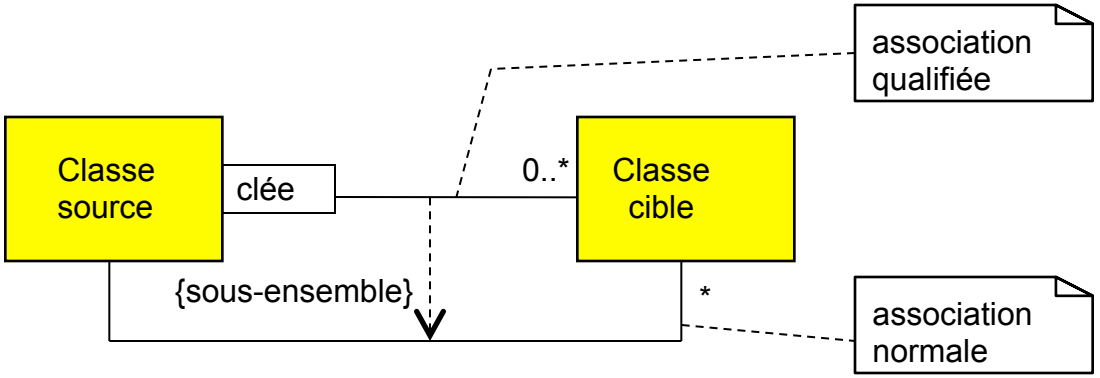


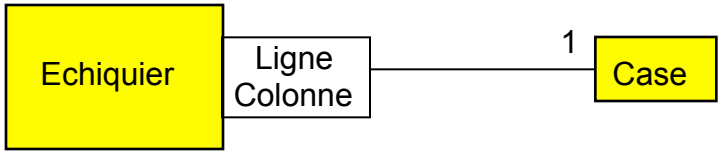
Les diagrammes de classes – Les associations (5/7)

- Qualification des associations :
  - La qualification par clé permet de sélectionner un sous-ensemble d'objets parmi l'ensemble des objets qui participent à une association



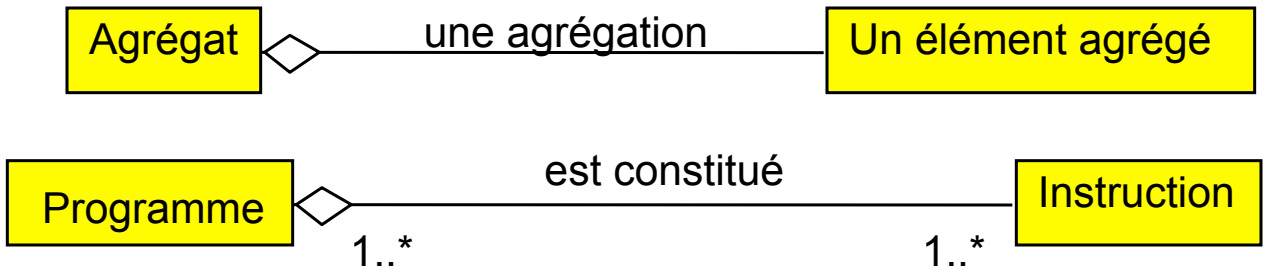
  - La clé est formée d'un ou plusieurs attributs de la classe cible
  - Représentation :
    - Rectangle côté source contenant la clé
    - La clé appartient à l'association et non aux classes associées (*association qualifiée*).





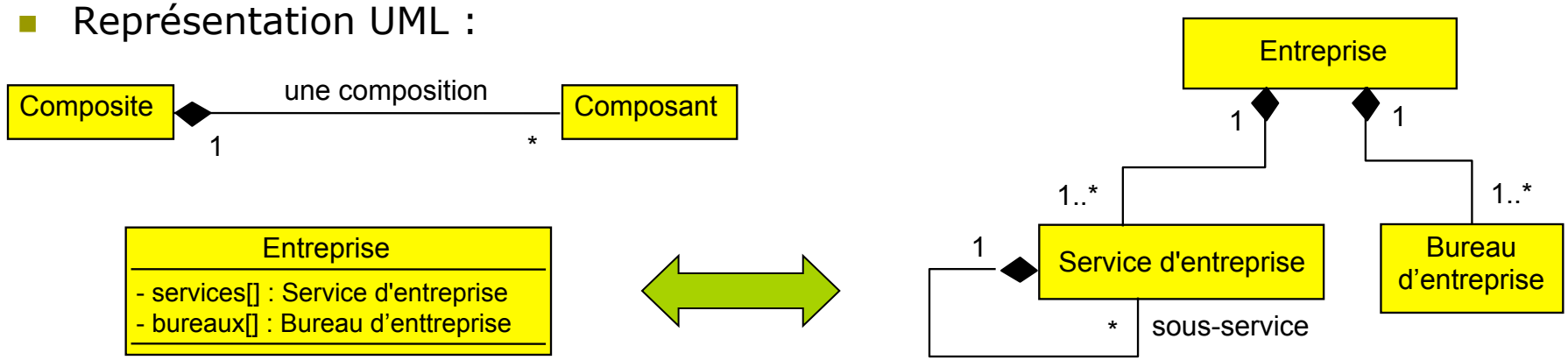
Les diagrammes de classes – Les associations (6/7)

- Les agrégations :
  - Sémantique : association non-symétrique dans lequel une classe joue un rôle plus important par rapport à l'autre classe de l'association
    - L'agrégat est constitué d'agrégés
    - L'agrégation est une relation « tout/partie » faible
    - Les parties sont partageables ou échangeables
  - Exemple : un train (le *tout*) est constitué de wagons (les *parties*), mais ces wagons peuvent être utilisés pour former d'autres trains à un autre moment
  - Point de vue conception :
    - Les objets agrégés sont juste référencés par l'objet agrégat qui peut y accéder mais n'en est pas propriétaire
    - Les objets agrégés peuvent ainsi avoir une durée de vie différente de celle de l'objet agrégat
  - Représentation UML :



Les diagrammes de classes – Les associations (7/7)

- Les compositions :
  - Sémantique : une composition est une association avec un couplage plus fort qu'une agrégation
    - Le composite est constituée de composants
    - La composition est une relation « tout/partie » forte
    - Les parties **ne sont pas** partageables ou échangeables
  - Exemple : les chambres (*les parties*) d'un hôtel (*le tout*) ne sont pas partageables ou échangeables entre plusieurs hôtels
  - Point de vue conception :
    - Les objets composants sont possédés par l'objet composite
    - La destruction de l'objet composite entraîne la destruction des objets composants (*mais pas l'inverse*).
  - Représentation UML :

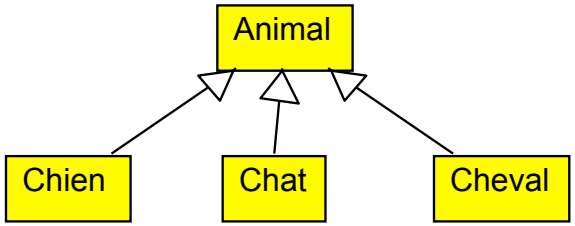


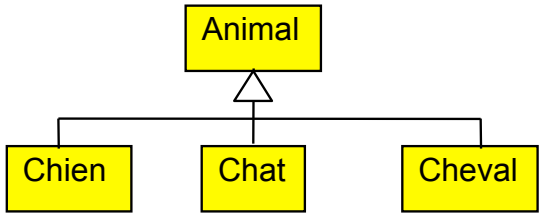
Les diagrammes de classes – La généralisation

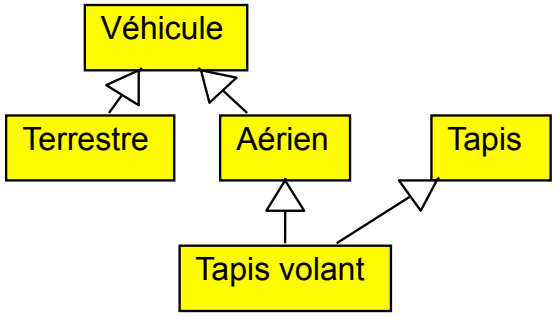
- Généralisation : désigne une relation de classification entre un élément général et un élément spécifique

- Deux types de généralisation : simple ou multiple
  - La généralisation simple :
    - Cette relation binaire est du type « est une sorte de »
    - Les sous-classes **héritent des attributs, des opérations, des associations et des contraintes** définis dans la classe mère
  - La généralisation multiple :
    - Les sous-classes héritent simultanément de plusieurs classes mères

- Représentation :



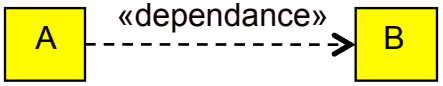




Les diagrammes de classes – Les relations de dépendances (1/2)

- Relation unidirectionnelle qui modélise une dépendance sémantique dans laquelle un changement de la cible implique un changement de la source

- Elle est représentée par une ligne fléchée pointillée de la source vers la cible



- Elles s'appliquent à différents éléments de modélisation UML :

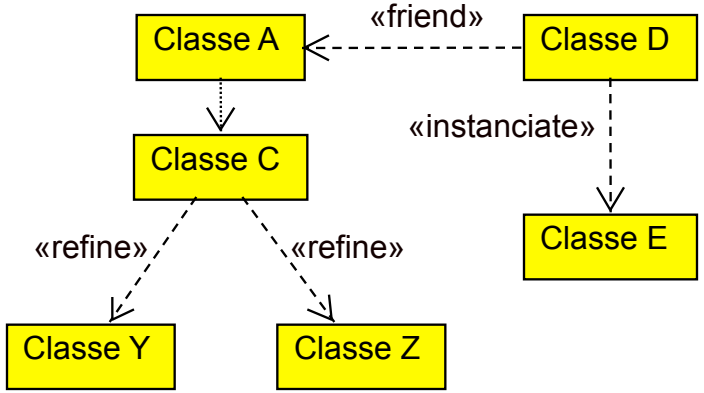
  - Dépendances entre classes et objets :
    - « *bind* » : la source instancie le template cible
    - « *friend* » : la source a une visibilité spéciale de la cible
    - « *instanceof* » : l'objet source est une instance de la classe cible
    - « *instantiate* » : la classe source crée des instances de la classe cible
    - « *refine* » : degré d'abstraction de la source est plus fin que celui de la cible
    - « *use* » : la cible utilise la source (variable, argument, valeur de retour)

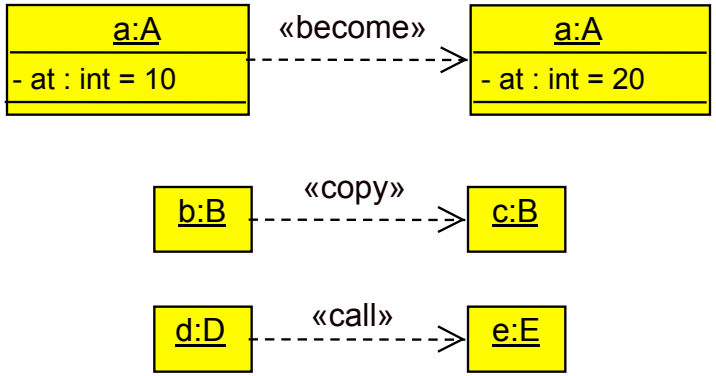
  - Dépendances entre paquetages :
    - « *access* » : le paquetage source a le droit de référencer les éléments du paquetage cible
    - « *import* » : les éléments public du paquetage cible deviennent des éléments du paquetage source

Les diagrammes de classes – Les relations de dépendances (2/2)

- Dépendances entre cas d'utilisation :
  - « *extend* » : le cas d'utilisation source étend le comportement du cas d'utilisation cible
  - « *include* » : le cas d'utilisation cible incorpore le comportement du cas d'utilisation source

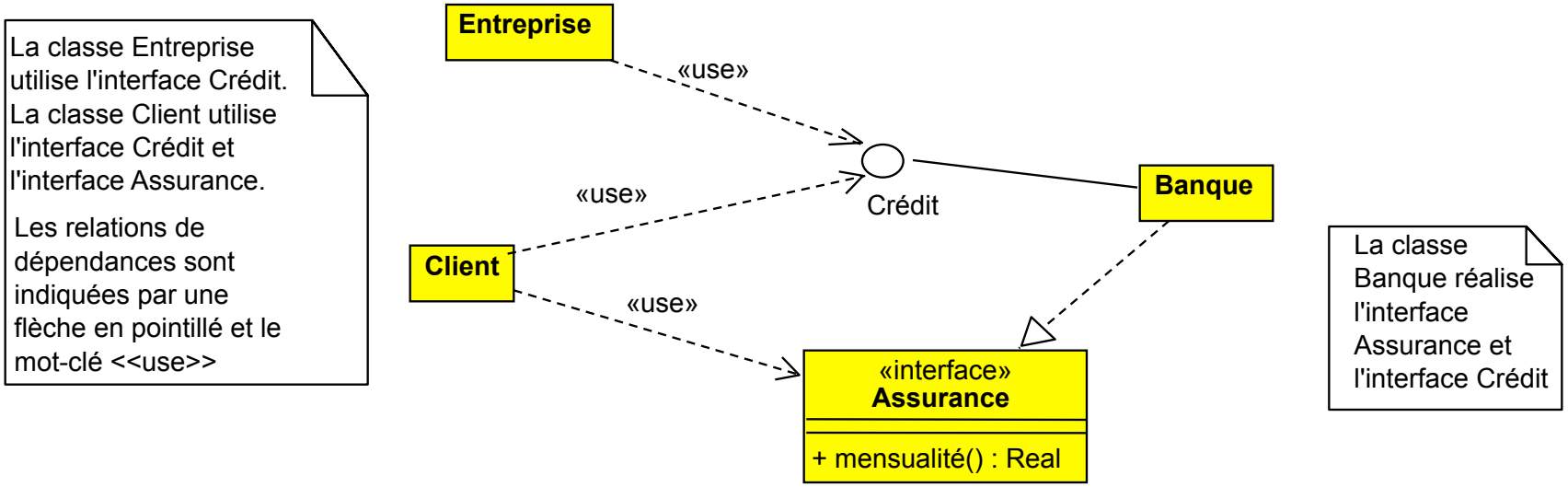
- Dépendances entre objets :
  - « *become* » : indique un changement de propriété de l'objet source
  - « *call* » : l'objet cible appelle une opération de l'objet source
  - « *copy* » : l'objet cible est une copie de l'objet source





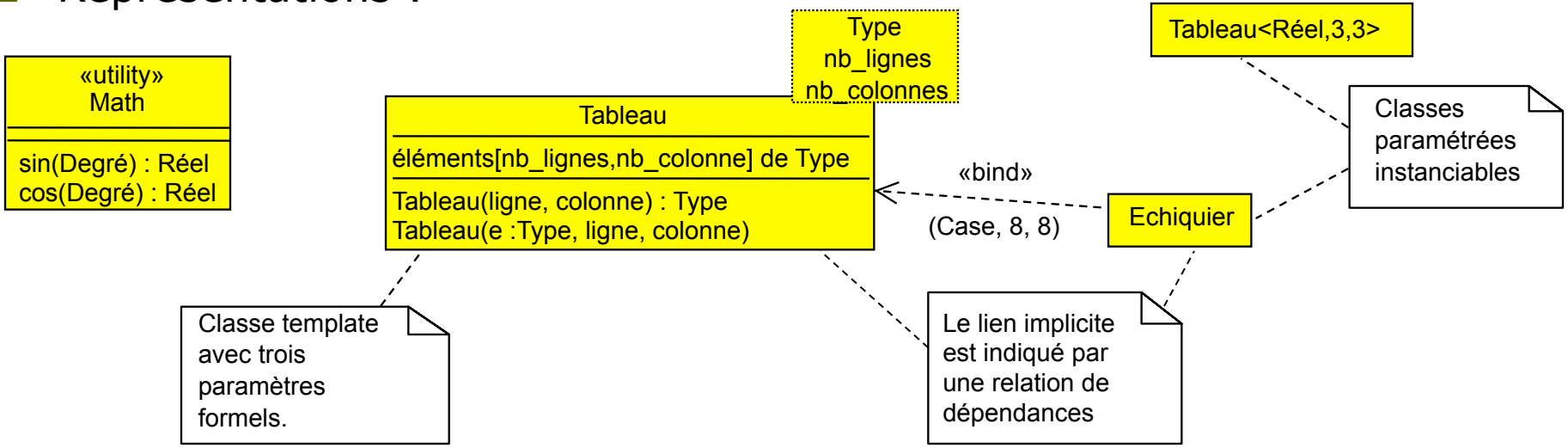
Les diagrammes de classes - Les autres classes (1/3)

- Les interfaces
  - Les interfaces permettent de mettre en place un système de contrat entre classes fournisseurs et classes consommateurs
  - Une classe interface = déclaration d'un ensemble d'obligations (opérations publics sans implémentation) que les classes fournisseurs doivent implémenter
  - Une classe fournisseur implémente les services déclarés d'une classe interface : elle réalise l'interface (*définit toutes les opérations de l'interface*)
  - Une classe peut réaliser plusieurs interfaces (une sorte d'héritage multiple des services à réaliser)
  - Une interface peut être réalisée par plusieurs classes
  - Les interfaces peuvent avoir des liens de généralisation
  - Représentation : un cercle ou une classe stéréotypée



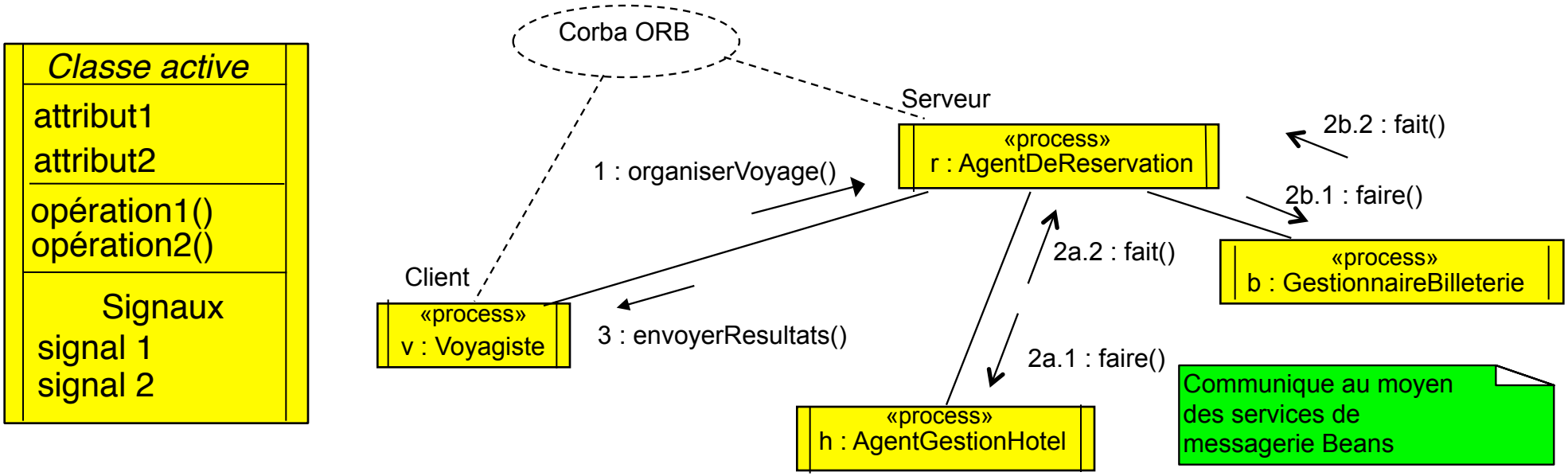
Les diagrammes de classes - Les autres classes (2/3)

- Les classes paramétrables
  - Une classe paramétrable (appelée aussi *classe template*) est un modèle de classe (sans instance d'objet) possédant des paramètres
  - Les paramètres formels doivent être liés aux paramètres effectifs afin que la classe paramétrée puisse être instanciée
- Les classes utilitaires
  - Regroupement au sein d'une classe non-instanciable d'attributs et d'opérations sans qu'il y ait notion de classe
  - La portée de ces attributs et de ces opérations est celle de la classe et non celle de l'instance
- Représentations :



Les diagrammes de classes - Les autres classes (3/3)

- Les classes actives :
  - Une classe active modélise un flot de contrôle.
  - Flots de contrôle :
    - Processus (*ou flot lourd*) qui peut s'exécuter en concurrence avec d'autres processus
    - Thread (*ou flot léger*) qui peut s'exécuter en concurrence avec d'autres threads au sein d'un même processus
  - Un objet actif (*instance d'une classe active*) est une *réification* d'un flot de contrôle qui débute à la création de l'objet est arrête à la destruction de l'objet.



Les diagrammes de classes – Exemples

- Considérons les six phrases suivantes :
  1. Un répertoire contient des fichiers.
  2. Une pièce contient des murs.
  3. Les modems et les claviers sont des périphériques d'entrée/sortie.
  4. Une transaction boursière est un achat ou une vente.
  5. Un compte bancaire peut appartenir à une personne physique ou morale.
  6. Deux personnes peuvent être mariées.

- Question :
  Déterminer la relation statique appropriée dans chaque phrase de l'énoncé précédent.