Analyse et Conception avec UML

Les diagrammes de classes

blay@unice.fr
www.polytech.unice.fr/~blay
IUT Nice-Sophia Antipolis
mars 2012

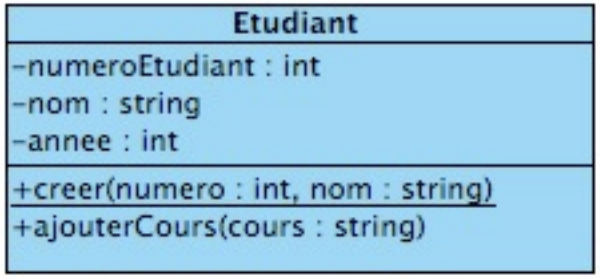
Site web du module :
http://anubis.polytech.unice.fr/iut/

Bibliographie

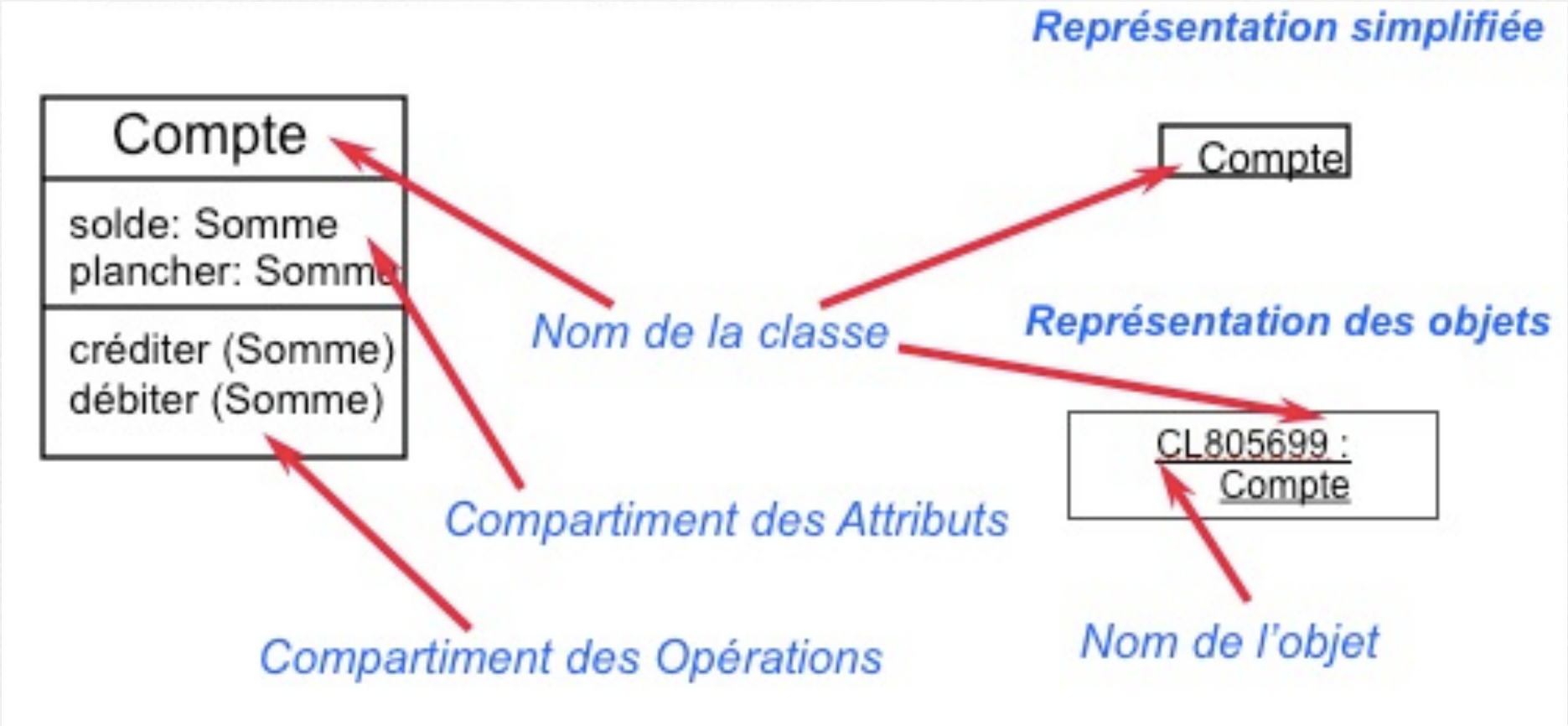
- Voir sur le site web les autres cours.
- UML Par la pratique (surtout dans sa dernière édition) (présent à la bibliothèque de l'IUT)
- Méthodologie en Ingénierie du logiciel, Modélisation Orientée objet, M.Grimaldi – janvier 2010

Classes

- Une classe est une collection *(modèle)* d'objets avec une structure commune, un comportement commun, des relations identiques et une sémantique identique
- On identifie les classes en recherchant les *concepts* du domaine et en examinant les *objets* dans les diagrammes
- La représentation graphique d'une classe consiste en un rectangle avec 3 compartiments
- Les noms des classes devraient être choisis dans le vocabulaire du domaine
  - il est bon d'établir des standards pour les nom
  - i.e., toutes les classes sont des noms communs commençant par une majuscule



Notations UML pour classes et objets



Concepts du domaine

Détermination des concepts du domaine

Détermination des concepts du domaine

La détermination des concepts s'effectue sur la base des cas d'utilisation par simple analyse grammaticale de la description textuelle.

D'une manière générale,

Détermination des concepts du domaine

La détermination des concepts s'effectue sur la base des cas d'utilisation par simple analyse grammaticale de la description textuelle.

D'une manière générale,

les noms représentent des concepts ou des attributs tandis

Détermination des concepts du domaine

La détermination des concepts s'effectue sur la base des cas d'utilisation par simple analyse grammaticale de la description textuelle.

D'une manière générale,

les noms représentent des concepts ou des attributs tandis

que les verbes représentent des comportements (opérations, méthodes)

Deux règles utiles

Règle du cartographe : Le modèle du domaine se construit de la même façon qu'un cartographe dessine une carte :

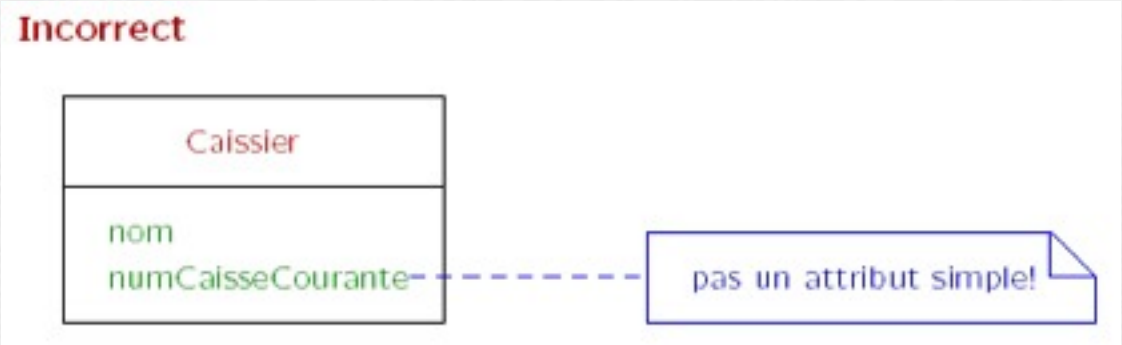
- ✓ En utilisant le vocabulaire du domaine étudié.
- ✓ En excluant les éléments non pertinents.
- ✓ En n'incluant pas d'éléments inexistants dans le domaine.

- Choix entre concept et attribut : Si un élément du domaine étudié est autre chose qu'un nombre ou un simple texte, alors il s'agit probablement d'un concept et non d'un attribut.

Notes

- Un attribut ne peut représenter qu'une valeur primitive (entier, texte, date, identificateur, matricule, . . .).
  - Un attribut ne peut représenter que des données relatives au concept auquel il est associé.

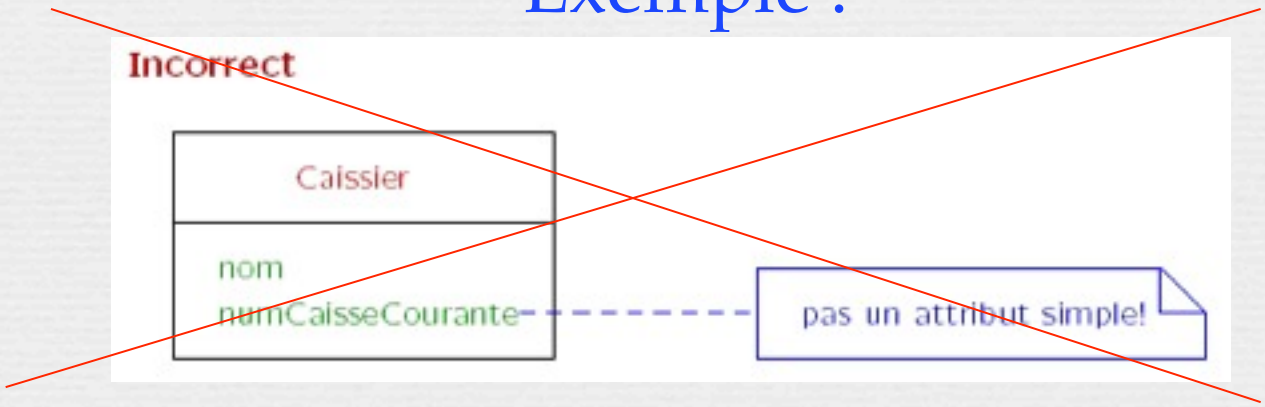
Exemple :



Notes

- Un attribut ne peut représenter qu'une valeur primitive (entier, texte, date, identificateur, matricule, . . .).
  - Un attribut ne peut représenter que des données relatives au concept auquel il est associé.

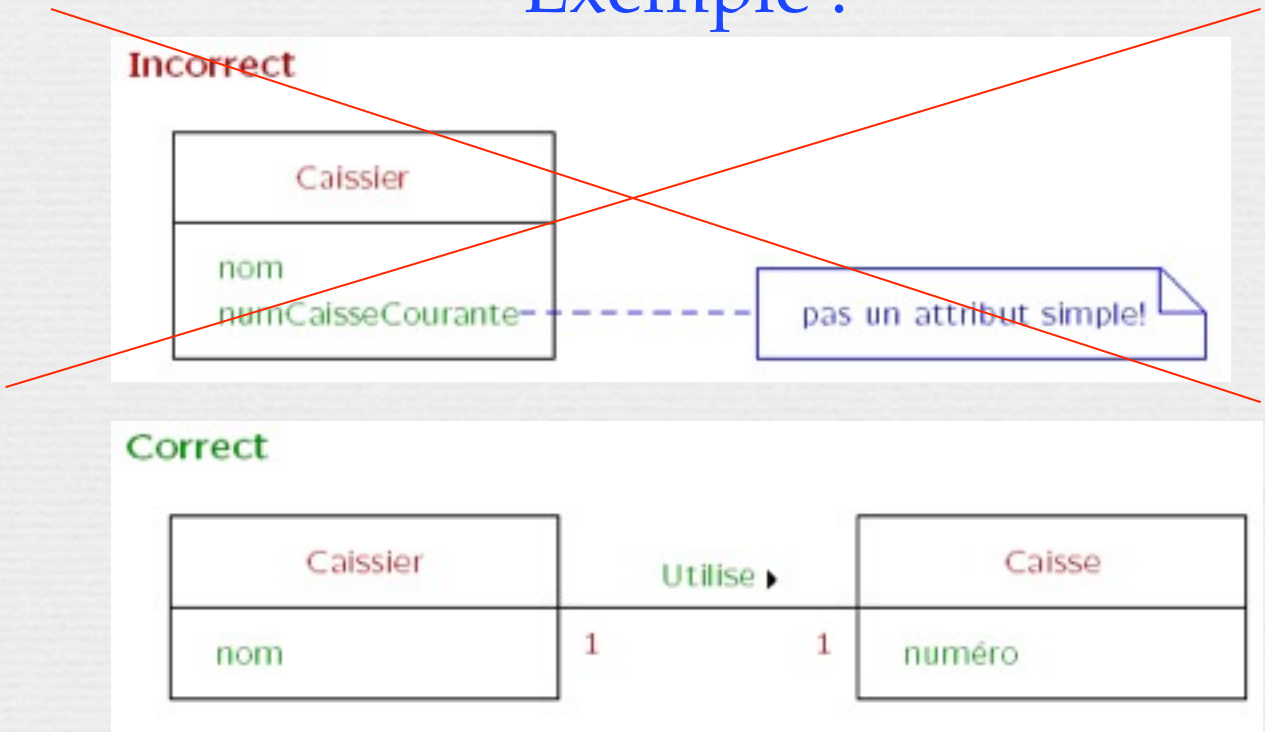
Exemple :



Notes

- Un attribut ne peut représenter qu'une valeur primitive (entier, texte, date, identificateur, matricule, . . .).
  - Un attribut ne peut représenter que des données relatives au concept auquel il est associé.

Exemple :



UML au travail : Une ludothèque

(1) Nous voulons informatiser une ludothèque pour favoriser la consultation des jeux proposés par la ludothèque.
(2) Les adhérents peuvent emprunter des jeux en s'adressant à un conseiller qui enregistre l'emprunt.

(3)Les jeux empruntés sont rendus à un conseiller....

(4) Un adhérent peut réserver des jeux. Une réservation précise l'emprunteur, le jeu et la date de la demande de réservation. L'adhérent est averti quand le jeu revient en rayon.

(5) Pour organiser un événement le conseiller spécialisé doit alors donner les informations suivantes : les jeux à tester, le nombre maximal et minimal de participants attendus, la date, et l'heure de début de l'événement.

(6) Un adhérent peut s'inscrire pour participer à un événement à condition qu'il y ait encore de la place.

(7) Un adhérent peut payer sa cotisation en ligne par un système de paiement externe

Ludothèque

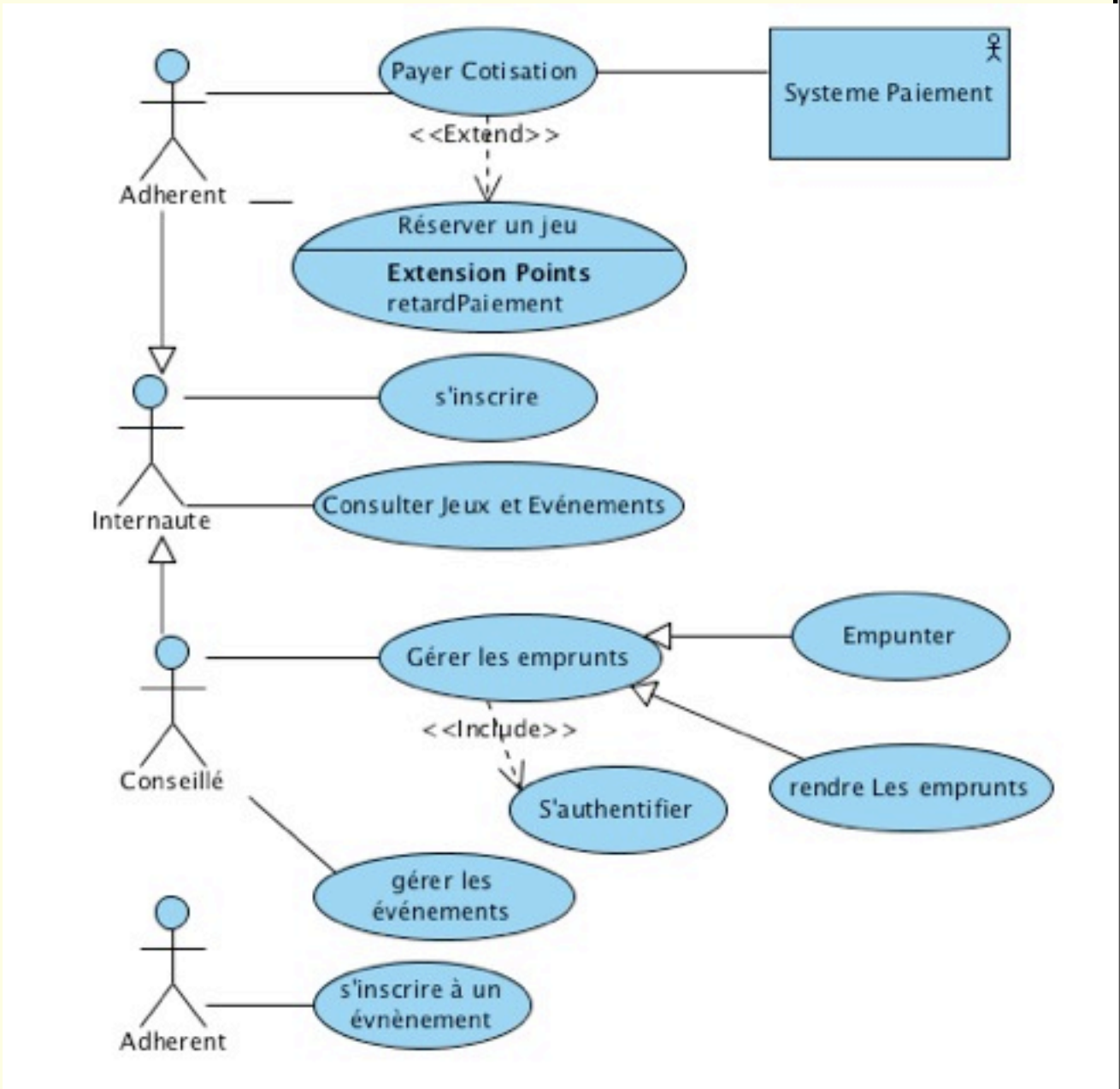

Payer Cotisation
Systeme Paiement
<<Extend>>
Adherent
Réserver un jeu
Extension Points
retardPaiement
s'inscrire
Internaute
Consulter Jeux et Evénements
Empunter
Gérer les emprunts
<<Include>>
Conseillé
S'authentifier
rendre Les emprunts
gérer les événements
Adherent
s'inscrire à un évnènement

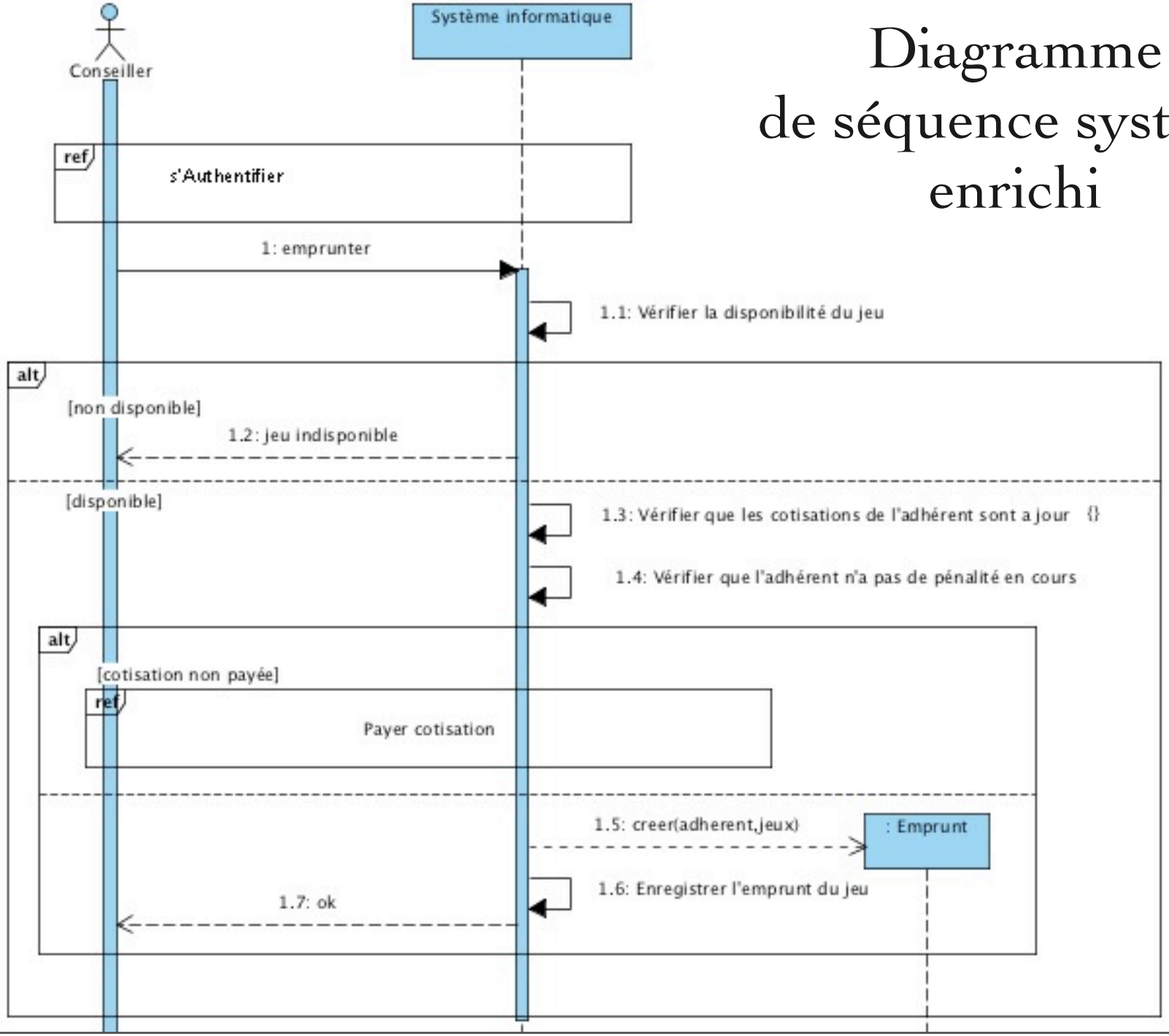
Diagramme de séquence

- Représentez le diagramme de séquence Système correspondant au cas d'utilisation

Un conseiller enregistre l'emprunt d'un jeu pour un adhérent

1) Le conseiller s'authentifie;
2) Le conseiller saisit l'identifiant du jeu et de l'adhérent
3) Le système vérifie la disponibilité du jeu
4) Le système vérifie que la cotisation est bien payée
5) Le système vérifie que l'adhérent n'a pas de pénalité impayée
6) Le système enregistre l'emprunt.
7) Le système signale que l'emprunt est valide.

Diagramme de séquence système enrichi



Relations entre classes

Explicitation des notations

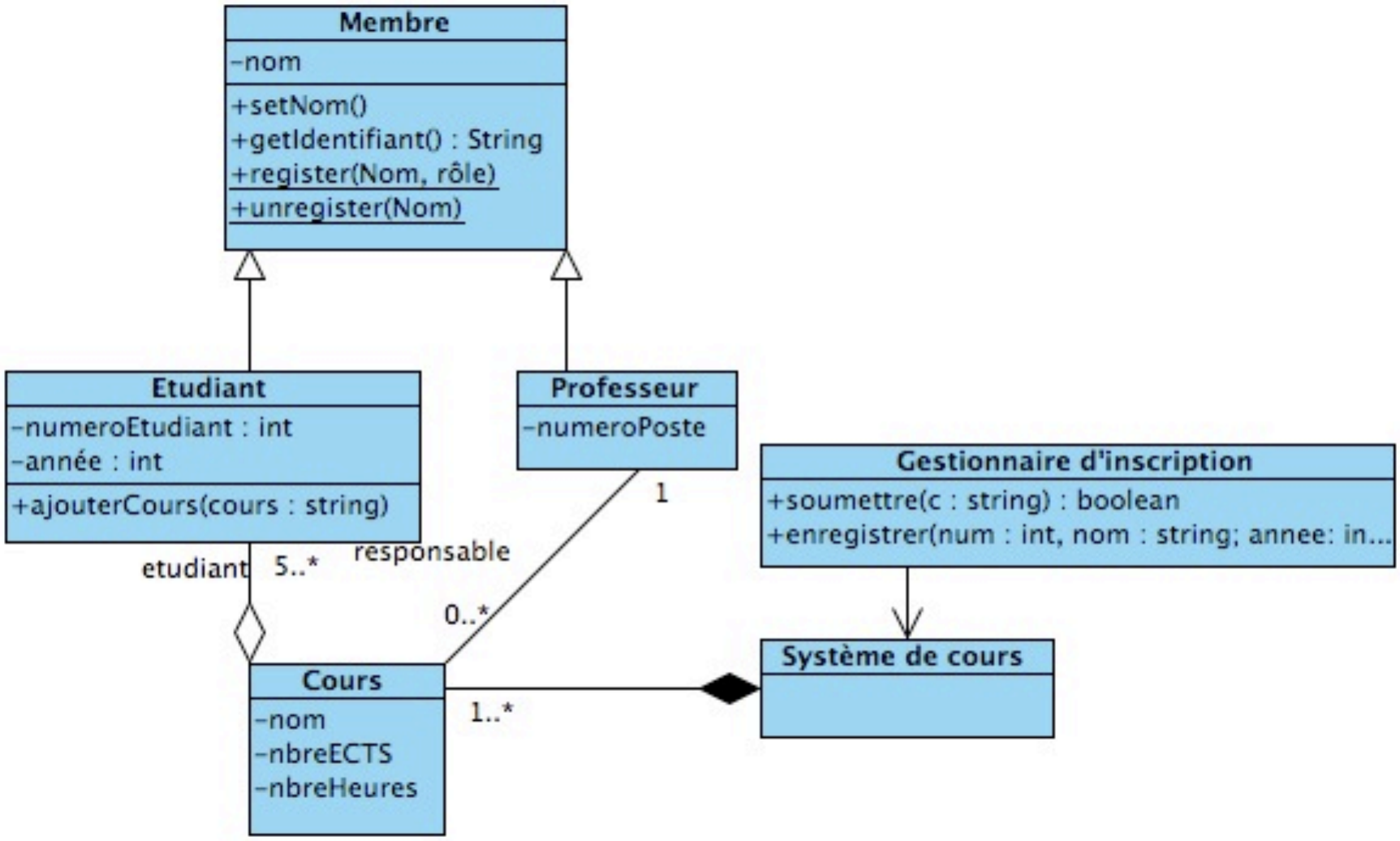
«Relations»,
associations,
agrégation,
généralisation,
compléments

Relations

- Les relations fournissent un chemin de communication entre objets : Les diagrammes de séquence sont parcourus pour déterminer quels liens doivent exister pour obtenir le comportement souhaité – si deux objets ont besoin de se parler, il doit exister un lien entre eux

- Trois types de relations :
  - Association
  - Agrégation
  - Dépendance

Relations


Membre
-nom
+setNom()
+getIdentifiant() : String
+register(Nom, rôle)
+unregister(Nom)
Etudiant
-numeroEtudiant : int
-année : int
+ajouterCours(cours : string)
Professeur
-numeroPoste
Gestionnaire d'inscription
+soumettre(c : string) : boolean
+enregistrer(num : int, nom : string; annee: in...
Système de cours
Cours
-nom
-nbreECTS
-nbreHeures
etudiant
5..*
responsable
1
0..*
1..*

Relations

- Une association est une connexion entre classes
  - Une association est représentée par une ligne connectant les classes
- Une agrégation est une relation plus forte et s'établit entre un tout et ses parties
  - Une agrégation est représentée par une ligne connectant les classes avec un losange du côté de la classe représentant le tout
- Une dépendance est une relation faible établie entre un client et un fournisseur et où le client n'a pas de connaissance sémantique sur le fournisseur
  - Une dépendance est représentée par une flèche en pointillés allant du client au fournisseur

Associations

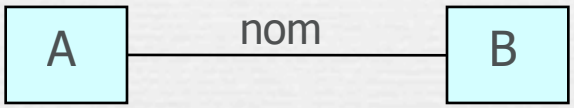
Nommage
Rôle
Multiplicité
Navigation

- Les associations peuvent avoir des étiquettes:
  - Il s'agit du **nom de l'association**.
- Les associations peuvent avoir des noms de **rôle**:
  - un nom de rôle identifie le rôle ou la responsabilité de l'objet dans l'association.

- Les associations peuvent indiquer la **navigation** avec une pointe de flèche ouverte:
  - Pas de flèche => bidirectionnelle
  - La plupart des associations sont unidirectionnelles en fin de conception.
- Les associations peuvent indiquer une **multiplicité**.

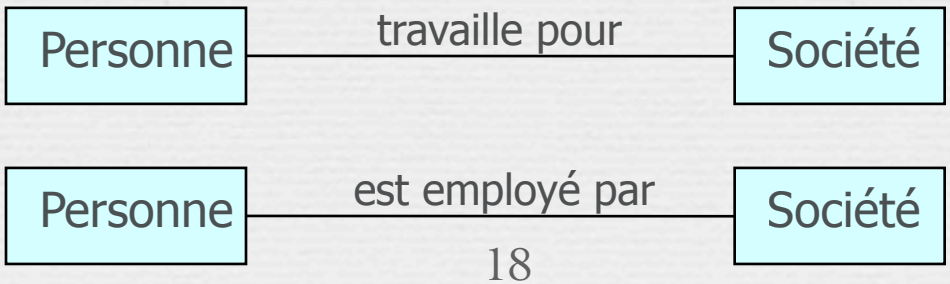
Nommage des associations

- Une association peut être nommée afin de faciliter la compréhension des modèles. Dans ce cas le nom est indiqué au milieu du lien symbolisant l'association



Nommage
Rôle
Multiplicité
Navigation

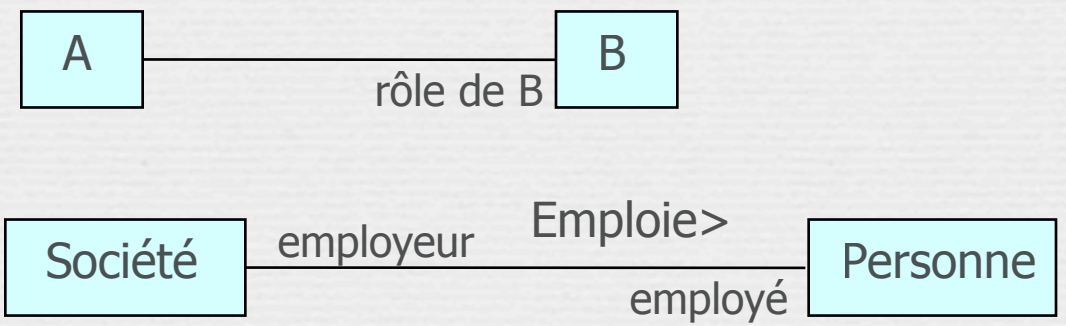
- L'usage recommande de choisir comme nom d'une association une forme verbale active (exemple : travaille pour) ou passive (exemple : est employé par)



Rôles des extrémités d'association

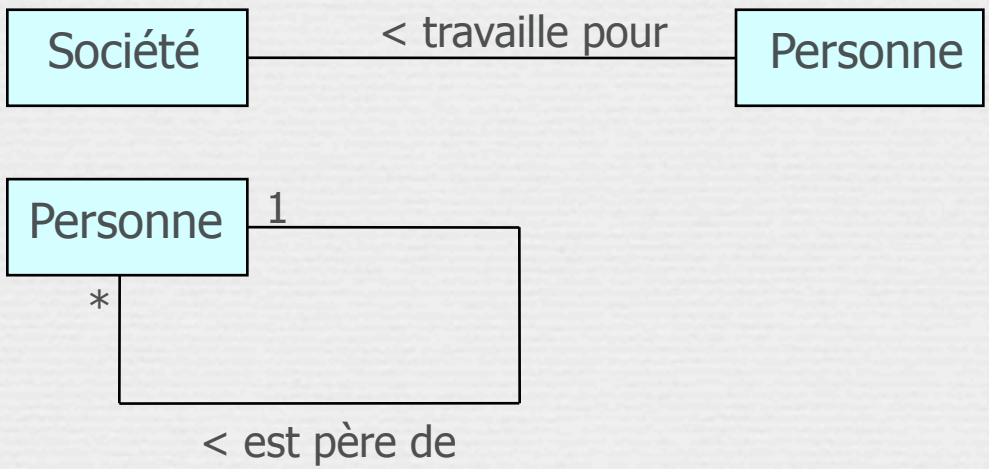
- On peut attribuer à une extrémité d'une association un nom appelé rôle qui décrit comment une classe source voit une classe destination au travers de l'association
- Le rôle est placé près de la fin de l'association et à côté de la classe à laquelle il est appliqué
- L'utilisation des rôles est optionnelle
- Représentation et exemple

Nommage
Rôle
Multiplicité
Navigation

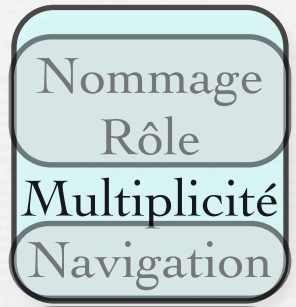


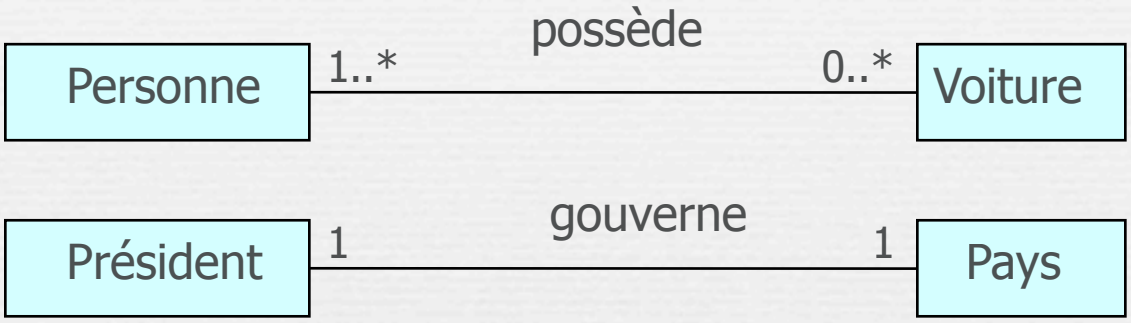
Nommage des associations…

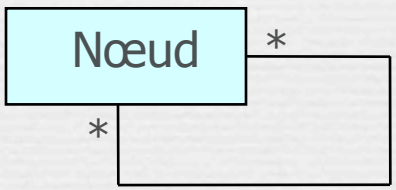
- Par défaut le sens de lecture du nom d'une association est de gauche à droite
- Dans le cas où la lecture du nom est ambiguë, on peut ajouter l'un des signes < ou > pour indiquer le sens de lecture
  - **Exemples**



Multiplicité : exemple





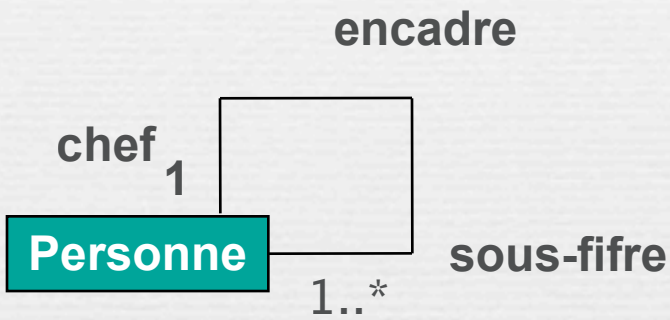


Association réflexive

Un réseau informatique est composé de nœuds inter-connectés

Cas particuliers de relations

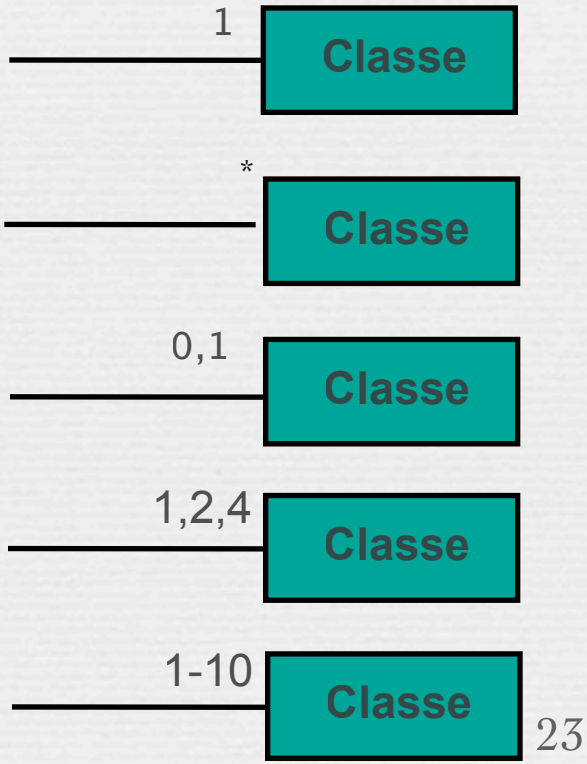
- Relations réflexives



Une relation réflexive lie des objets de même classe

Multiplicité

- La multiplicité est définie par le nombre d'objets qui participent à une relation
  - La multiplicité est le nombre d'instances d'une classe reliées à UNE instance d'une autre classe
  - Pour chaque association et agrégation, il y a deux multiplicités : une à chaque bout de la relation



Navigation

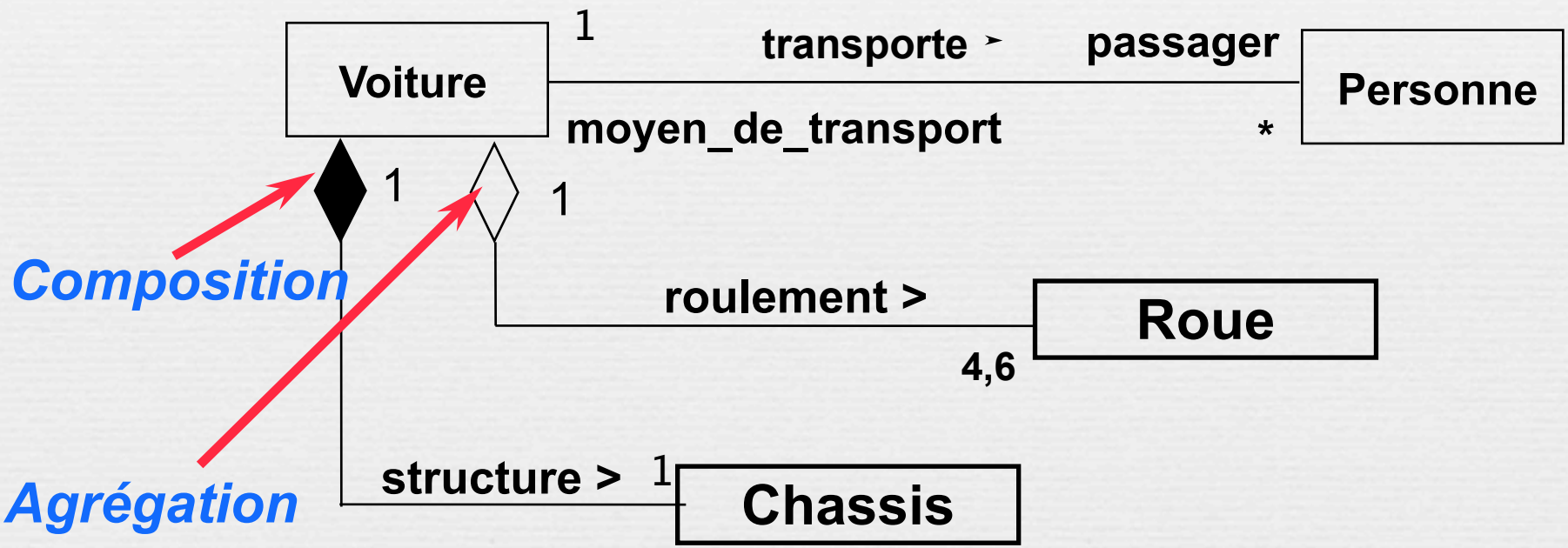
- Bien que les associations soit bi-directionnelles par défaut, il peut être bon de limiter la navigation à un seul sens
  - Les objets de Classe2 sont accessibles à partir de ceux de Classe1 et vice-versa

- Si la navigation est restreinte, une flèche indique le sens de navigation
  - Les objets de la Classe 1 sont accessibles à la classe 2

Nommage
Rôle
Multiplicité
Navigation

Composition et Agrégation

- Cas particuliers de relations :
  - Notion de *tout* et *parties*



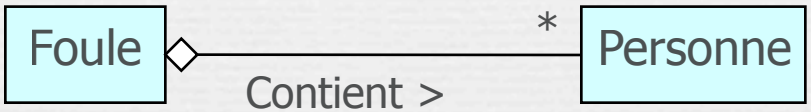
Agrégation

- L'agrégation représente une association de type ensemble/élément
- L'agrégation ne concerne qu'un seul rôle d'une association
- Représentation

- L'agrégation permet de modéliser une contrainte d'intégrité et de désigner l'agrégat comme gérant de cette contrainte

Agrégation…

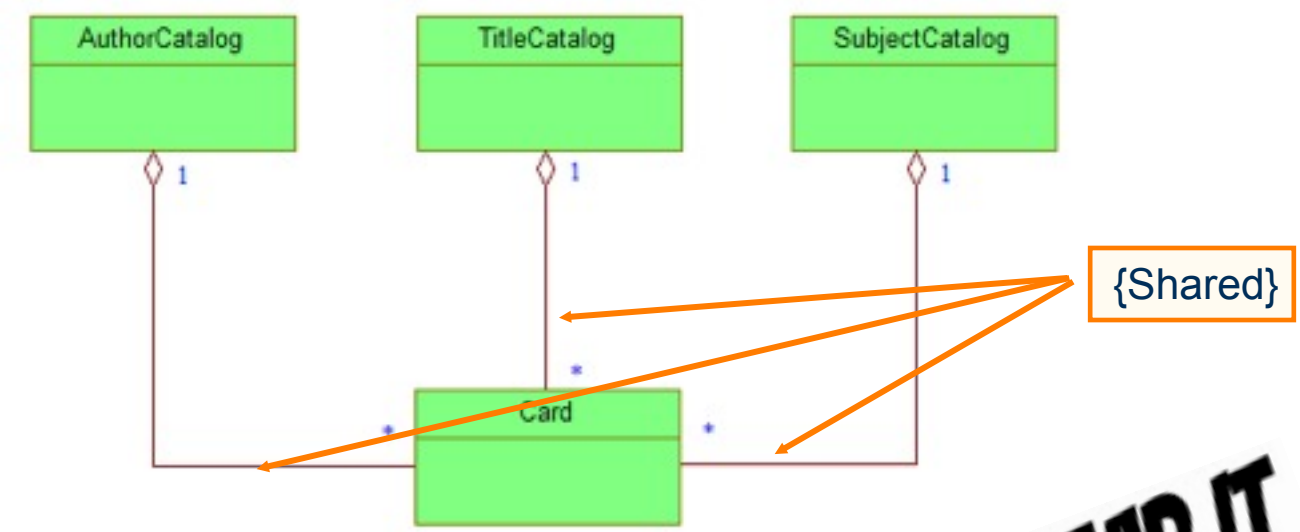
- Exemple 1
  - Une personne est dans une foule
  - Une foule contient plusieurs personnes



- Exemple 2 (Agrégation partagée)
  - Une personne fait partie de plusieurs équipes
  - Une équipe contient plusieurs personnes

Aggregation

- Multiplicity of owners > 1 indicates a *shared part.*
- Forms a graph with its parts.

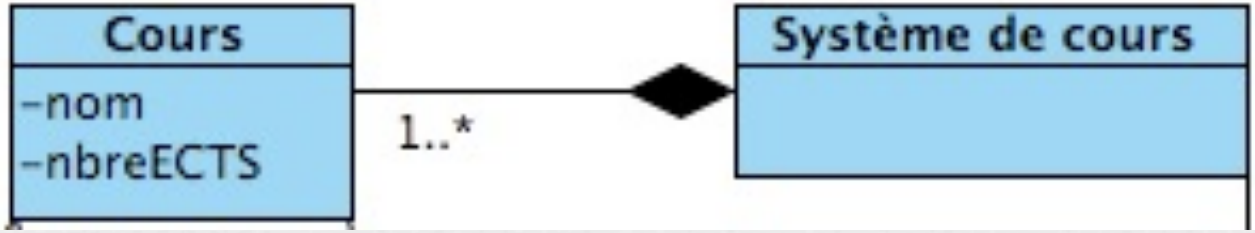


Agrégation … Composition

- La **composition** est un cas particulier de l'agrégation avec un couplage plus important
- La classe qui possède le rôle prédominant dans une composition est appelée classe composite ou classe conteneur
- Représentation

Composition

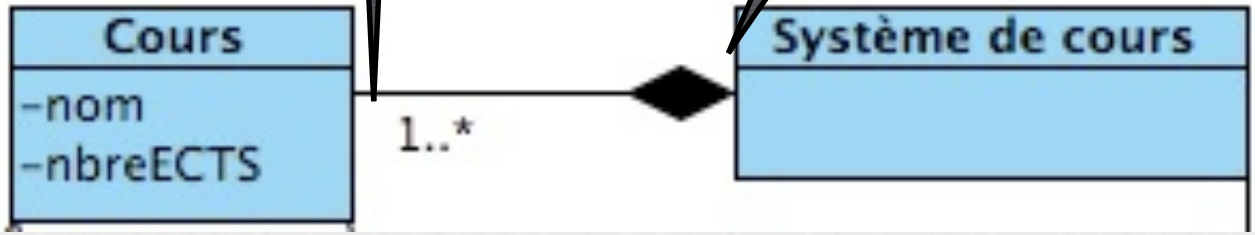
- La composition est une agrégation forte.
- Les cycles de vies des éléments (les "composants") et de l'agrégat (composite) sont liés : si l'agrégat est détruit (ou copié), ses composants le sont aussi.
- A un même moment, une instance de composant ne peut être liée qu'à un seul agrégat.
- Les "objets composites" sont des instances de classes composées.



Composition

Cycle de vie dépendant : la destruction du système de cours => la destruction des cours

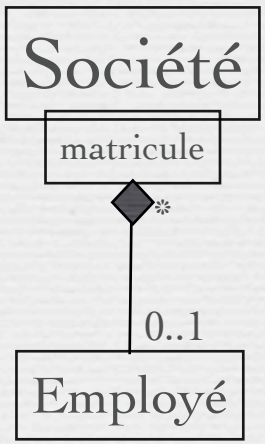
1 seul!
Les composants ne peuvent pas être partagés

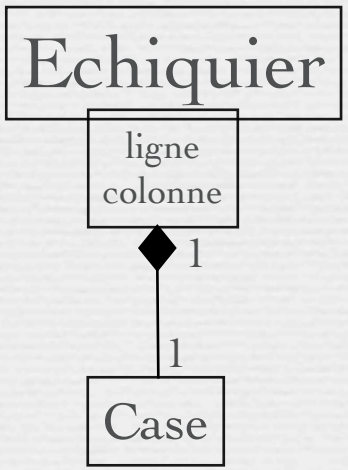


Attention
un Point de vue

Agrégation … Composition

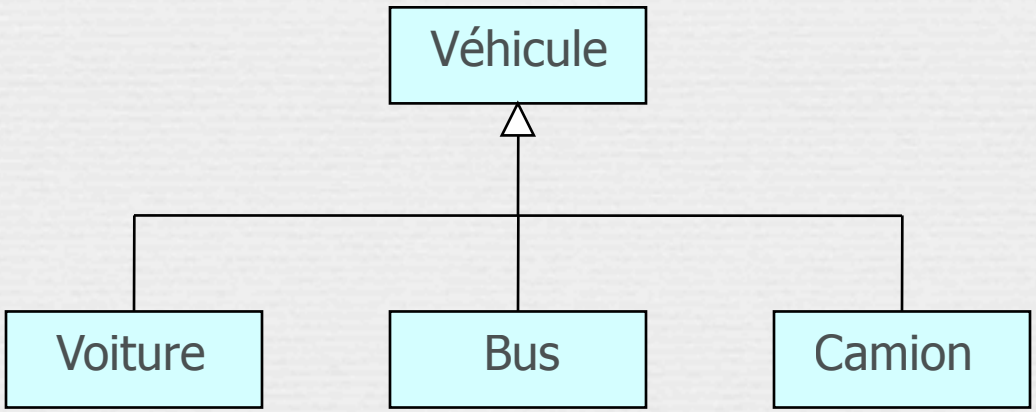
- La composition et l'agrégation sont deux vues subjectives qui sont utilisées pour ajouter de la sémantique au modèle lorsque c'est pertinent de le faire même si cette pertinence ne reflète pas la réalité
- Exemple





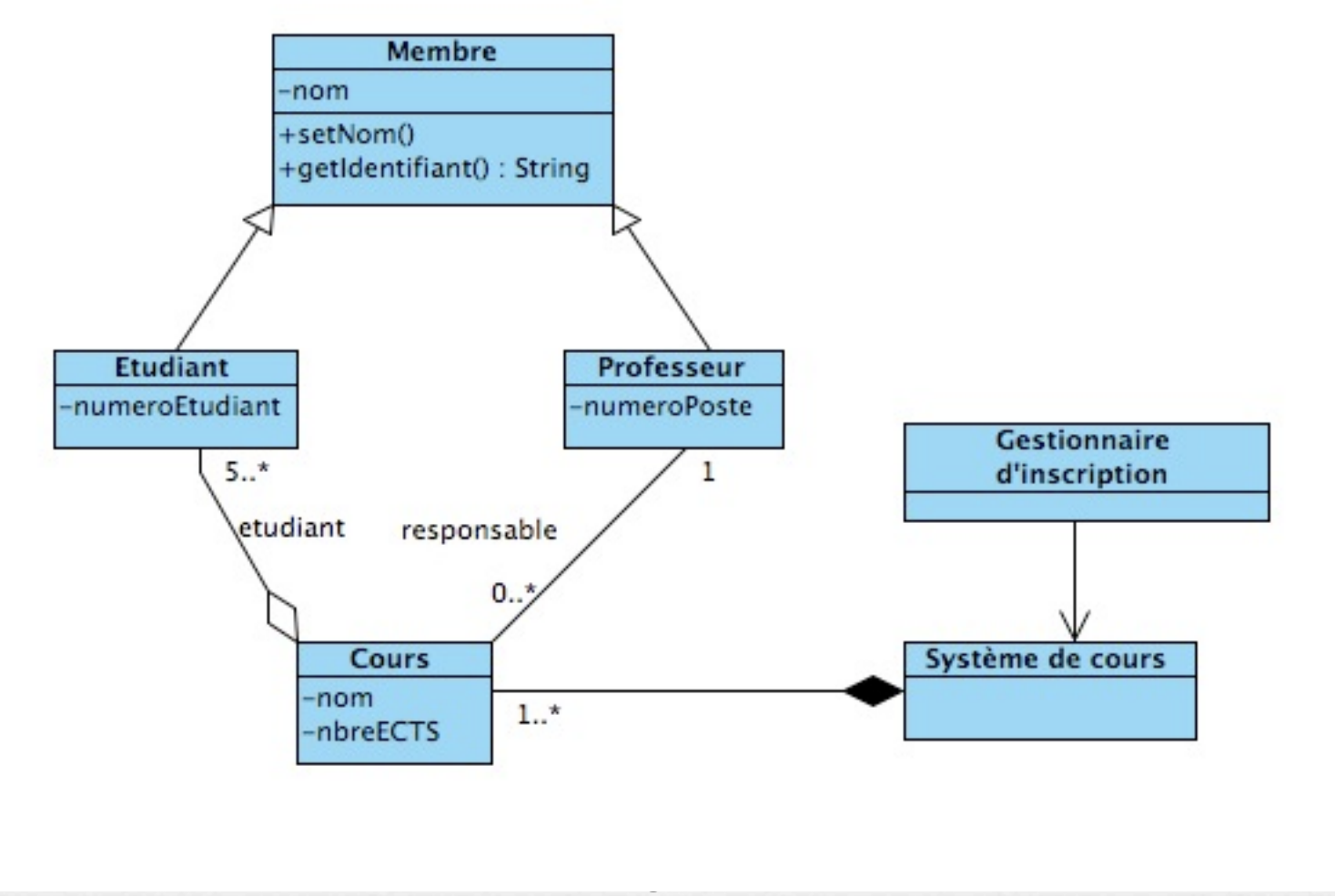
Généralisation

- C'est une relation de classification entre un élément général et un élément plus spécifique
- L'élément le plus spécifique est cohérent avec l'élément le plus général et contient plus d'informations
- Exemple



Généralisation

- Extension par l'ajout d'attributs et d'opérations



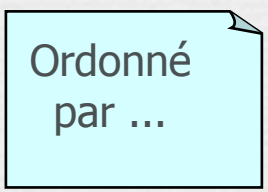
Héritage

- L'héritage est une relation entre une super-classe (classe de base) et ses sous-classes (classes dérivées)
- Deux manières d'identifier une relation d'héritage :
  - Généralisation
  - Spécialisation
- Les éléments communs (attributs, comportements, relations) sont reportés au niveau le plus haut de la hiérarchie

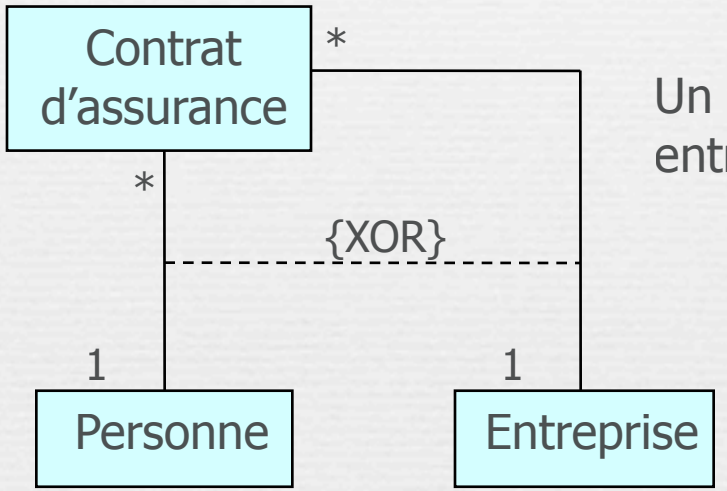
Association ordonnée

- Contraintes sur les associations pour exprimer que les objets sont ordonnés (selon la clé, le nom, la date, etc.)
- Cette contrainte est spécifiée par le stéréotype {Ordonné} du côté de la classe dont les instances sont ordonnés

- Le modèle ne spécifie pas comment les objets sont ordonnés
- Pour décrire comment les objets sont ordonnés on utilise un commentaire en employant la notation graphique suivante :



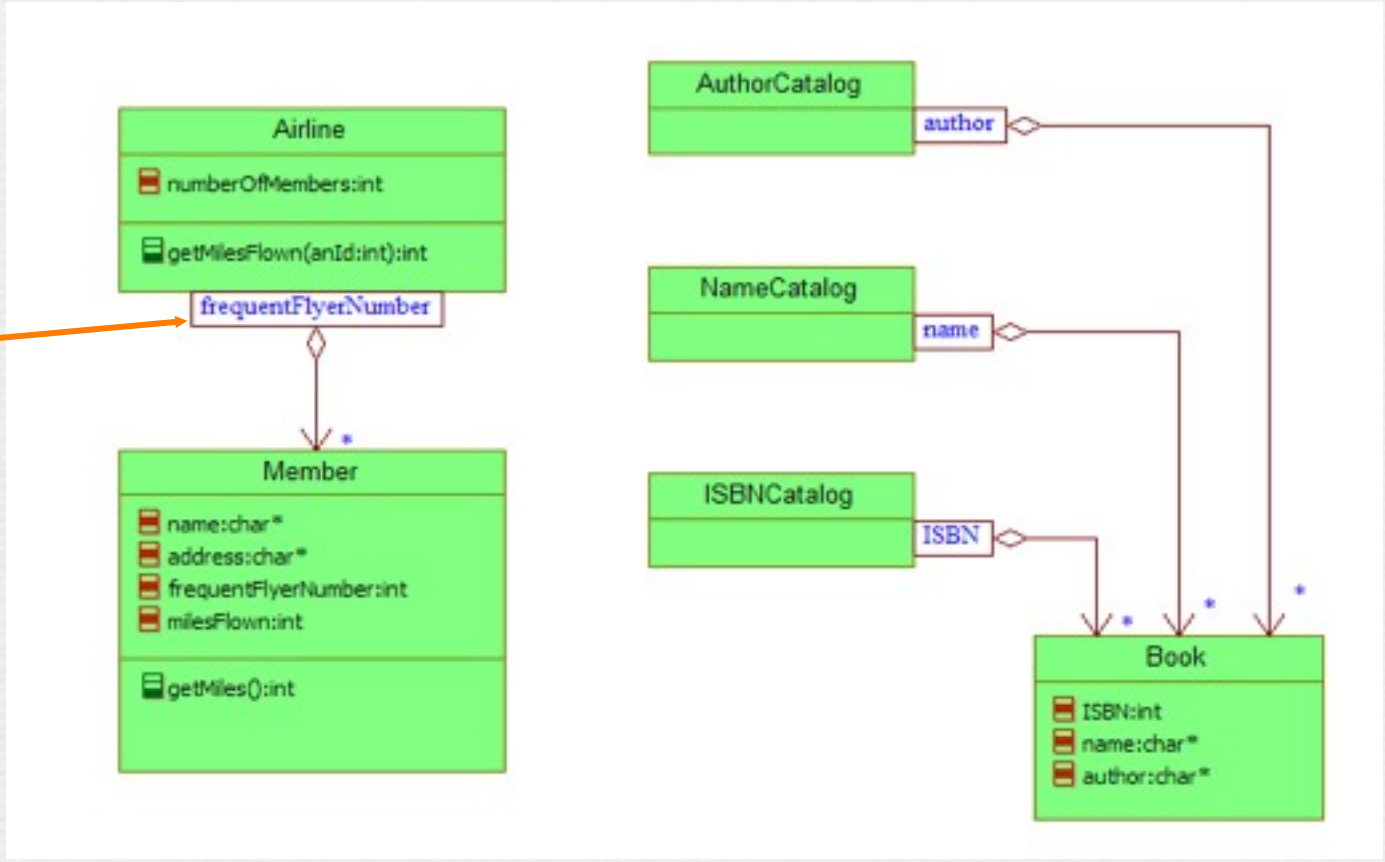
Association « ou-exclusif »



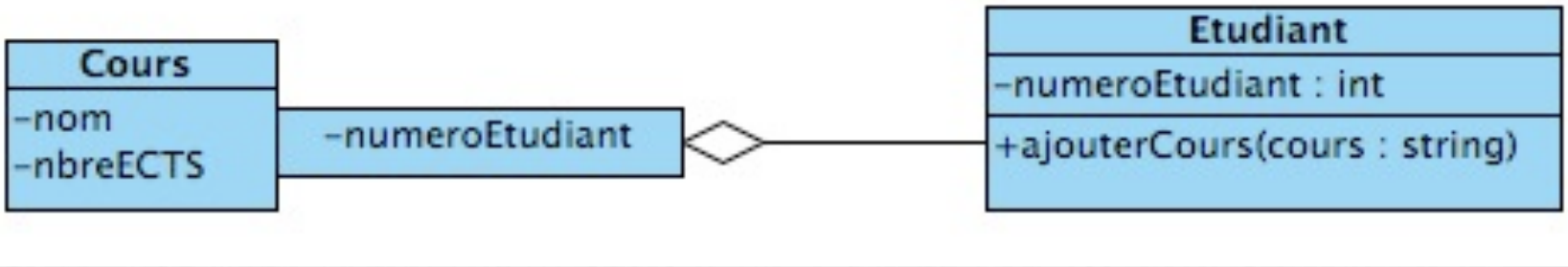
Un contrat d'assurance concerne une entreprise ou une personne mais pas les deux en même temps

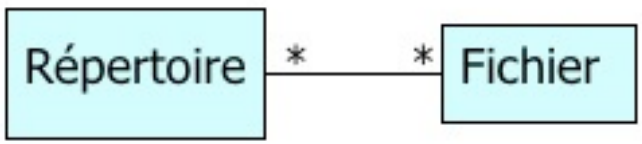
Association Qualifiée

- Utilisée avec une relation de multiplicité *.
- Permet de trier la relation en fonction des valeurs d'un attribut.

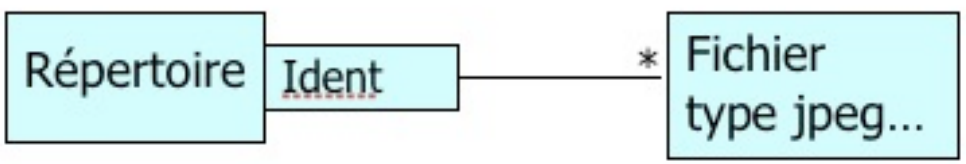


Association Qualifiée





Un répertoire contient 0 ou plusieurs fichiers. Un fichier peut exister dans 0 ou plusieurs répertoires



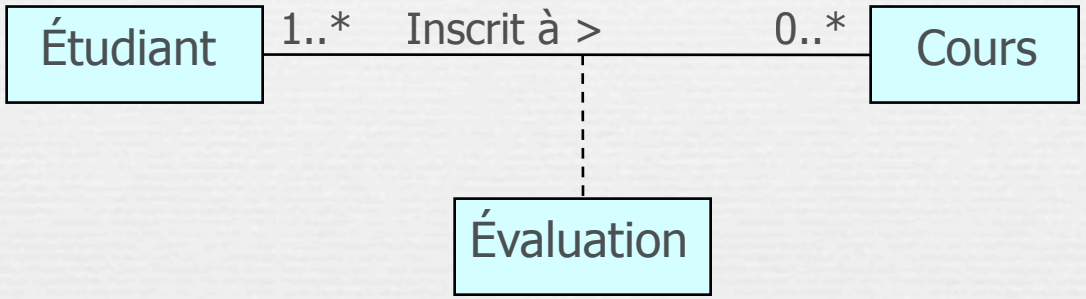
Chaque fichier est identifié
par un identificateur dans
le répertoire

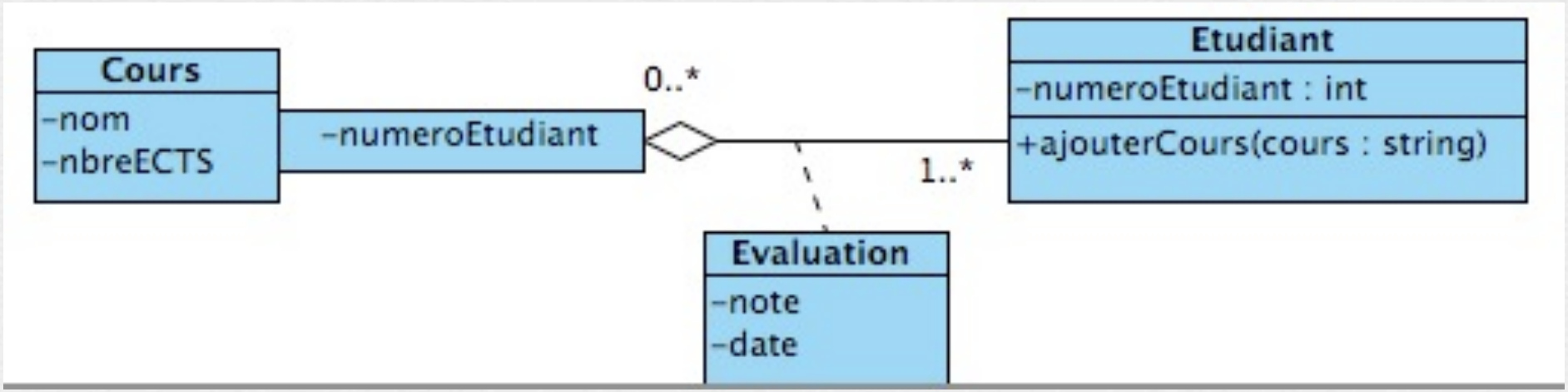
Classe d'association

- Il est possible de représenter une association par une classe pour ajouter par exemple des attributs ou des opérations dans l 'association
- La classe attachée à l'association est appelée une classe d'association ou classe associative
- La classe d'association possède à la fois les caractéristiques d'une association et celle d'une classe et peut, à ce titre, participer à d'autres relations dans le modèle
- La classe d'association est attachée à l'association avec une ligne en pointillée

Classe d'association : exemple

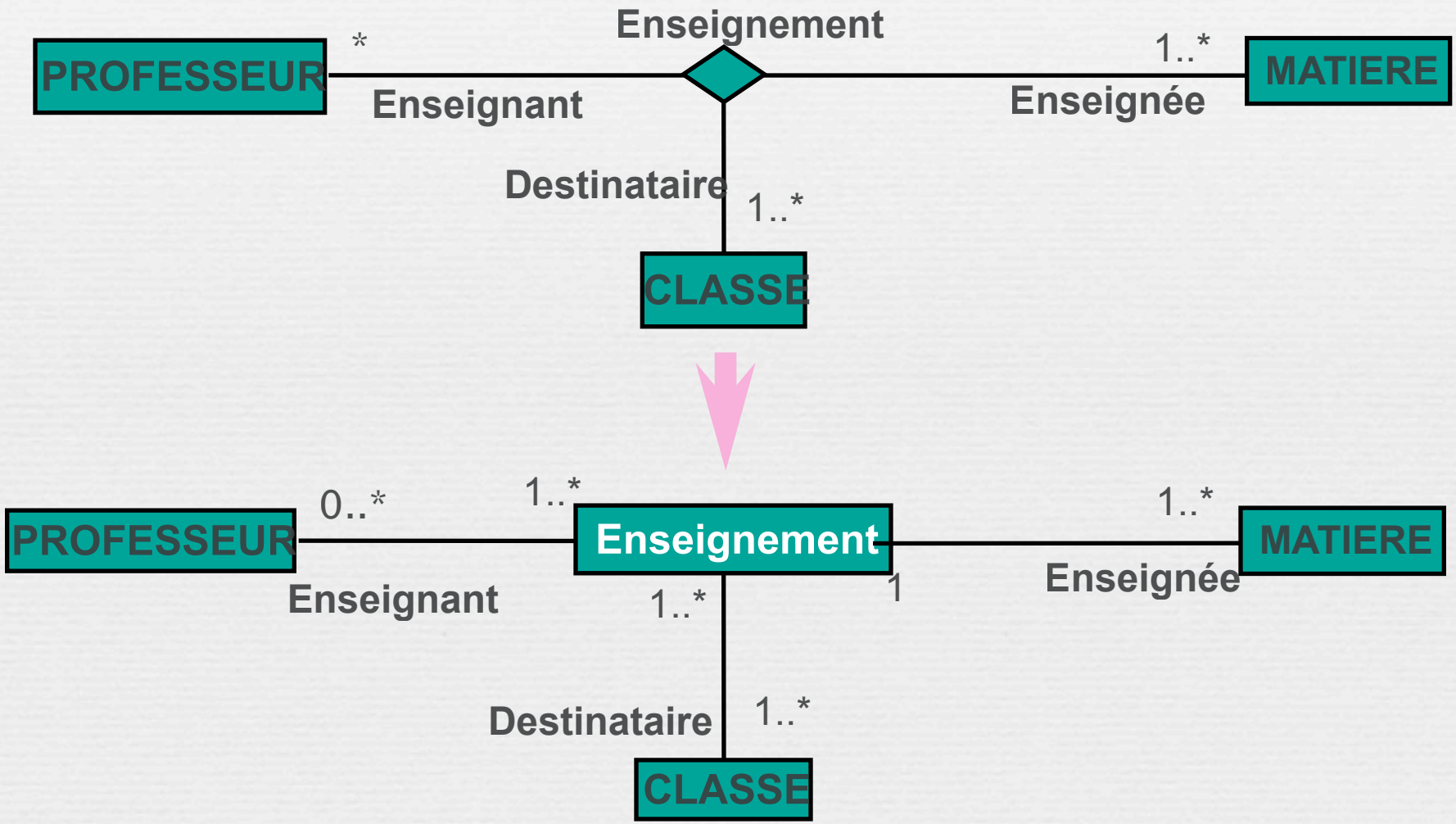
- Une classe d'association est utilisée quand une information semble appartenir aux deux objets ou à aucun objet





Relations n-aires

- Relations entre plus de 2 classes *(à éviter si possible)*



- UML Par la pratique (surtout dans sa dernière édition)
- Méthodologie en Ingénierie du logiciel, Modélisation Orientée objet, M.Grimaldi – janvier 2010

Application

Système de réservation de vol

Approfondissement Par l'exemple

Interview des experts métier

1. Des compagnies aériennes proposent différents vols.
2. Un vol est ouvert à la réservation et refermé sur ordre de la compagnie.
3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.
6. Un vol a un aéroport de départ et un aéroport d'arrivée.
7. Un vol a un jour et une heure de départ, et un jour et une heure d'arrivée.
8. Un vol peut comporter des escales dans des aéroports.
9. Une escale a une heure d'arrivée et une heure de départ.
10. Chaque aéroport dessert une ou plusieurs villes.

Interview des experts métier

1. Des compagnies aériennes proposent différents vols.
2. Un vol est ouvert à la réservation et refermé sur ordre de la compagnie.
3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.
6. Un vol a un aéroport de départ et un aéroport d'arrivée.
7. Un vol a un jour et une heure de départ, et un jour et une heure d'arrivée.
8. Un vol peut comporter des escales dans des aéroports.
9. Une escale a une heure d'arrivée et une heure de départ.
10. Chaque aéroport dessert une ou plusieurs villes.

Étape 1 - Modélisation des phrase 1 et 2

1. Des compagnies aériennes proposent différents vols.

Étape 1 - Modélisation des phrase 1 et 2

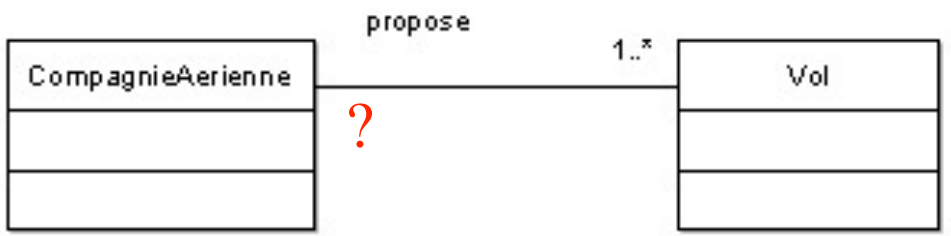
1. Des compagnies aériennes proposent différents vols.

2 concepts importants du monde réel

1 association

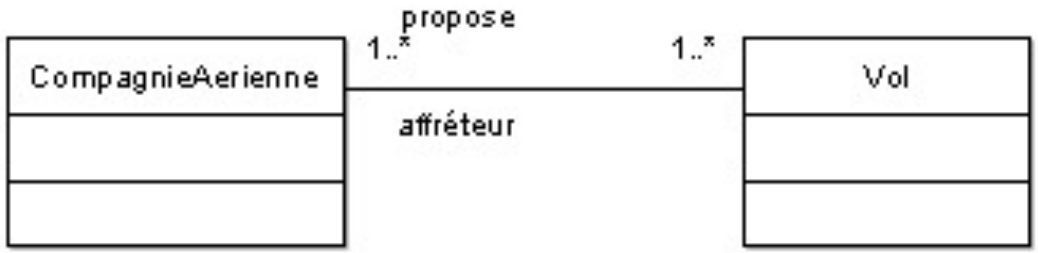
CompagnieAerienne et *Vol*

Ils ont des propriétés et des comportements. Ce sont donc des classes candidates pour notre modélisation statique.



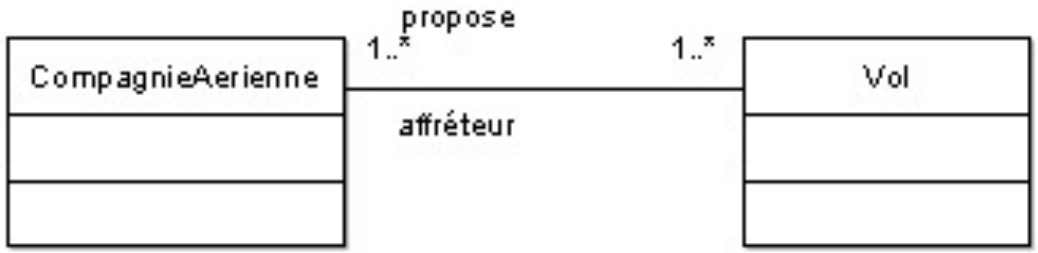
La phrase ne donne pas d'indication sur la multiplicité coté *CompagnieAerienne*. Il faudra poser la question à l'expert métier!

Nous partirons du principe qu'un vol est proposé le plus souvent par une seule compagnie aérienne, mais qu'il peut également être partagé entre plusieurs affréteurs.

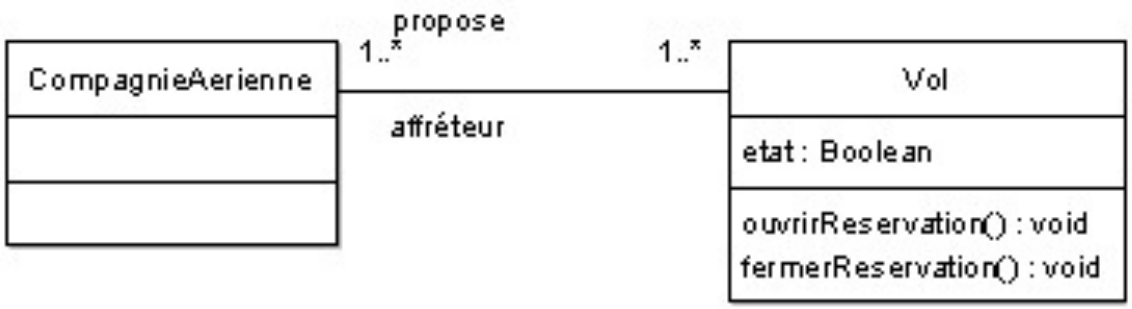


2. Un vol est ouvert à la réservation et refermé sur ordre de la compagnie.

Nous partirons du principe qu'un vol est proposé le plus souvent par une seule compagnie aérienne, mais qu'il peut également être partagé entre plusieurs affréteurs.



2. Un vol est ouvert à la réservation et refermé sur ordre de la compagnie.

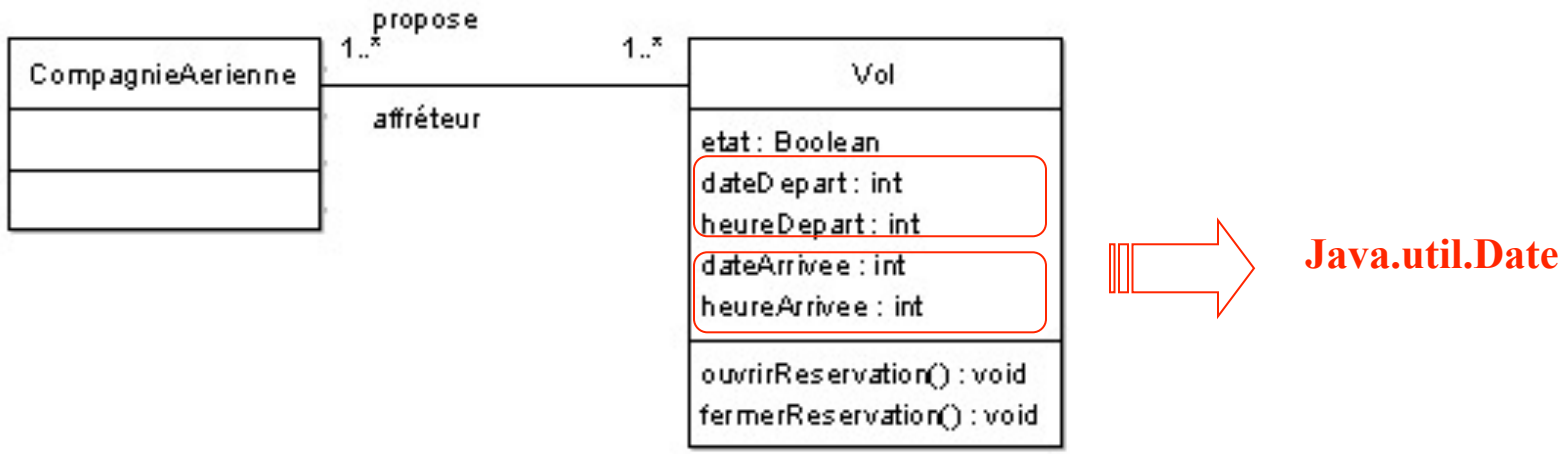


Étape 2 - Modélisation des phrase 6, 7 et 8

7. Un vol a un jour et une heure de départ, et un jour et une heure d'arrivée.

Étape 2 - Modélisation des phrase 6, 7 et 8

7. Un vol a un jour et une heure de départ, et un jour et une heure d'arrivée.



Objet ou attribut?

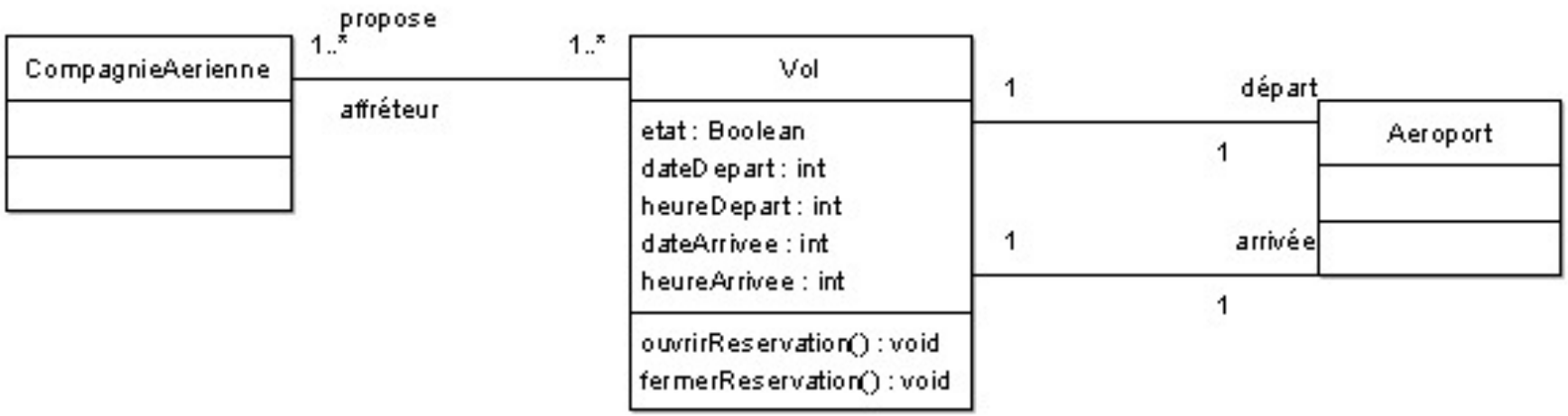
Un objet est un élément plus « important » qu'un attribut.

- si l'on ne peut demander à un élément que sa valeur - **attribut**
- si plusieurs questions s'y appliquent - **objet** (qui possède lui-même plusieurs attributs, ainsi que des liens avec d'autres objets.)

6. Un vol a un aéroport de départ et un aéroport d'arrivée.

6. Un vol a un aéroport de départ et un aéroport d'arrivée.

Contrairement aux notions d'heure et de date qui sont des types «*simples* », la notion d'aéroport est complexe; elle fait partie du «métier». Un aéroport ne possède pas seulement un nom, il a aussi une capacité, dessert des villes, …etc... C'est la raison pour laquelle nous préférons créer une classe *Aéroport* plutôt que de simples attributs *aeroportDepart* et *aeroportArrivee* dans la classe *Vol*.

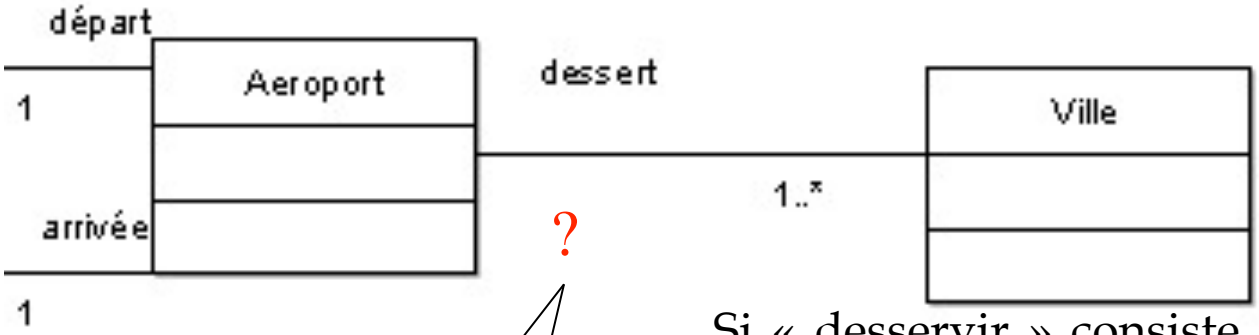


Modélisation de la phrase 10.

10. Chaque aéroport dessert une ou plusieurs villes.

Modélisation de la phrase 10.

10. Chaque aéroport dessert une ou plusieurs villes.



?

1

0..*

Si « desservir » consiste simplement à désigner le moyen de transport par les airs le plus proche, toute ville est toujours desservie par un et un seul aéroport.

Si « desservir » vaut par exemple pour tout moyen de transport aérien se trouvant à moins de trente kilomètres, alors une ville peut être desservie par 0 ou plusieurs aéroports.

Étape 3 - Modélisation des phrases 8 et 9

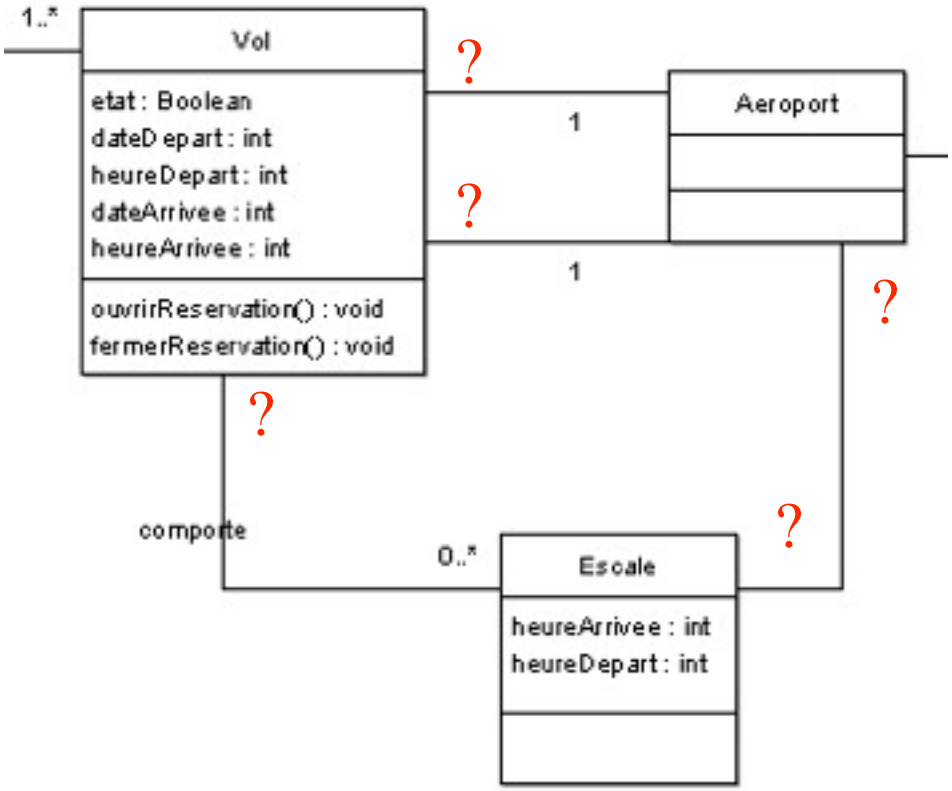
8. Un vol peut comporter des escales dans des aéroports.
9. Une escale a une heure d'arrivée et une heure de départ.

Étape 3 - Modélisation des phrases 8 et 9

8. Un vol peut comporter des escales dans des aéroports.
9. Une escale a une heure d'arrivée et une heure de départ.

- Chaque escale a deux propriétés : heure d'arrivée et heure de départ.
- Elle est en relation avec des vols et des aéroports, qui sont eux-mêmes des objets (phrase 8).

Il est donc naturel d'en faire une classe à son tour.

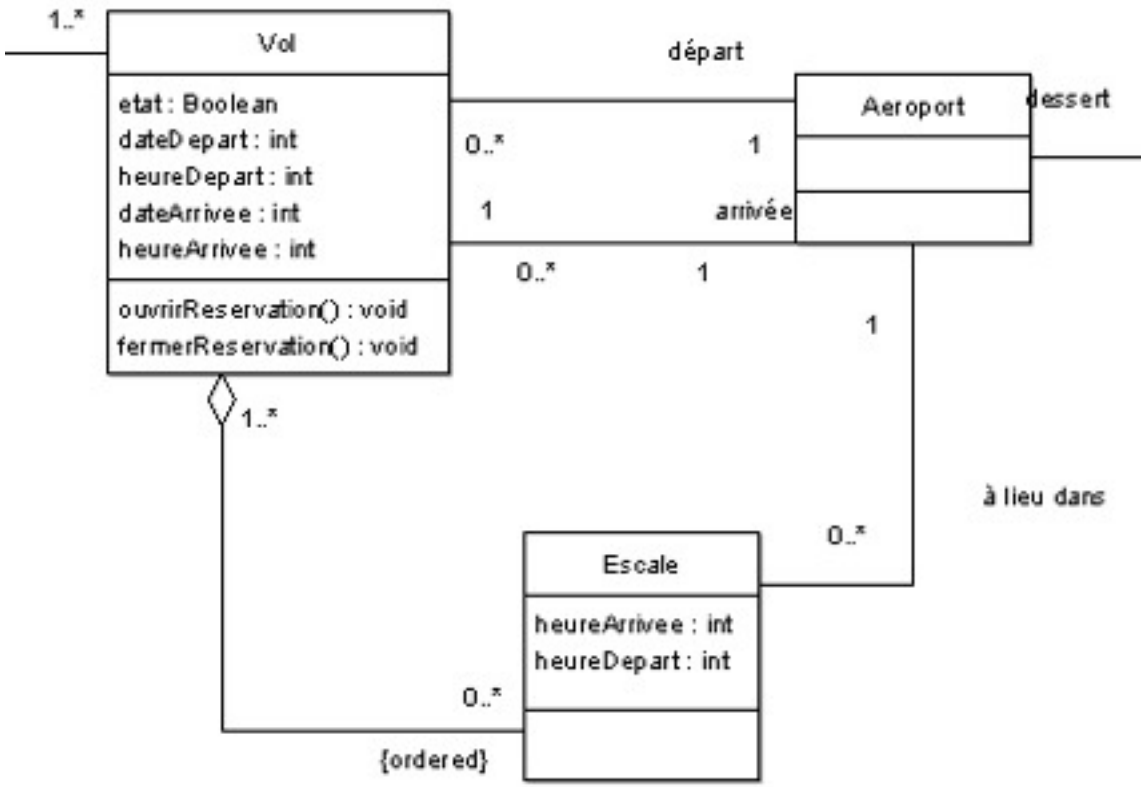


La phrase 8 est imprécise : une escale peut-elle appartenir à plusieurs vols, et quelles sont les multiplicités entre ***Escale*** et ***Aéroport*** ?

De plus, le schéma n'indique toujours pas les multiplicités du côté ***Vol*** avec ***Aéroport***

Pour finaliser le diagramme des phrases 8 et 9, il nous suffit d'ajouter deux précisions :

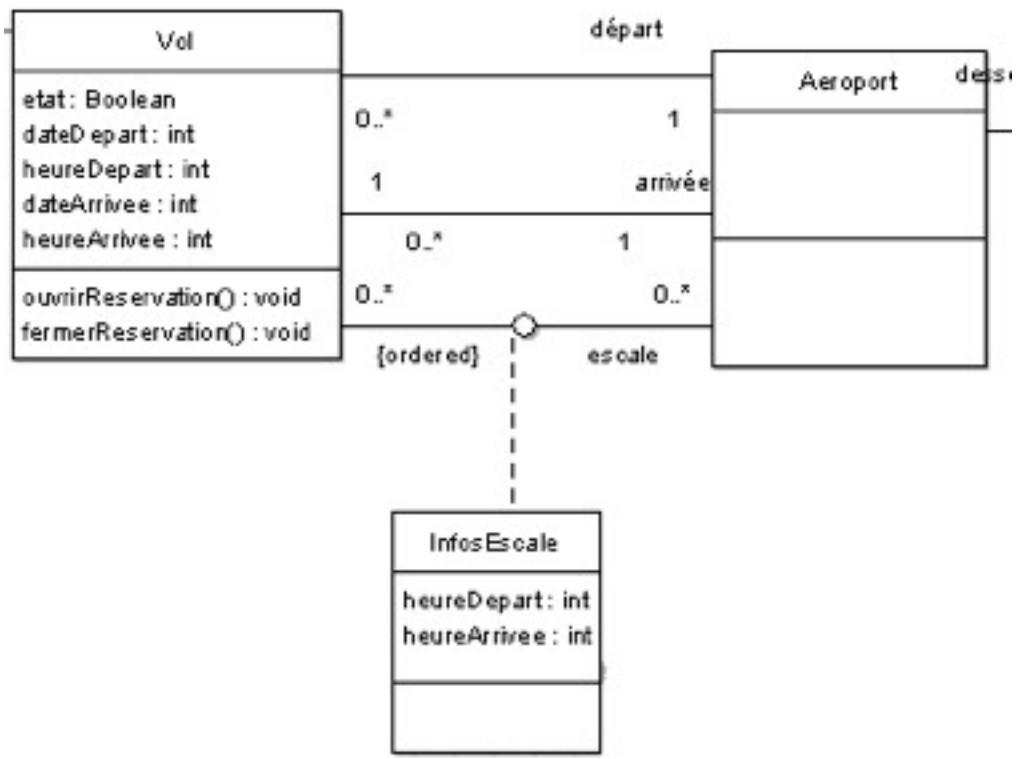
- l'association entre Vol et Escale est une agrégation (pas une composition, puisqu'elle est partageable) ;
- les escales sont ordonnées par rapport au vol.



Classe d'association

On peut considérer plutôt cette notion d'escale comme un troisième rôle joué par un aéroport par rapport à un vol ? Les attributs *heureArrivee* et *heureDepart* deviennent alors des attributs d'association

. La classe Escale disparaît alors en tant que telle, et se trouve remplacée par une classe d'association InfosEscale.

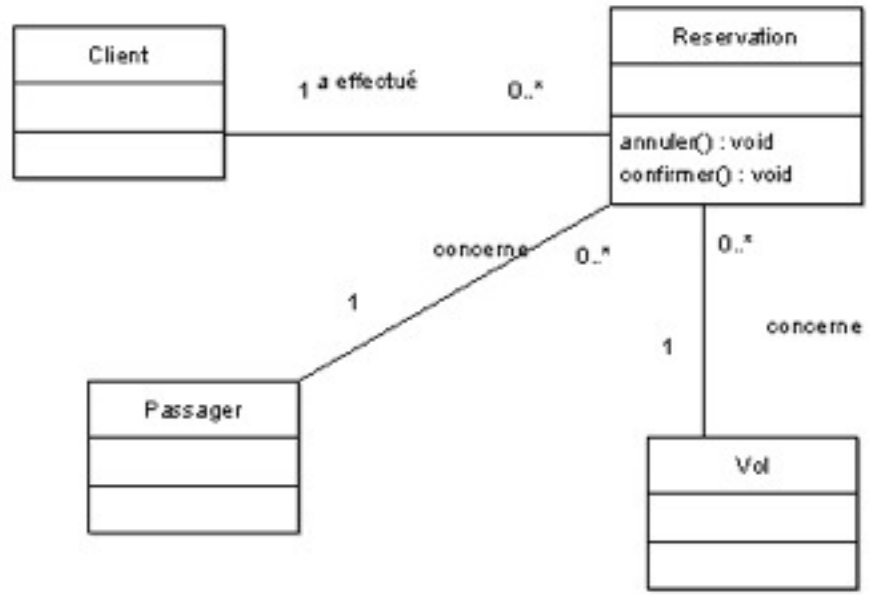


Étape 4 - Modélisation des phrases 3, 4 et 5

3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.

Étape 4 - Modélisation des phrases 3, 4 et 5

3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.

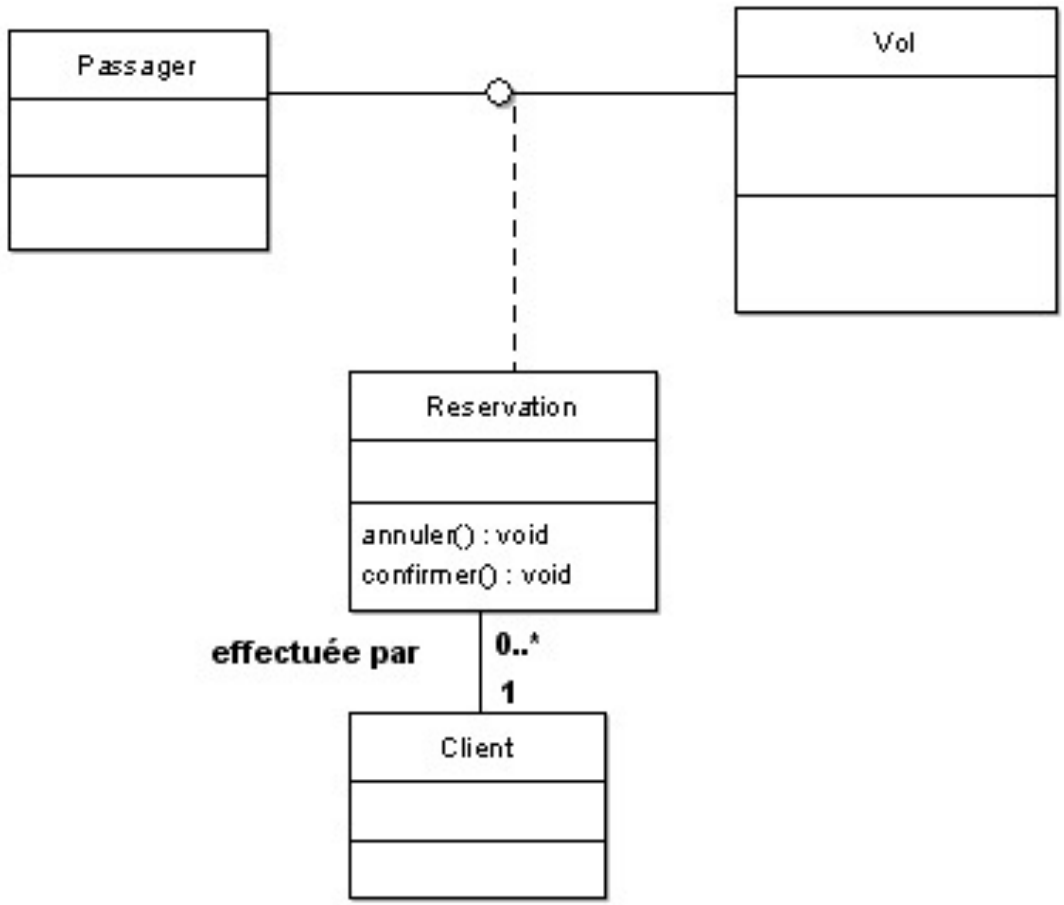


Modélisation alternative des phrases 3, 4 et 5

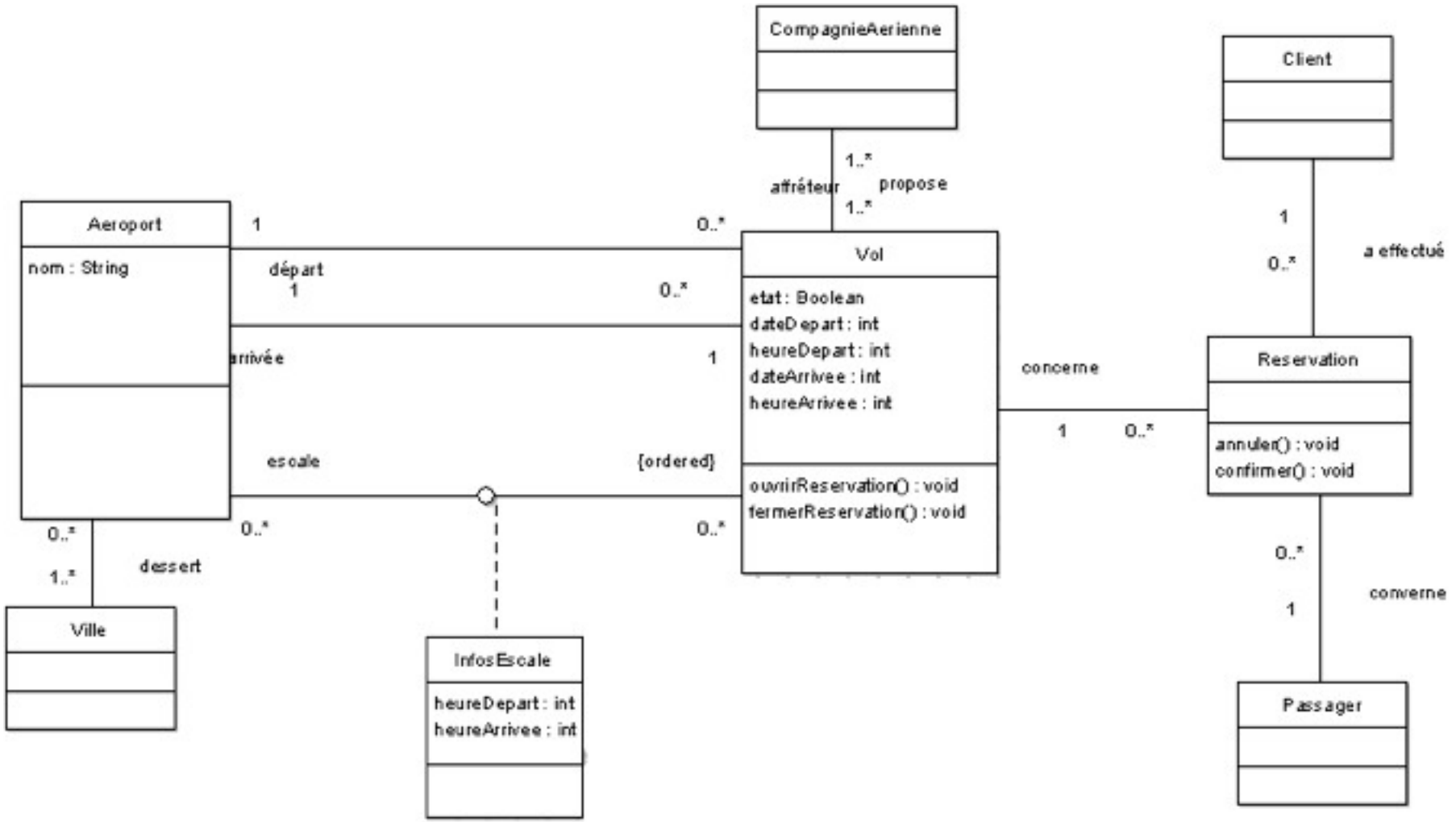
3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.

Modélisation alternative des phrases 3, 4 et 5

3. Un client peut réserver un ou plusieurs vols, pour des passagers différents.
4. Une réservation concerne un seul vol et un seul passager.
5. Une réservation peut être annulée ou confirmée.



Modélisation statique



Conseils pratiques

- Réfléchir au problème avant de commencer
  - Soigner le nommage, insister sur le nommage des relations et des rôles
    - Les noms des attributs débutent par une minuscule
    - Les noms des classes débutent par une majuscule et peuvent contenir plusieurs mots concaténés commençant par une majuscule

Conseils pratiques

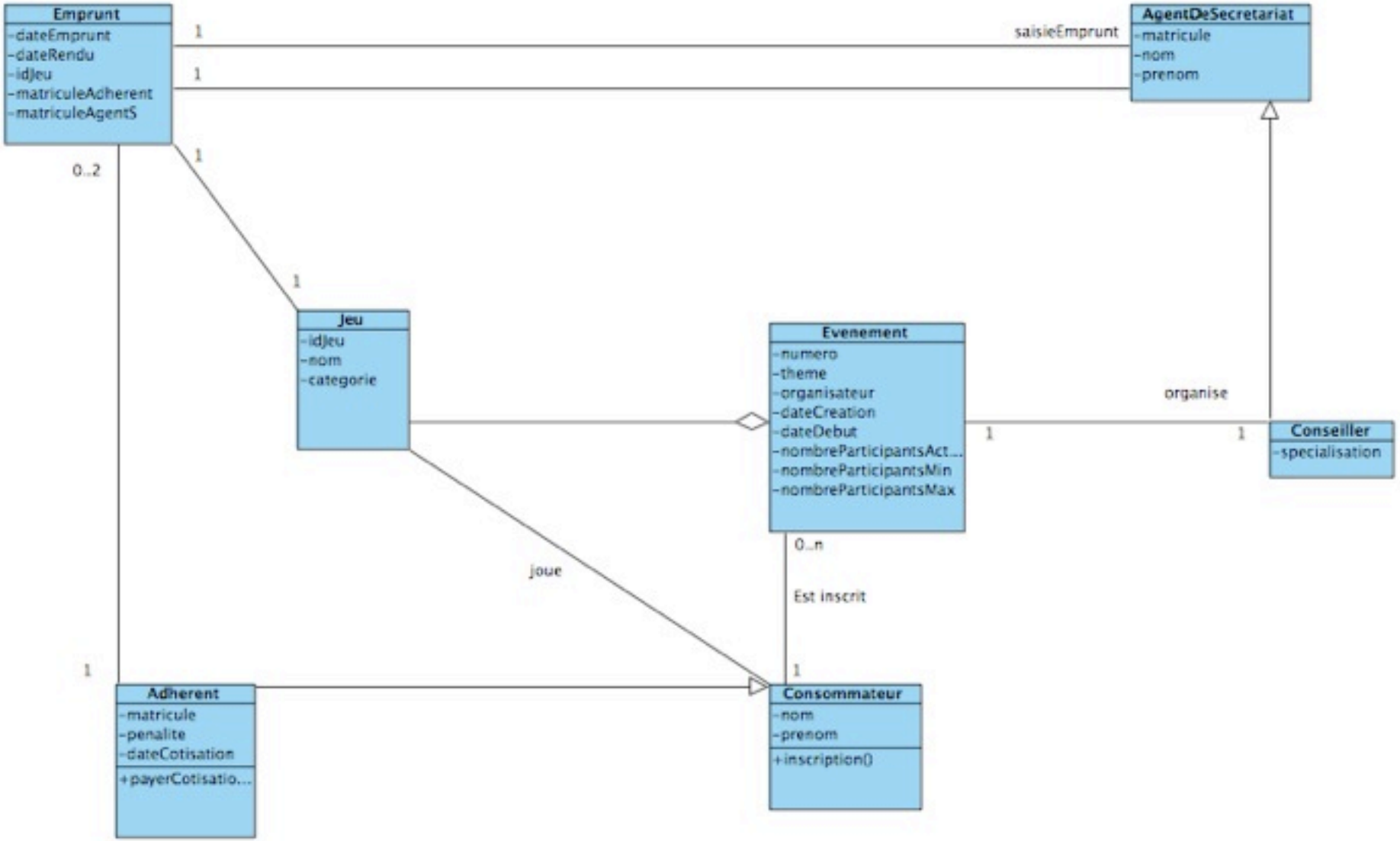
- Réfléchir au problème avant de commencer
  - Soigner le nommage, insister sur le nommage des relations et des rôles
- Faire simple!
  - «*Things must be as simple as possible, but no simpler*». A. Einstein
  - éviter toute complication nuisible
    - se dégager de l'implémentation : raisonner objets, classes, messages, relations, attributs, opérations
  - ne pas s'inquiéter si les possibilités de la notation ne sont pas toutes exploitées

Conseils pratiques (suite)

- Approche incrémentale
  - Itérer
  - Savoir s'arrêter avant d'atteindre la perfection...
    - prise en compte qualité (niveau de précision), coûts, délais...
    - asservissement au processus de développement
- Faire simple (encore)
  - *Un bon modèle n'est pas un modèle où l'on ne peut plus rien ajouter, mais un modèle où on ne peut plus rien enlever.*

(d'après A. de St-Exupéry)

Trouver les erreurs



Trouver les erreurs