Analyse, Spécification et Modélisation avec UML

Bertrand LE GAL

Filière RSI – 2ème année

ENSEIRB – 2006/07

Plan du cours

I. Retour sur le flot de conception logiciel

II. Introduction à UML

III. Le diagramme des cas d'utilisation

IV. Les diagrammes de classes

V. Implémentation des modèles

VI. Les diagrammes de séquence et de collaboration

VII. Les diagrammes d'états-transitions

VIII. Les diagrammes de déploiement

VII. Conclusion

Retour sur le flot de Conception

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Les causes courantes des échecs de projets

- *Mauvaise compréhension* des besoins des utilisateurs finaux.
- Incapacité à gérer les *modifications des exigences* des clients au cours du développement.
- Les modules composant le projet ne fonctionnent pas ensemble (*mauvaises interfaces*)
- *Code source* du logiciel *difficile à maintenir* ou à *faire évoluer*
- Logiciel de *mauvaise qualité* (beaucoup d'anomalies de conception / exécution)

L'idéal pour la gestion d'un projet !

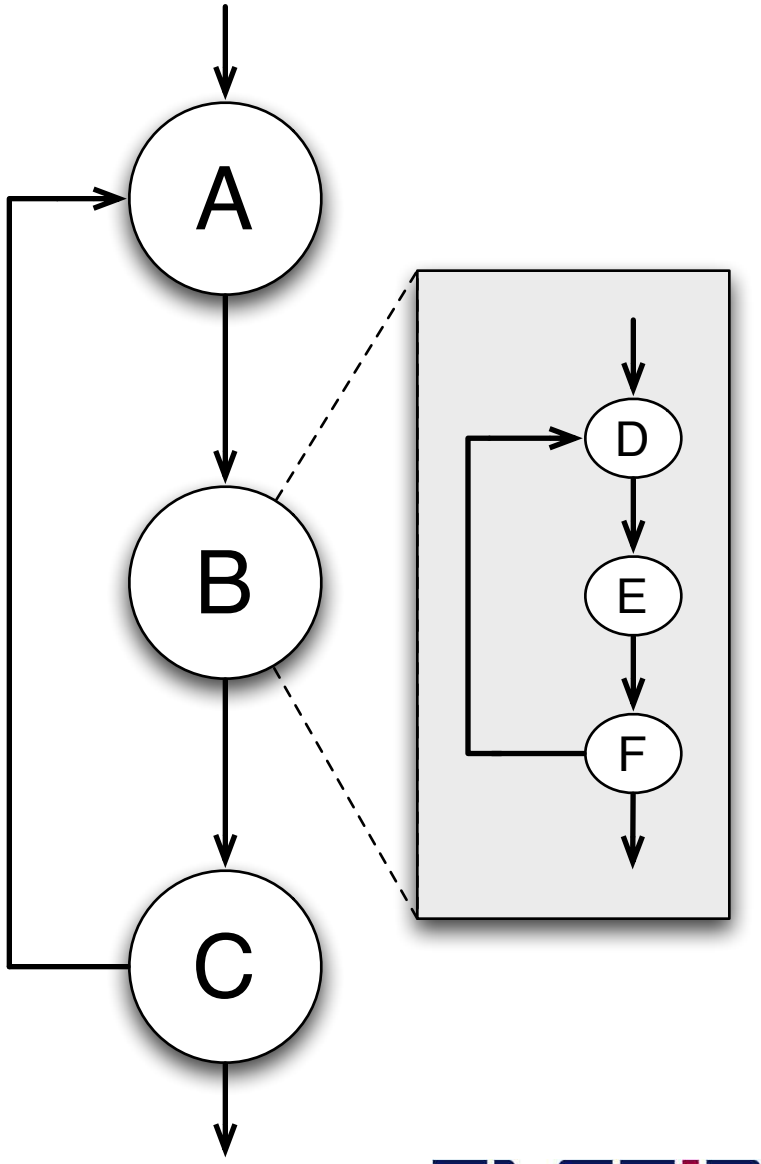
1. *Bien comprendre les besoins*, les demandes et les exigences des utilisateurs finaux.
2. *Bonne communication avec le client* pour valider certains choix et vérification de l'étape (1).
3. *Tester et valider chaque phase* de la conception pour ne pas découvrir des problèmes plus tard.
4. *Traiter au plus tôt les problèmes*.
5. *Maîtriser la complexité* et augmenter la réutilisation.
6. Définir une *architecture robuste*.
7. Faciliter le *travail en équipe*.

Les 7 bonnes pratiques

1. Développement *itératif*,
2. Développement à base de *composants* centré sur l'architecture,
3. Pilotage du *développement par les risques*,
4. Gestion des *exigences*,
5. Maîtrise des modifications,
6. *Evaluation continue de la qualité,*
7. Modélisation visuelles.

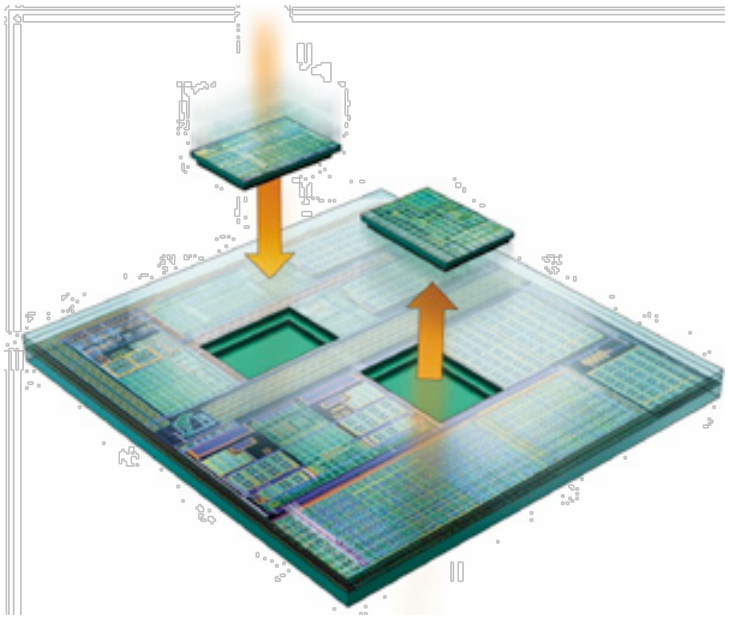
1 - Le développement itératif

- Cette méthode est basée sur de petites étapes (élémentaires).
- Chaque étape produit des retours et des adaptations si nécessaire.
- Autres dénominations
  - Développement en spiral
  - Développement évolutif



2. Développement basé sur les composants

- Validation de l'architecture logicielle lors des premières itérations :
  - Développement basé sur des IP du commerce,
  - Réutilisation préférée au redéveloppement,
- Tester l'architecture au plus tôt même si elle n'est pas fonctionnellement complète.



3. Pilotage par les risques

- Analyser les risques potentiels au plus tôt (début de la conception) :
  - Les regrouper et les hiérarchiser,
  - Travailler en priorité sur les risques critiques,
- Cela concerne les risques techniques, ainsi que :
  - Les risques liés aux clients,
  - Les risques liés au domaine applicatif,
  - Les risques liés à l'organisation du projet,
- Sémantique
  - *Un risque est un événement redouté dont l'occurrence est plus ou moins prévisible et qui aura des répercussions sur le projet.*
  - *Un problème est un risque qui s'est révélé.*

4. Les exigences du client

- Sémantique
  - *Une exigence est une condition à laquelle le système doit satisfaire ou une capacité dont il doit faire preuve.*
- Les exigences peuvent être :
  - Fonctionnelles
    - Elles décrivent ce que le système doit savoir faire,
  - Non fonctionnelles
    - Qualité des services,
    - Temps de réponse, temps de traitement,
    - Sécurité au fonctionnement,
    - IHM adaptée aux utilisateurs.

5. Les demandes de changement

- Sémantique
  - *Une demande de changement est une requête visant à modifier un artefact ou un processus.*
- Il faut dans ce cas indiquer dans la documentation, la nature du changement, *sa cause* et *ses impacts* sur la solution proposée.
- Il existe 2 types de changements
  - La demande d'évolution
    - Nouvelle caractéristique du système ou modifications d'une existante
  - Le rapport d'anomalie

6. Evaluation constante de la qualité

- Il a été prouvé que l'identification des erreurs de conception au plus tôt permet de "gagner" de l'argent (ou d'en perdre moins)
  - ↳ Ratio 10 à 100 !
- Les problèmes de qualité sont souvent les causes principales des dépassements de délais,
- Les phases de test, de vérification et de correction consomment environ 70% du temps total d'un projet !
- 60% des problèmes existent déjà déjà lors de la conception de l'application.

Pourquoi utiliser la modélisation visuelle ?

- On doit pouvoir mémoriser nos pensées et les communiquer en utilisant des langages visuels et schématiques.
  - Réseaux de Pétri,
  - Grafcet
  - UML, etc.

- Avantages de ces approches
  - Les langages visuels sont naturels et faciles à comprendre (non relatifs à un langage de communication).
  - On estime que 50% du cerveau est impliqué dans le processus visuel.

Introduction à UML

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

- UML est un langage standard conçu pour permettre aux concepteurs d'élaborer les plans des logiciels qu'ils doivent développer.

- On se sert du langage UML pour:
  - Visualiser,
  - Spécifier,
  - Construire,
  - Documenter,
  - Communiquer (travailler à plusieurs),

UML est un langage

- Ce langage possède un *vocabulaire et des règles* qui permettent de *combiner les mots* afin de communiquer.
- La modélisation permet de comprendre le système,
  - Tous les modèles sont liés les uns avec les autres afin de représenter le système et les interactions entre les blocs élémentaires.
- Le vocabulaire et les règles d'écriture régissent la manière de construire et de lire les modèles correctement mis en forme.
  - *Aucune décision d'implémentation.*

UML, un langage pour visualiser

- Pour certains développeurs, il y existe un lien direct entre une idée et son code d'implémentation.
  - Utilisation d'un modèle de représentation mental.
- Problème dans le partage de ces modèles avec d'autres personnes,
  - Risques d'incompréhension, d'incertitudes...
  - Chaque organisation et/ou personne possède son propre langage (difficulté d'intégration)
- UML permet de résoudre les problématiques du partage de l'information de manière visuelle.

UML, un langage pour visualiser

- UML est bien plus qu'un assemblage de symboles graphiques !
  - Chaque symbole graphique possède sa sémantique propre (signification universelle).
  - Un modèle peut être écrit par un concepteur et compris pas un autre sans ambiguïté...
  - Une automatisation par outil peut ainsi être mise en place pour traiter certaines informations.
- UML est un *méta-langage de modélisation* permettant d'unifier les modèles utilisés dans les méthodes de développement (raffinement).

UML, un langage pour spécifier

- Dans le cadre d'UML, spécifier signifie construire sans ambiguïté,
- UML offre la possibilité de spécifier le comportement de l'application de manière formelle,
  - Réflexion sur des modèles formels,
  - Approche indépendante du langage objet d'implémentation (C++, Java, etc.).
- UML n'est pas une méthode mais une notation qui laisse la liberté de conception.

UML, un langage pour documenter

- Lors du développement d'un produit, on réalise des choix :
  - Architecture d'implémentation,
  - Besoins identifiés,
  - Code source du projet,
  - Planning de développement,
  - Les plans et les jeux de test, etc.
- UML permet de réaliser la définition et la documentation de ces taches.

Les domaines d'utilisation de UML

- UML est employé dans l'ensemble des secteurs du développement informatique :
  - Systèmes d'information,
  - Télécommunication, défense,
  - Transport, aéronautique, aérospatial,
  - Domaines scientifiques,
- Mais pas seulement : on peut modéliser des comportement mécaniques, humain, etc.
  - Structure d'un système de santé / judiciaire, etc.

Les briques de base d'UML

- Dans le langage UML, il existe 3 types de briques de base :

1. Les *éléments*
   - ✓ Ce sont les abstractions essentielles au modèle.
2. Les *relations*
   - ✓ Les relations expriment les liens existants entre les différents éléments.
3. Les *diagrammes*
   - ✓ Les diagrammes comprennent des ensembles d'éléments dignes d'intérêt.

Il existe 4 types d'éléments dans UML

- Ce sont les éléments de base qui vont permettre la définition par la suite des modèles.

  1. Les éléments *structurels,*
  2. Les éléments *comportementaux,*
  3. Les éléments de *regroupement,*
  4. Les éléments *d'annotation.*

Les éléments structurels

- Les éléments structurels sont les éléments les plus statiques d'UML, il en existe 7 types distincts :
  1. Les classes,
  2. Les interfaces,
  3. Les collaborations,
  4. Les cas d'utilisation,
  5. Les classes actives,
  6. Les composants,
  7. Les noeuds.

Les éléments comportementaux

- Les *éléments comportementaux* représentent les *parties dynamiques* des modèles,
- Ils permettent de définir le comportement du modèle dans le temps et l'espace,
- Il en existe 2 types fondamentaux :
  1. Les interactions,
  2. Les automates à états finis.

Les éléments de regroupement

- Les *éléments de regroupement* représentent les *parties organisationnelles* des modèles UML,
- Ce sont les boites dans lesquelles un modèle peut être décomposé,
- Il existe un seul type d'élément de regroupement : "le package"

Les éléments d'annotation

- Les *modèles d'annotation* représentent les *parties explicatives* des modèles UML.

- Ce sont les commentaires qui vont être ajoutés aux modèles afin :
  - D'expliquer un choix,
  - Décrire le fonctionnement,
  - Faire une remarque,
  - Détailler une hypothèse
  - Spécifier une contrainte d'implémentation

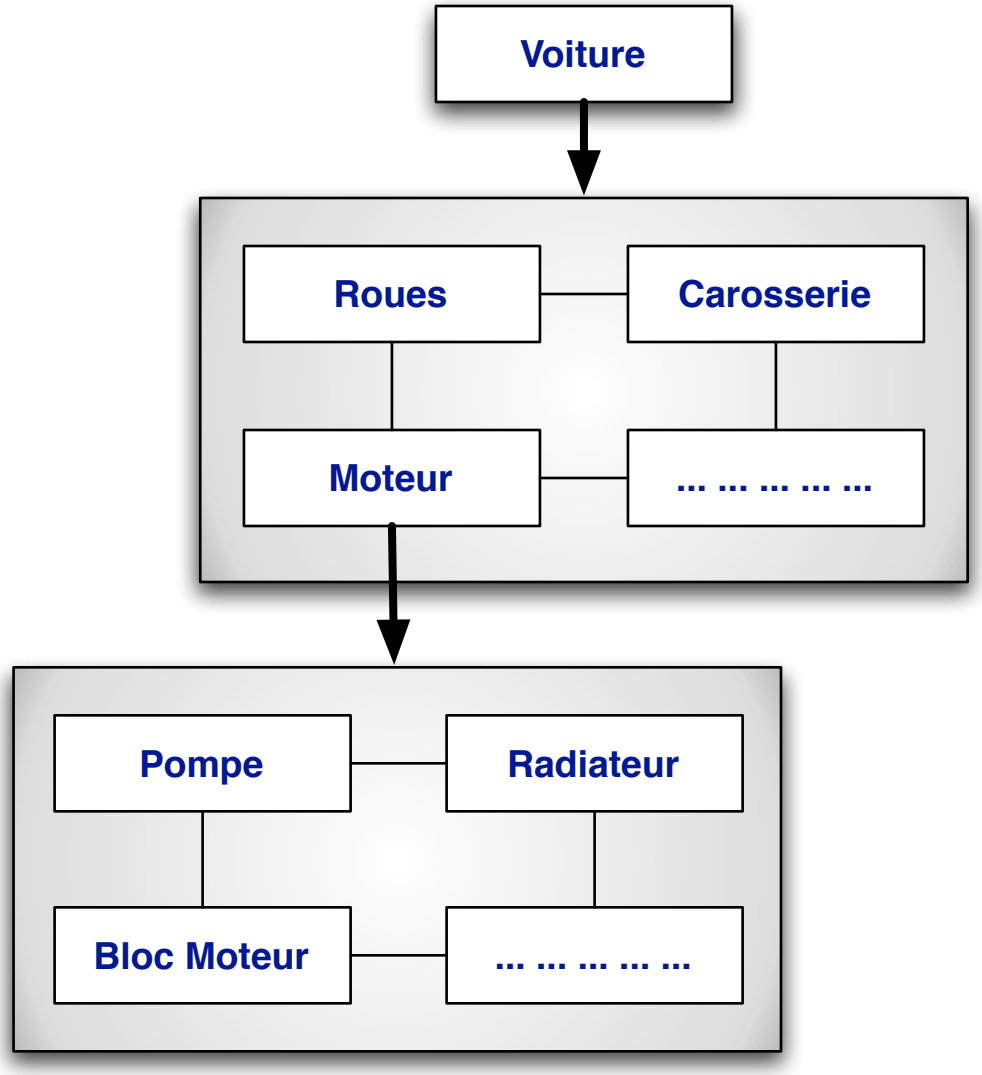
Les relations dans UML

- Afin d'exprimer les liens interconnectant les différents éléments des modèles, *4 relations de base* ont été définies :

  1. La *dépendance*,
  2. La *généralisation*
  3. L'*association*,
  4. La *réalisation*,

Les diagrammes en UML

- Un *système est un ensemble de sous-systèmes* organisés pour atteindre un objectif et décrit à l'aide de modèles.
- Un *sous-système est un regroupement d'éléments* , dont certains spécifient le comportement proposé par les autres éléments contenus.
- Un *modèle* est une *abstraction complète et cohérente d'un système* permettant d'en faciliter la compréhension.
  - Modélisation des *parties structurelles* (statique)
  - Modélisation du *comportement* (dynamique)


Voiture
Roues
Carosserie
Moteur
... ...
Pompe
Radiateur
Bloc Moteur
... ...

Les diagrammes avec UML

- Un *diagramme* est une *représentation visuelle* de l'ensemble des éléments qui constituent le système.
  - Ils servent à visualiser un système sous différents angles (utilisateur, administrateur par ex.)

- Dans les systèmes complexes, *un diagramme* ne fourni qu'une *vue partielle* du système.
  - L'ensemble des diagrammes aboutés permet d'obtenir une vue globale du système à concevoir.
  - Chaque diagramme va permettre de modéliser ou spécifier une vue (spécificité) du système à concevoir.

Les diagrammes dans UML : 9 types

- Les diagrammes *"statiques"*
  1. Diagramme de classes,
  2. Diagramme d'objets,
  3. Diagramme de composants,
  4. Diagramme de déploiement,
- Les diagrammes *"dynamiques"*
  5. Diagramme de cas d'utilisation,
  6. Diagramme de séquences,
  7. Diagramme de collaboration,
  8. Diagramme d'états-transitions,
  9. Diagramme d'activités.

Les diagrammes structurels

- Les *diagrammes de classes*
  - Ils représentent l'ensemble des classes, des interfaces et des collaborations ainsi que leurs relations.
  - Les diagrammes les plus utilisés dans une approche de développement objets.
- Les *diagrammes d'objets*
  - Ils représentent un ensemble d'objets (instances de classes) avec leurs relations,
  - Similaire aux diagrammes de classes, mais avec des détails réels et des prototypes.

Les diagrammes structurels

- Les *diagrammes de composants*
  - Ils sont apparentés aux diagrammes de classes.
  - Un composant correspond généralement à une ou plusieurs classe, interfaces ou collaboration.
- Les *diagrammes de déploiements*
  - Ils sont apparentés aux diagrammes de composants.
  - Un noeud englobe généralement un ou plusieurs composants.

Les diagrammes comportementaux

- Les *diagrammes de cas d'utilisation*
  - Organisent les comportements du système.
  - Représentation des acteurs et de leurs relations avec l'application.
- Les *diagrammes de séquences*
  - Centrés sur l'ordre chronologique des messages.
  - Il modélisent chronologiquement les messages échangés par les objets du système (sous-système).

✓ ***Ce sont les 2 modèles les plus employés (modélisation dynamique)***

Les diagrammes comportementaux

- Les *diagrammes de collaboration*
  - Centrés sur l'organisation structurelle des objets qui communiquent (envoie & réception des messages).
  - Mise en évidence des liens existants entre les objets.
- Les *diagrammes états-transitions*
  - Centré sur le changement d'état du système en fonction des événements.
  - Modélisation sous forme d'un automate à états-finis (état, action, transition).
- Les *diagrammes d'activités*
  - Centrés sur le flot de contrôle d'une activité sur une autre.

Diagramme de cas d'utilisation

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Introduction aux cas d'utilisation

- Les cas d'utilisation servent à modéliser le *comportement dynamique* d'un système (sous système).

- Les comportements différents d'un système sont représenté sous forme de cas d'utilisation,
  - On ne se préoccupe pas de l'implémentation du système, juste des services qu'il doit rendre aux utilisateurs,
  - Données directement extraites du cahier des charges,

- Un cas d'utilisation décrit un *ensemble de séquences* dans lequel chaque séquence représente les interactions entre l'extérieur du système (acteurs) et le système lui même.

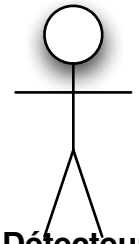
Introduction

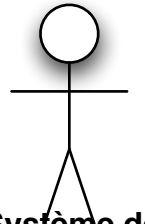
- L'expression des cas d'utilisation permet de savoir quels sont les services que doit implémenter le système et à qui il doit les rendre !

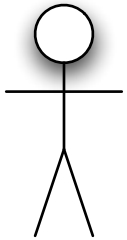
- Les cas d'utilisation se composent :
  - *D'acteurs externes* au système (personnes, capteurs, autres applications ...),
  - *Du système* en lui même et des services qu'il doit rendre,
  - *Des relations* qui relient les acteurs aux services qui leurs sont rendus,

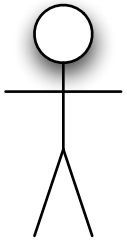
Cas d'utilisation, les acteurs

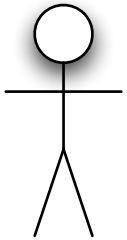
" Un acteur est une personne ou une chose qui va rentrer en interaction avec le système à concevoir ! "

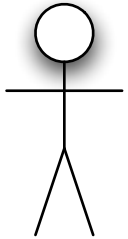




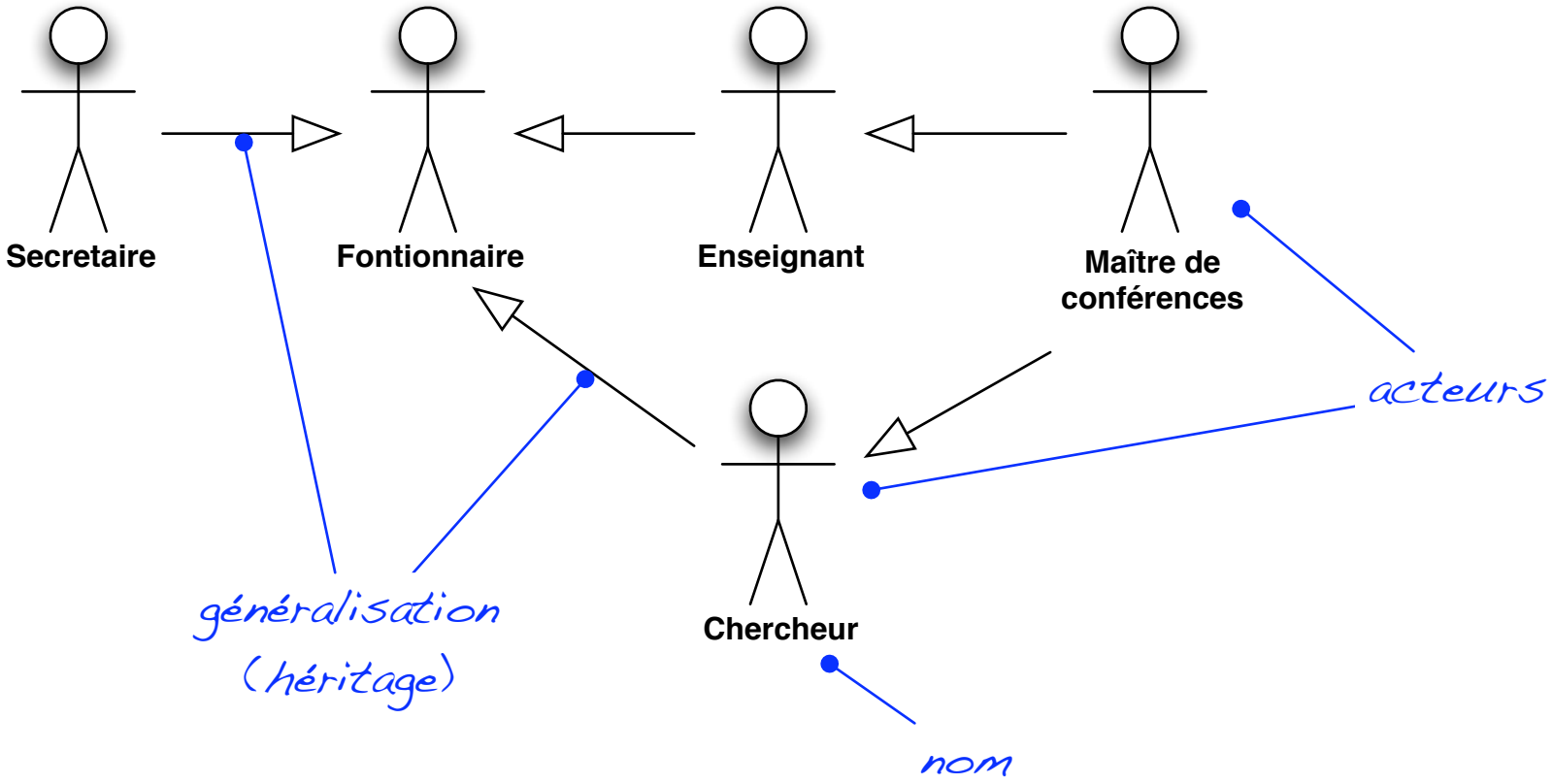






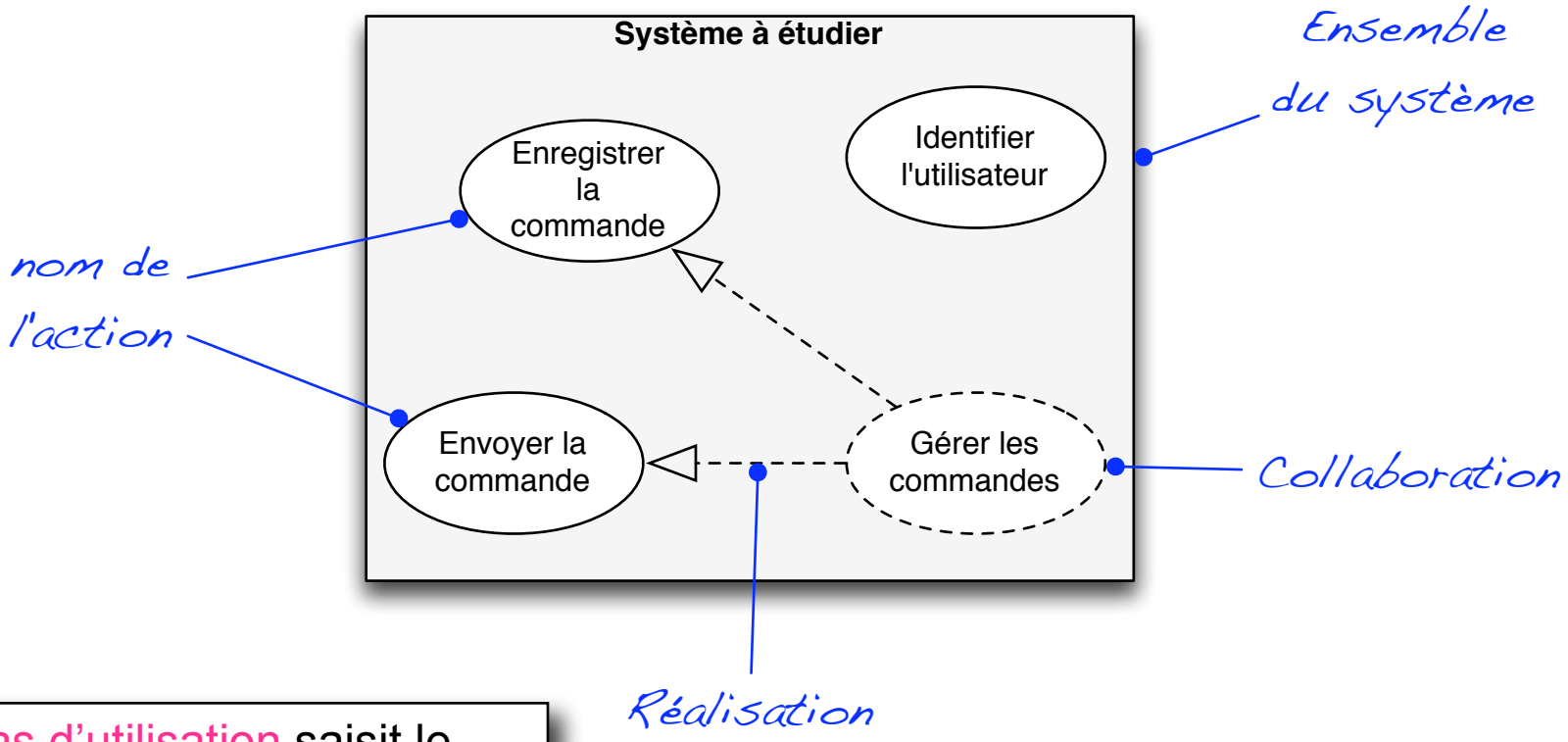


Cas d'utilisation, relations entre acteurs



Une secrétaire est une fonctionnaire, tout comme les enseignants et les chercheurs. Un maître de conférence est un fonctionnaire qui fait un travail d'enseignant et de chercheur à la fois.

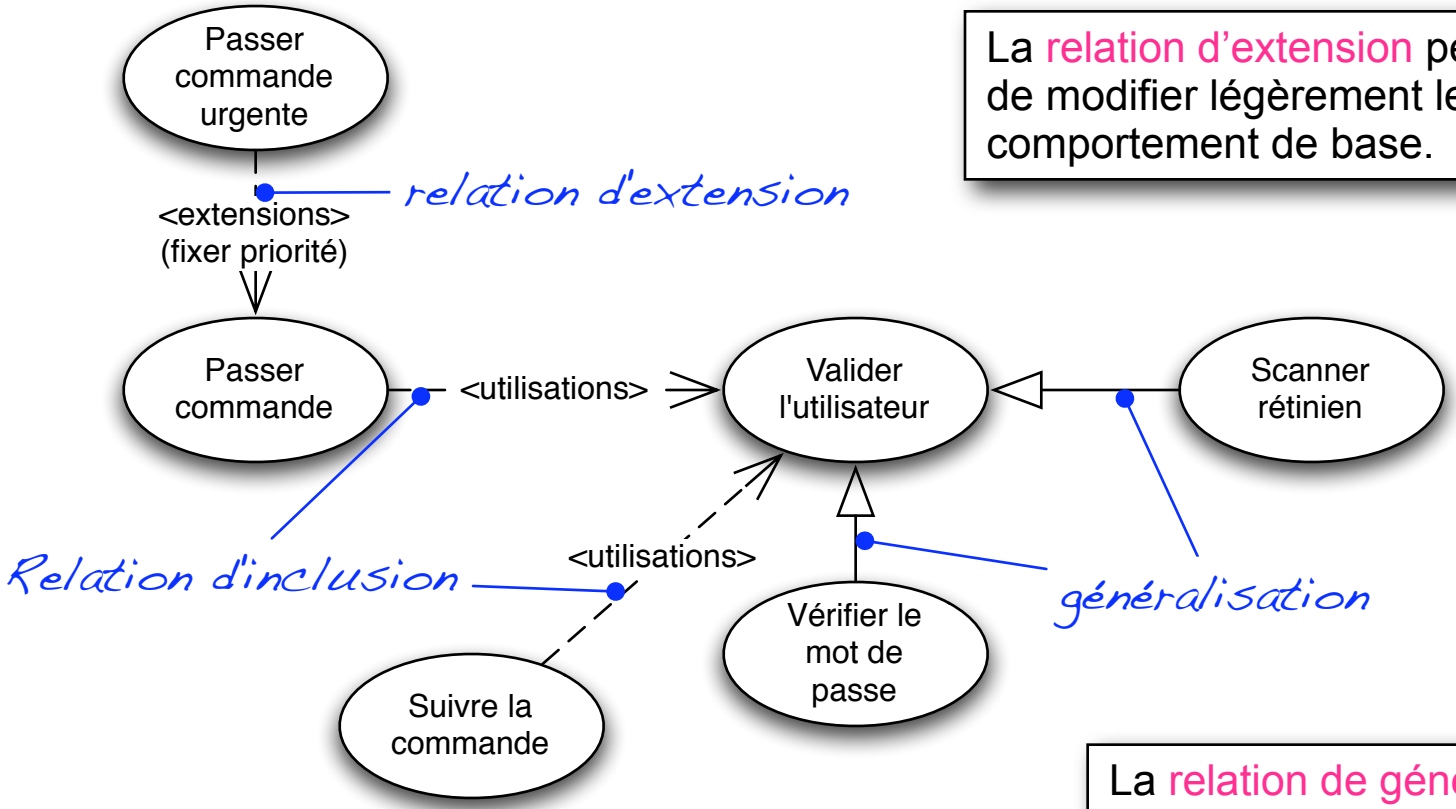
Cas d'utilisation, les actions



Un cas d'utilisation saisit le comportement attendu du système sans que l'on précise comment cela est réalisé.

La collaboration permet de raffiner la vue implémentation du système en factorisant les points communs.

Cas d'utilisation, Relations entre actions



La relation d'extension permet de modifier légèrement le comportement de base.

La relation d'inclusion est faite pour éviter la répétition des actions en factorisant les services rendus. Cela revient à déléguer une partie des actions.

La relation de généralisation modélise un héritage du comportement de base afin de l'affiner.

Afin de dessiner un cas d'utilisation...

- Identifier l'ensemble des acteurs possibles qui vont interagir avec l'application,
  - Identifier tous les acteurs,
  - Les factoriser sous forme de groupes,
- Prendre en considération les besoins de tous les utilisateurs
  - Le regrouper les besoins communs à l'aide des relations d'inclusion, de généralisation et d'extension,

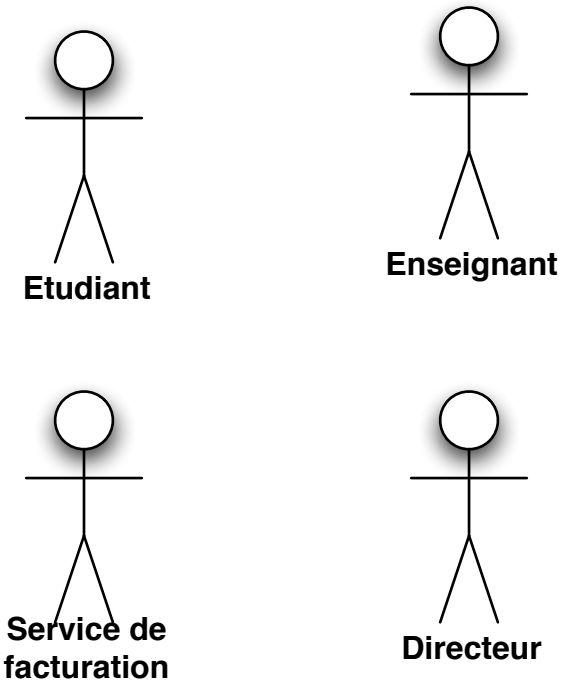
Exemple pédagogique : l'ENSEIRB

- L'ENSEIRB désire automatiser le processus d'inscription des étudiants, en voici le cahier des charges :
  - Le *responsable des filières* établit au début de chaque semestre le *programme des cours*
  - *Chaque étudiant* doit sélectionner *4 cours obligatoires* et *2 cours optionnels* par semestre.
  - Lorsqu'un étudiant s'inscrit, le *système de facturation* est averti et génère immédiatement la facture.
  - *Les enseignants* utilisent ces informations pour consulter leur service.
  - *Les étudiants* peuvent consulter *leur emploi* du temps en fonction des cours qu'ils ont choisis.

Exemple, Identification des acteurs

- 4 acteurs existent dans notre cahier des charges :
  1. L'étudiant,
  2. L'enseignant,
  3. Le système de facturation,
  4. Le directeur des filières,

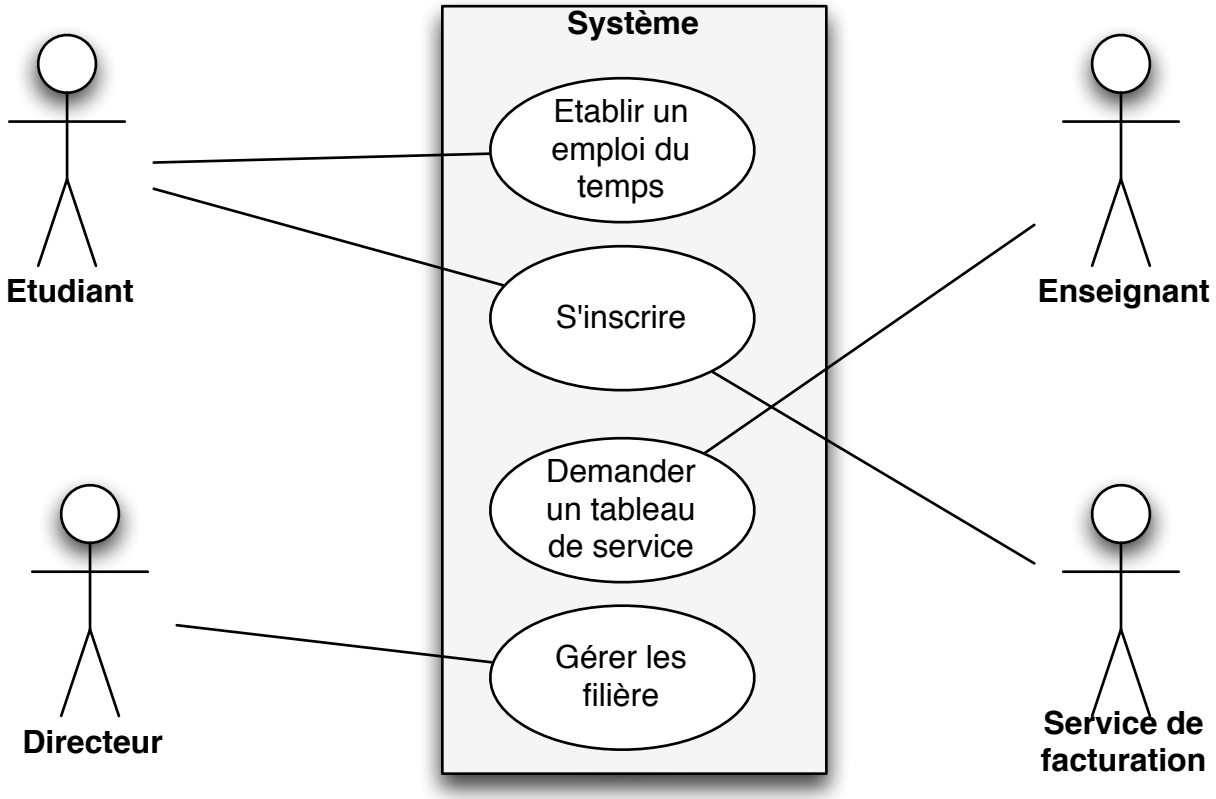
- Ce sont les seules personnes qui interagissent avec le système (selon le cahier des charges).



Exemple, Identification des fonctions

- Un cas d'utilisation est un motif de comportement intrinsèque au système
  - Chaque cas d'utilisation est une séquence de transactions connectées, effectuées par un dialogue entre un acteur et le système.
- Identification des besoins propres au acteurs
  - *Chef de service* - maintenir le programme des études.
  - *Enseignant* - demander un tableau de service.
  - *Etudiant* - établir un emploi du temps.
  - *Système de facturation* - recevoir les informations de facturation du système d'inscription.

Les cas d'utilisations, solution



Bien identifier les cas d'utilisation

- Un cas d'utilisation
  - Ensemble d'actions produisant un résultat observable pour un acteur particulier,
- Chaque cas d'utilisation candidat,
  - Vérifier qu'il fournit une valeur ajoutée
  - Vérifier l'existence d'un événement externe le produisant,
  - Décrire le cas d'utilisation succinctement,
- Attention au niveau de granularité
  - Ne pas descendre trop bas,
  - Limiter le nombre de niveau (<20)

Documenter les cas d'utilisation

- Pour chaque cas d'utilisation, il faut :
  - Exprimer ce que fourni l'utilisateur au système et ce qu'il reçoit en retour après exécution,
  - Il faut aussi penser à détailler les hypothèses réalisées (pré-requis et les post-conditions)
- L'expression des transactions entre le système et l'utilisateur sera détaillé par d'autres modèles :
  - Diagrammes de séquences,
  - Diagrammes d'activité, etc.

Scénario d'un cas d'utilisation

- Demande d'un tableau de service (enseignant)

1. L'enseignant se présente devant un terminal,
2. Le système affiche un message d'accueil,
3. L'enseignant demande un relevé d'heures,
4. Le système lui demande de s'authentifier,
5. L'enseignant s'authentifie (login et mot de passe),
6. Le système affiche les informations à l'écran,
7. L'enseignant précise qu'il a terminé sa consultation et qu'il désire se déconnecter,
8. Le système effectue la requête et retourne à l'écran d'accueil.

Description simplifiée

Scénario d'un cas d'utilisation

- Demande d'un tableau de service (enseignant)
  - Pré-conditions
    - ⇨ L'enseignant doit être inscrit à l'université
    - ⇨ L'enseignant doit connaître ses identifiants
  - Post-condition
    (si l'opération s'est bien déroulée)
    - ⇨ L'enseignant a pris connaissance des heures de cours qu'il a donné

Diagrammes de classes

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Les diagrammes de classes

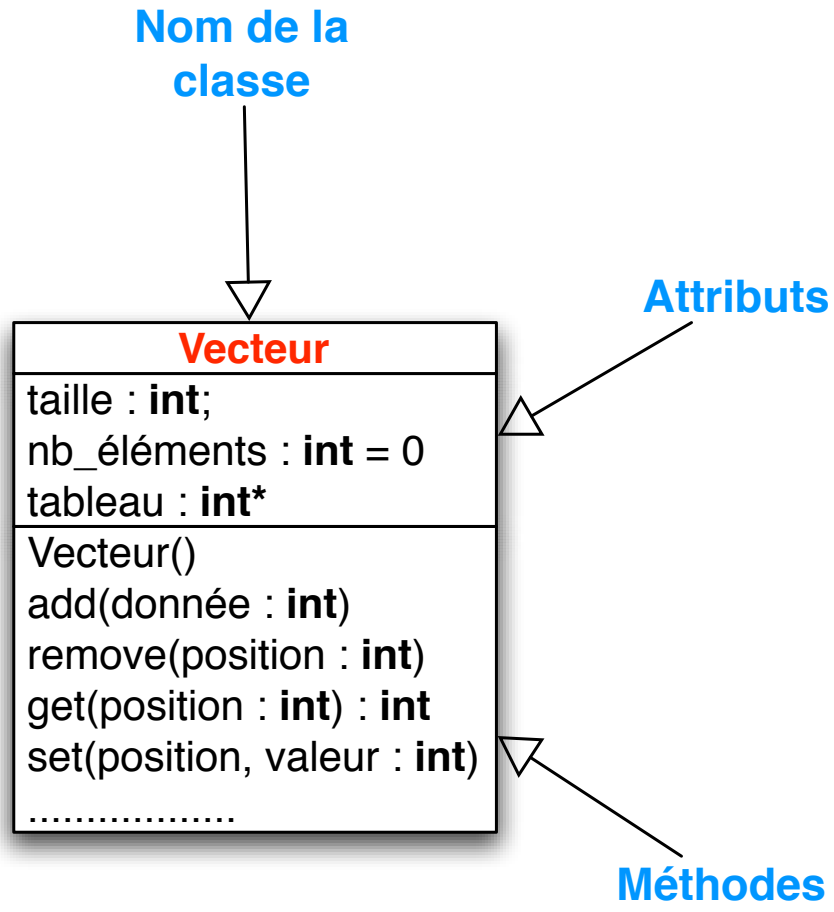
- Le contenu d'un diagramme de classes
  - Des classes,
  - Des interfaces,
  - Des collaborations,
  - Des relations (dépendances, associations, généralisation),
- Le diagramme de classes peut être défini à différents niveaux d'abstraction
  - Point de vue conceptuel,
  - Point de vue des spécifications
  - Point de vue implémentation

Définition d'une classe

- Une classe est la description élémentaire d'un ensemble d'objets qui partagent des attributs et des méthodes communs.

- La définition des attributs et des méthodes n'est *pas obligatoire* :
  - Les attributs et les méthodes sont trop nombreux pour être représentés dans la majorité des cas...
  - On indique alors les responsabilités de la classe sous forme de texte (ce qu'elle doit implémenter comme service).
  - On peut dès la définition d'une classe préciser les droits d'accès aux méthodes et aux attributs (+, -, #)

Exemple de modélisation d'une classe



Introduction aux relations

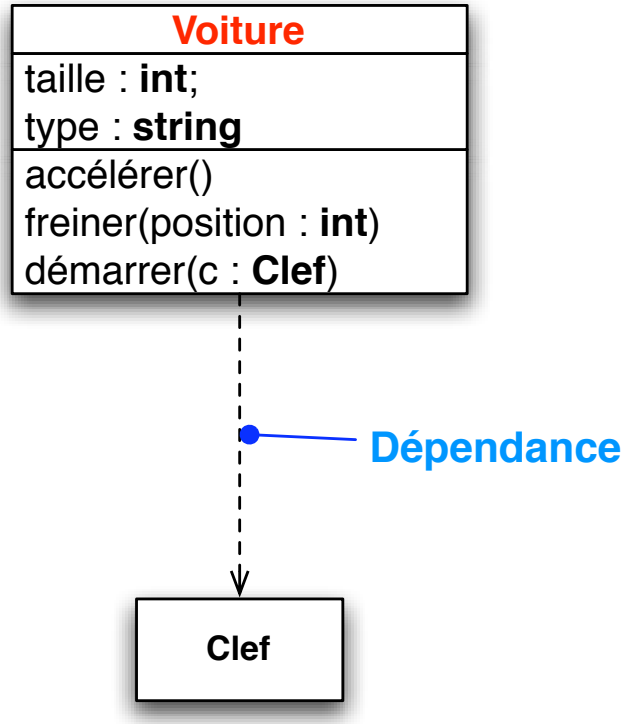
- Les roues, le moteur, les portes, la carrosserie font partie du vocabulaire de construction d'une voiture mais ils n'existent pas de manière indépendantes.

- En UML, la manière dont les éléments sont interconnectés entre eux (logiquement ou structurellement) est modélisé sous forme de relation.

Les relations : la dépendance

- La *dépendance* établit une *relation d'utilisation* entre 2 entités d'un même diagramme.
- La plus part du temps il s'agit d'une *dépendance d'utilisation*,
  - Argument d'une méthode par exemple,
  - On parle alors de *"relation d'utilisation"*,
- Cela permet d'identifier implications possibles des modifications à apporter dans une entité
  - Changement du comportement d'une des classe par exemple.

Les relations : la dépendance

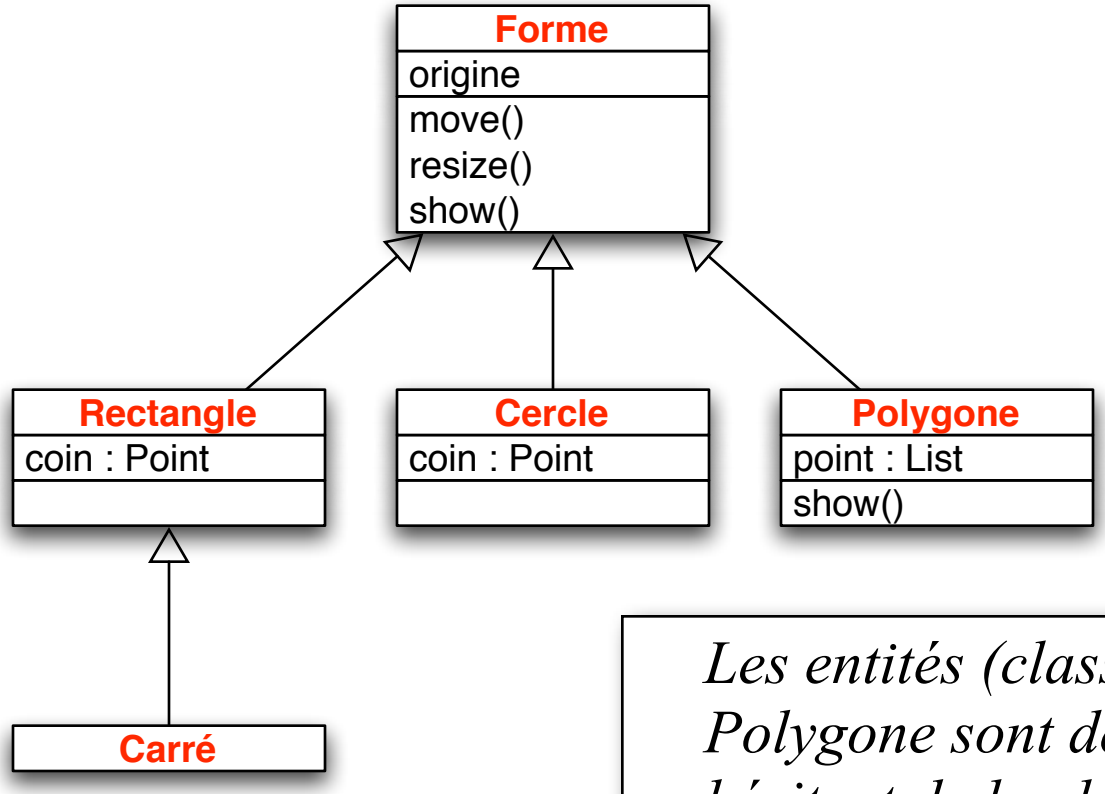


La classe "Voiture" dépend pour son utilisation de la classe "Clef"

Les relations : la généralisation

- La *généralisation* modélise la *notion d'héritage* qui existe dans les langages objets
  - La généralisation correspond à la notion *"est une sorte de"*,
  - Modélisation des relations parents / enfants,
- Cela implique que les entités issues d'une généralisation sont utilisables partout ou leur classe mère peut l'être (mais pas l'inverse)
  - Généralisation (classe, classe) ou (classe, interface),
- Cette relation est modélisée par une *flèche pointant sur la classe mère*,

Les relations : la généralisation



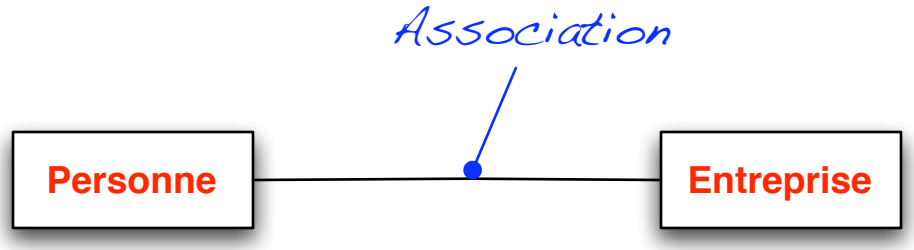
Les entités (classes) Rectangle, Cercle et Polygone sont des classe filles qui héritent de la classe mère Forme. De la même manière, l'entité Carré hérite de l'entité Rectangle.

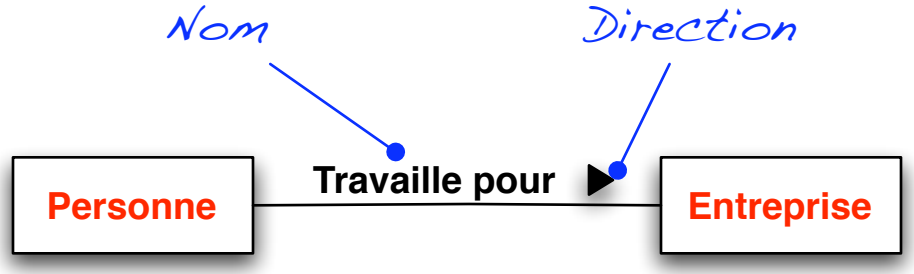
Les relations : l'association

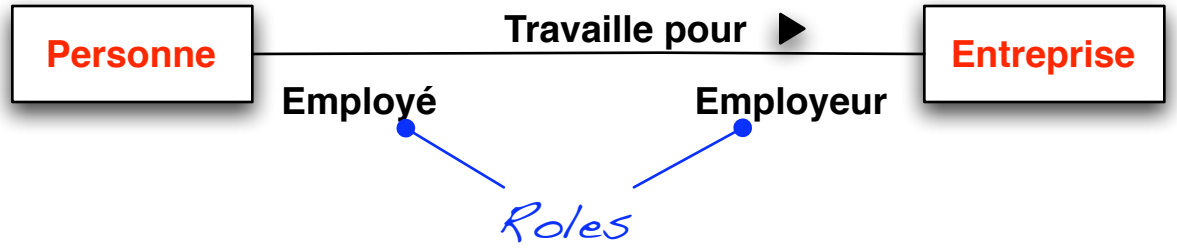
- Les *relations d'association* permettent de modéliser un *lien structurel* entre 2 éléments du modèle.
  - Si le lien joint 2 classes alors cela signifie qu'il existe une relation de navigabilité entre ces 2 classes,

- 4 décorations permettent de spécifier plus finement le lien entre les objets :
  - *Le nom* : décrire la nature de la relation entre les objets,
  - *La direction* : lever l'ambiguïté sur le nom,
  - *Les rôles* : indiquer le rôle spécifique de chacune des classes dans l'association,
  - *La cardinalité* : spécifie le nombre d'éléments affectés.

Les relations : l'association



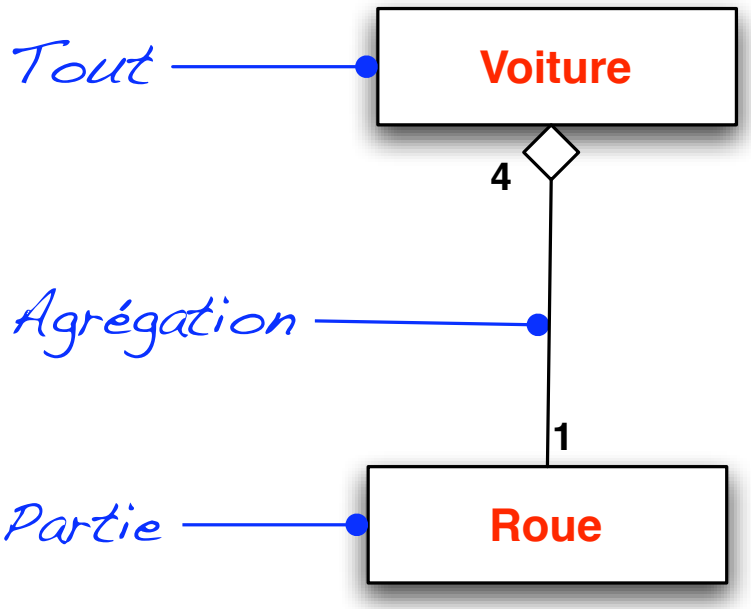




Les relations : l'agrégation

- Dans l'association, les entités se trouvent au même niveau hiérarchique.
- Dans l'agrégation, il existe une relation hiérarchique entre les entités,
- *L'agrégation* répond à la question *"se compose de"* et modélise une *notion de possession,*
  - Notion de *"tout"* et de *"parties"*,
- Se note comme une association avec *un losange du coté du tout*.

Les relations : l'agrégation



Conclusion sur les relations

- Les relations doivent être spécifiées pour toutes les classes qui interagissent entre elles,
- Les relations sont des *liens statiques* entre les différentes entités (classes),
  - Les relations apparaissent quasi-exclusivement dans les diagrammes de classes,
- Il existe 2 autres types de relations utilisés dans la modélisation dynamique :
  - Les *"liens"* : flux permettant le transfert de messages entre objets.
  - Les *"transitions"* : utilisés dans la modélisation des machines à états finis.

Spécification des commentaires (Notes)

- Lors des phases de modélisation et de spécification, il est nécessaire de *documenter* ses modèles :
  - Contraintes *matérielles*,
  - Contraintes de *performance*,
  - *Choix techniques* réalisés,
  - *Références* à d'autres documents,
  - Explications techniques, etc.
- Dans le langage UML, il existe une sémantique pour les commentaires.

Modélisation des commentaires

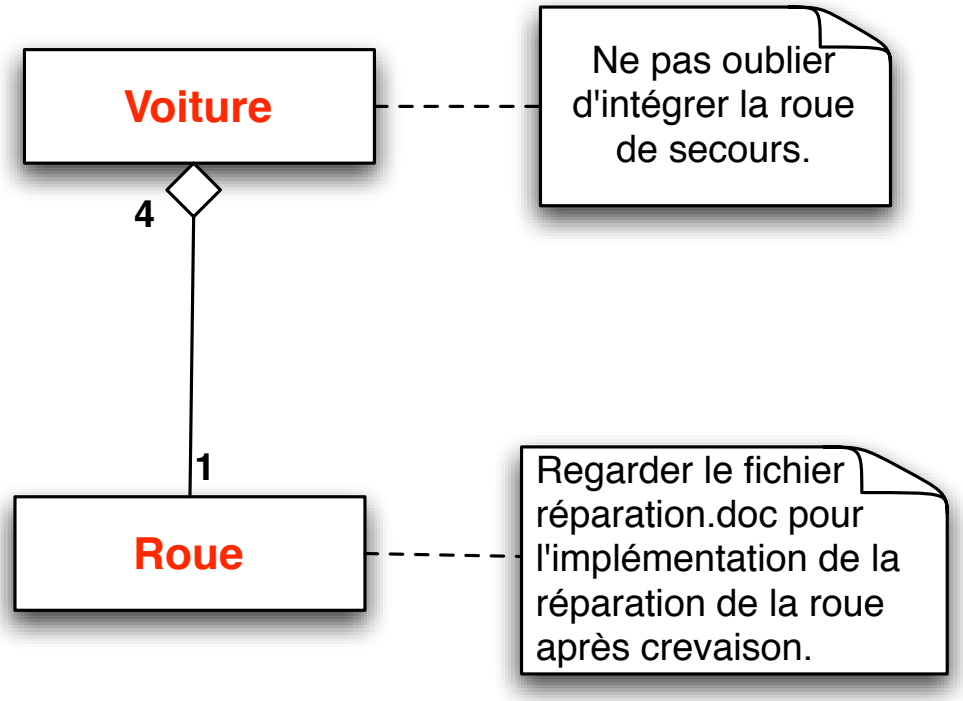


Diagramme de classes, exemple

- Nous allons maintenant essayer de modéliser une entreprise à l'aide d'un diagramme de classes :
  - Une *entreprise* est *composée* de *plusieurs services*, dans ces *services officie* un *certain nombre de personnes*.
  - Dans les locaux de l'entreprise se *trouvent* des *bureaux utilisés* par les *employés*, chaque bureau *porte* un *numéro* et *possède* un *numéro de téléphone*.
  - Les *employés sont reconnus* à l'aide de leur *nom* et de leur *numéro personnel*. Chaque *employé possède* un *statut* dans l'entreprise.

Diagramme de classes, exemple

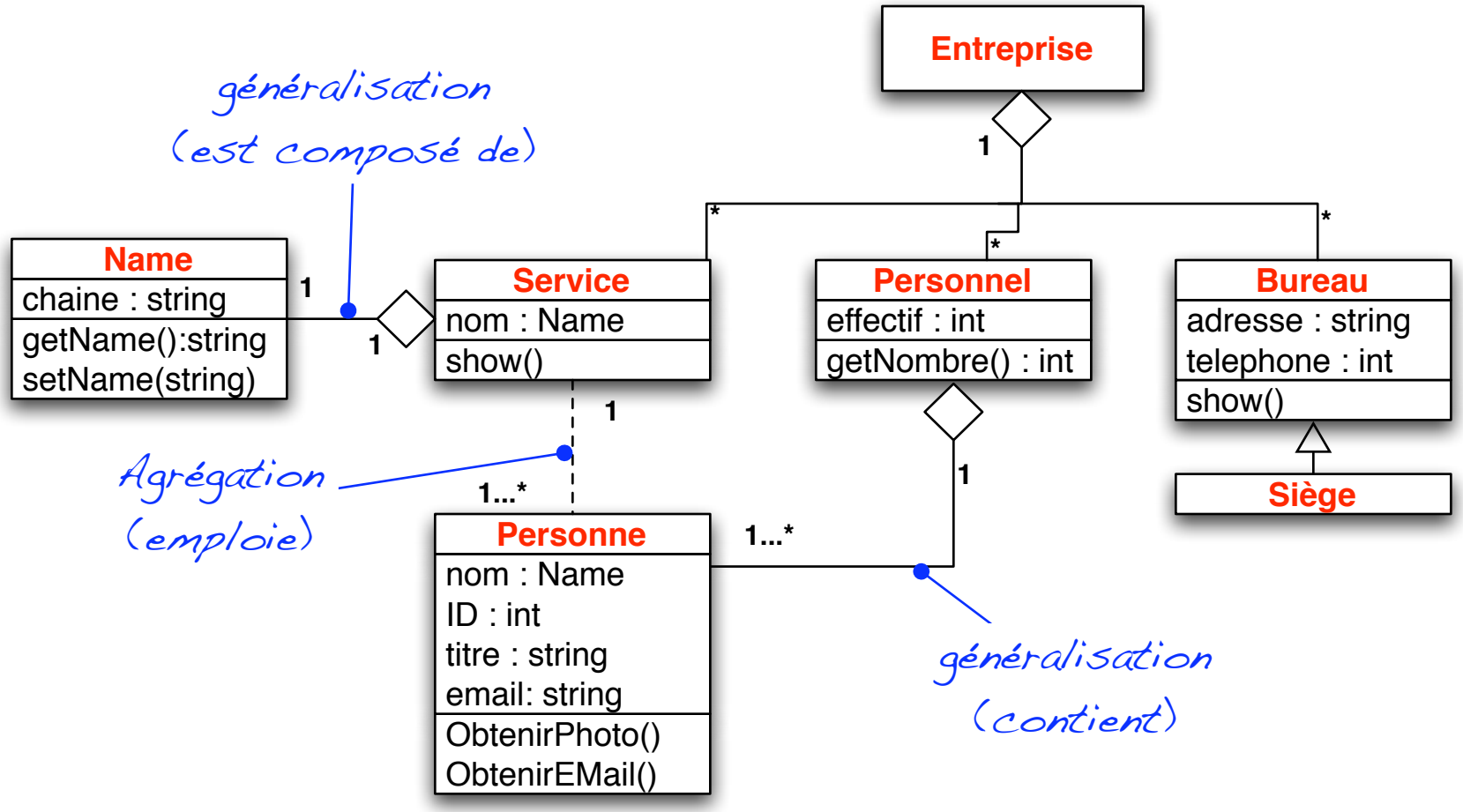


Diagramme de classes, exemple 2

- Nous allons nous attacher à modéliser une université :
  - L'*université* est *composée* d'*étudiants* qui *suivent* des *cours* dans les *filières* de leur choix.
  - Ces *cours* sont *dispensés* par des *enseignants* qui peuvent être *responsable* des filières.
  - Les *cours* sont *dispensés* dans *au moins* une *filière* et peuvent être *mutualités* avec d'autres.
- A partir de là, réaliser le diagrammes de classes modélisant l'université.

Correction de l'exemple 2

Université

Filière

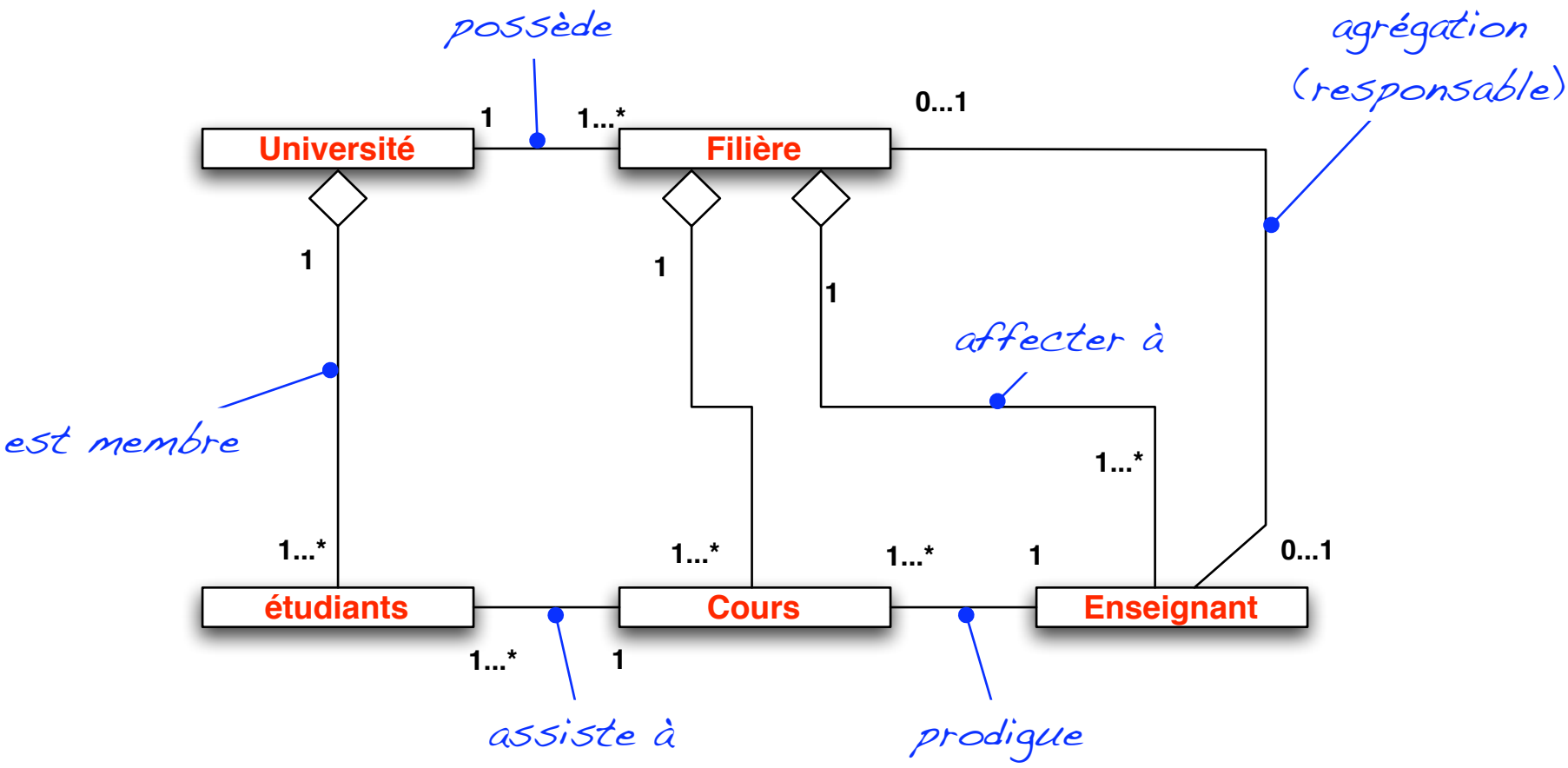
étudiants

Cours

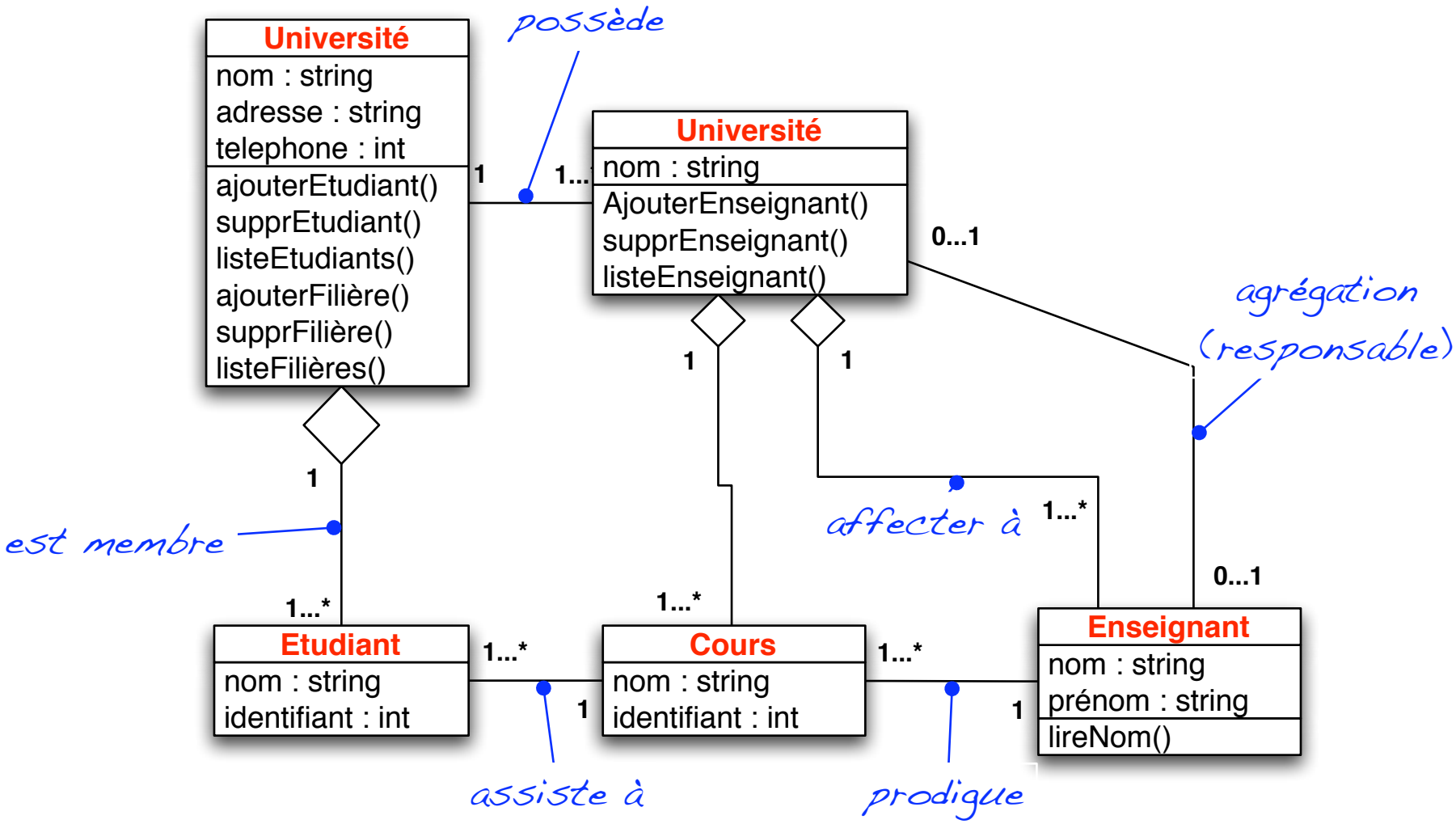
Enseignant

Voici les 5 entités de base qui constituent l'université que nous devons modéliser

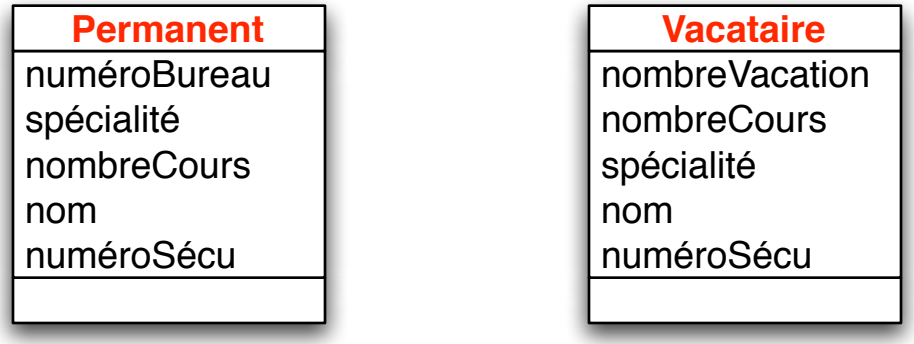
Correction de l'exemple 2



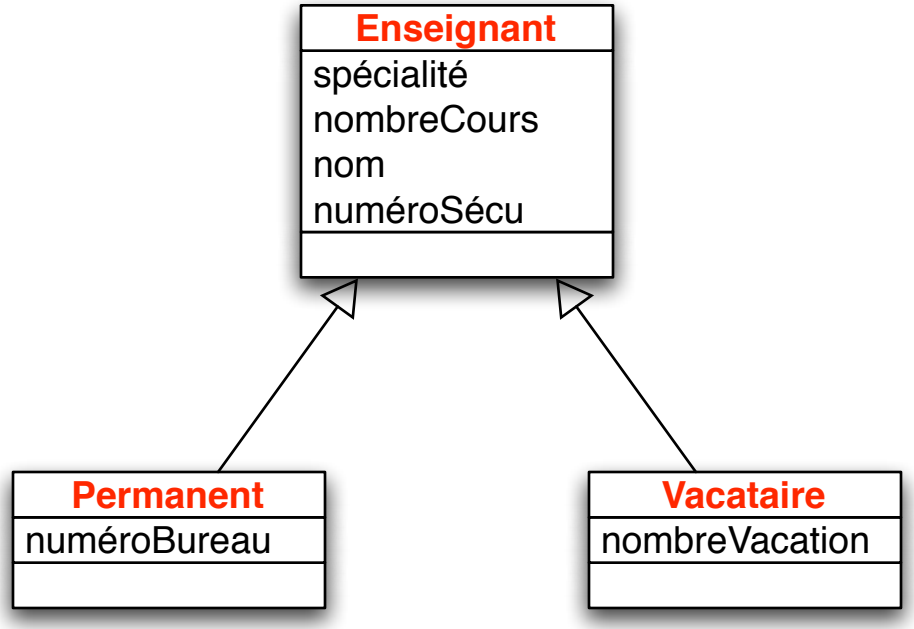
Correction de l'exemple 2



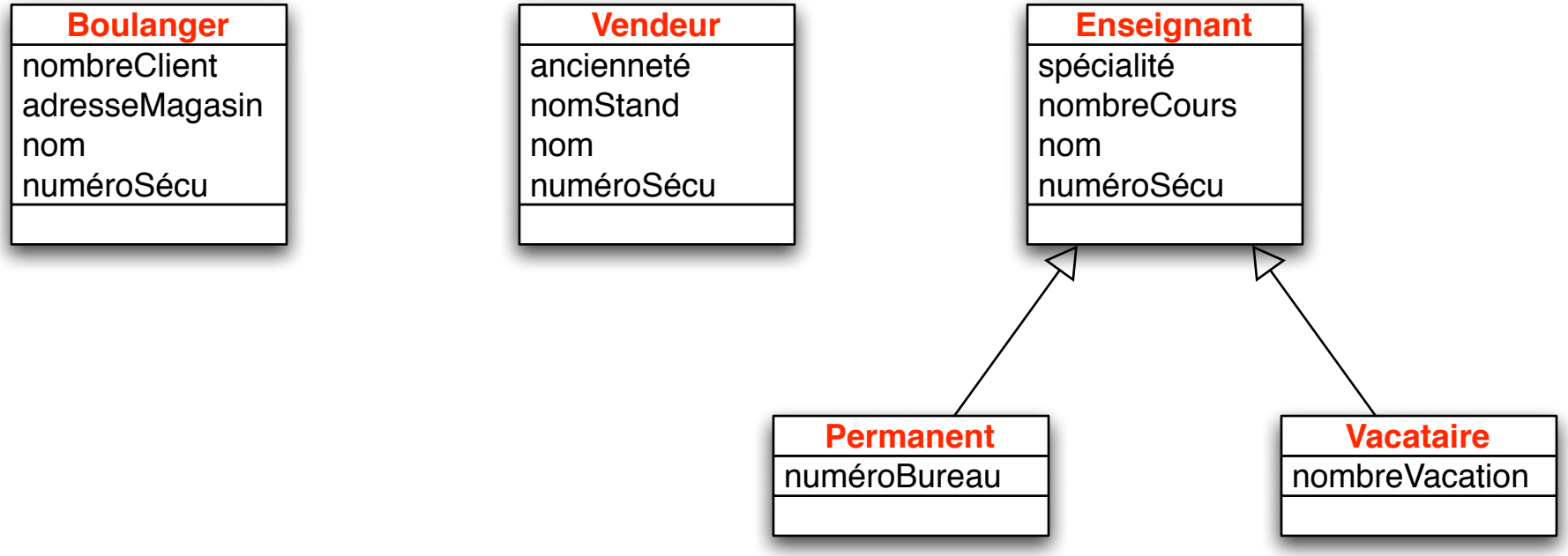
Exemple de travail itératif sur le modèle



Exemple de travail itératif sur le modèle



Exemple de travail itératif sur le modèle



Exemple de travail itératif sur le modèle

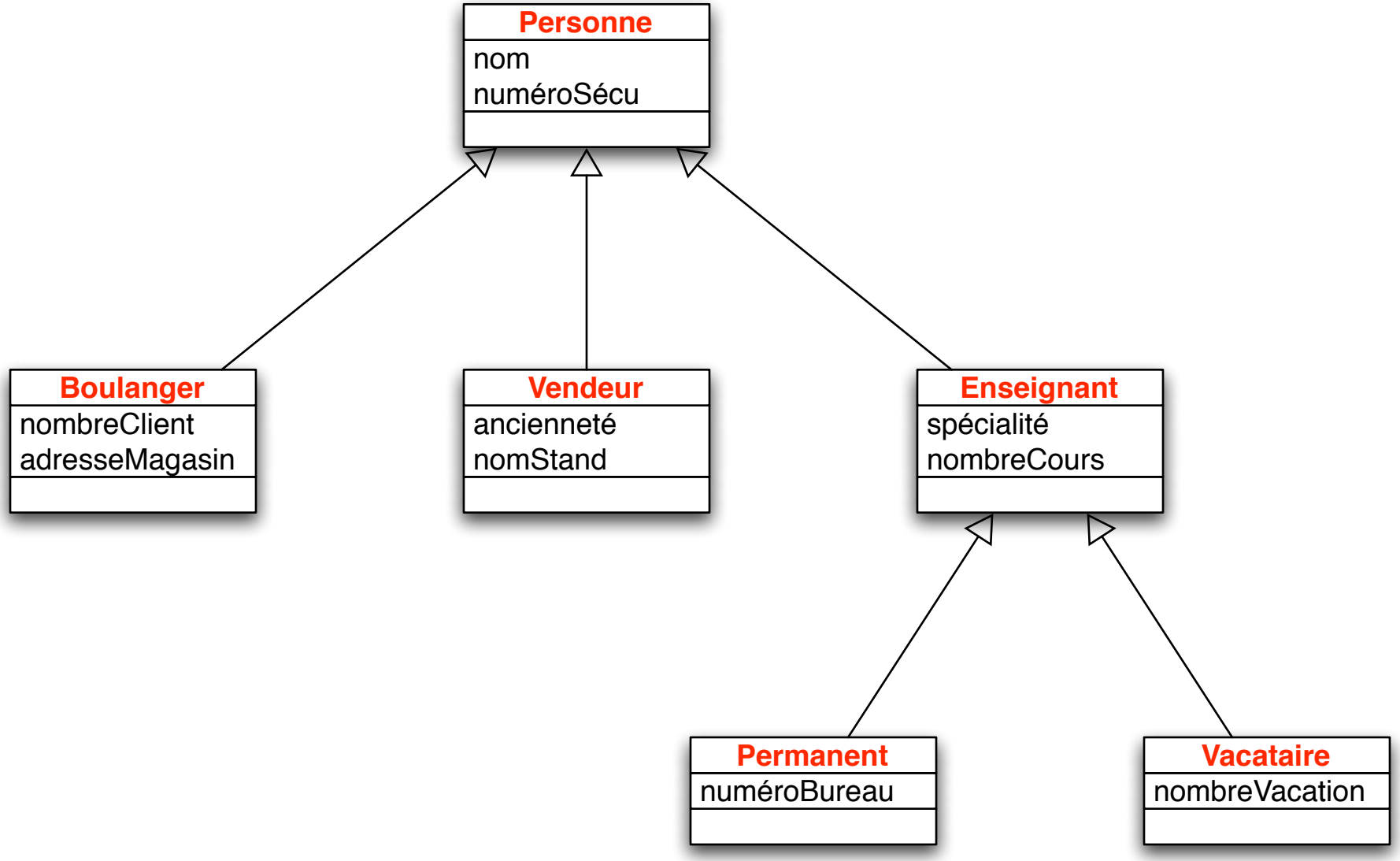


Diagramme de classes
Implémentation des modèles

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

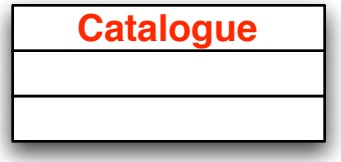
Et après les modèles, que fait'on ?

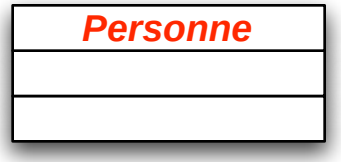
- Les diagrammes permettent de spécifier de manière claire, les classes et les relations existantes entre elles.
  - Génération de code source à partir du modèle,
  - Les modèles ne sont pas spécifiques à un langage (choix à la génération => 1 modèle plusieurs implémentations possibles suivant les contraintes)
- A partir de tout diagramme UML, il est possible de remonter vers le cahier des charges
  - Les éléments du modèle ont une sémantique propre et unique

Et après les modèles que fait'on ?

- Une fois que l'on a réalisé l'ensemble des diagrammes de classe, on va traduire les modèles dans un langage objet :
  - Indépendance du modèle vis-à-vis du langage utilisé pour l'implémentation.
    - Nous utiliserons ici du C++
- Chaque type d'entité et de relation possède une implémentation particulière,
  - Pas d'ambiguïté possible.

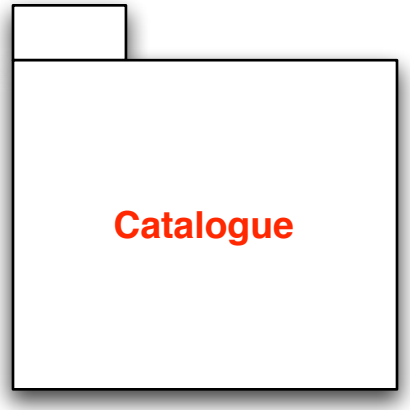
Transformation du modèle au code source





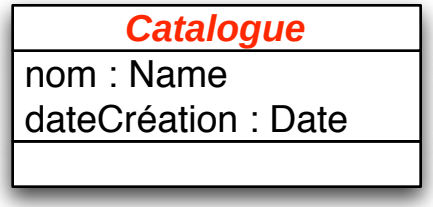

```
class Catalogue{
      // ... ... ...
};


class Personne {
      // ... ... ...
};
```

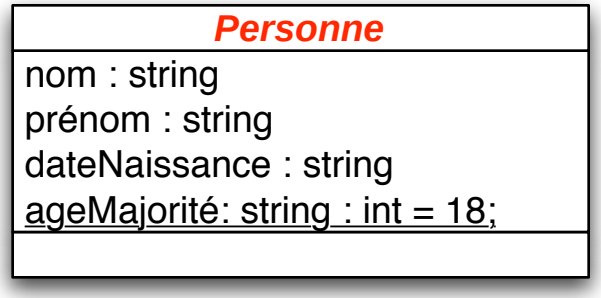
Implémentation de la généralisation




```
namespace Catalogue
{
      // ... ... ...
};
```

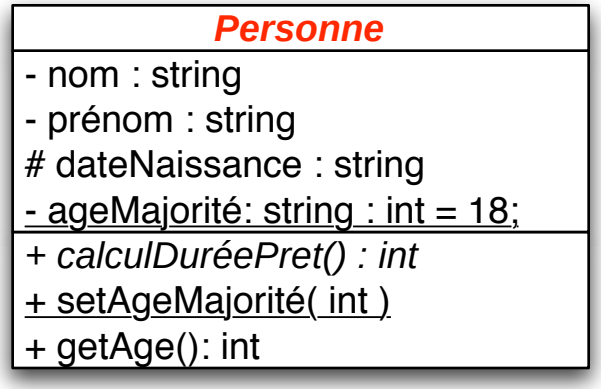
Implémentation de la réalisation





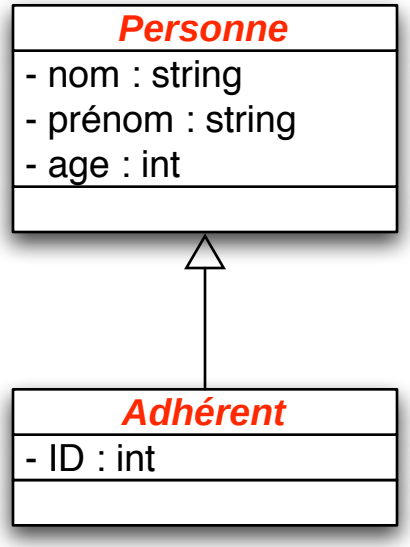

```
class Catalogue {
private:
    string nom;
     DateTime dateCreation;
     // ... ... ...
}

class Personne {
private:
   string nom;
   string prénom;
protected:
     DateTime dateNaissance;
private:
    static int ageMajorite = 18;
}
```

Implémentation de la dépendance



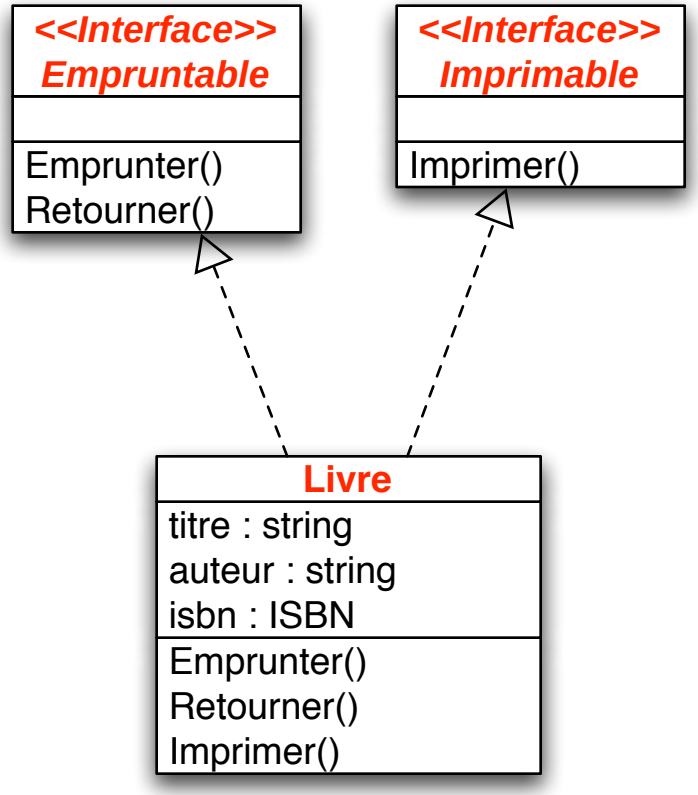

```
class Personne {
private:
     string nom;
     string prénom;
     static int ageMajorite = 18;
protected:
    DateTime dateNaissance;
public:
    int CalculerDureePret();
    static void SetAgeMajorite(int
                                aMaj) {
            // ... ... ...
    }
    public int GetAge() {
            // ... ... ...
    }
}
```

Implémentation de la composition (agrégation)

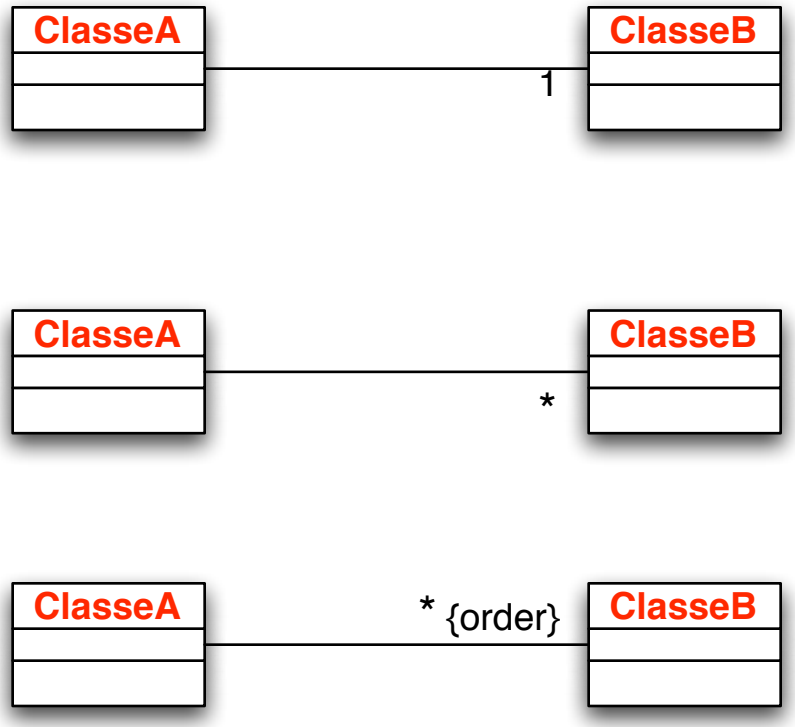



```
class Personne {
    // ... ... ...
}

class Adhèrent : Personne {
    private int iD;
}
```

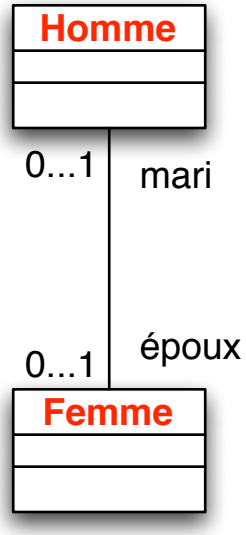
Implémentation d'une association



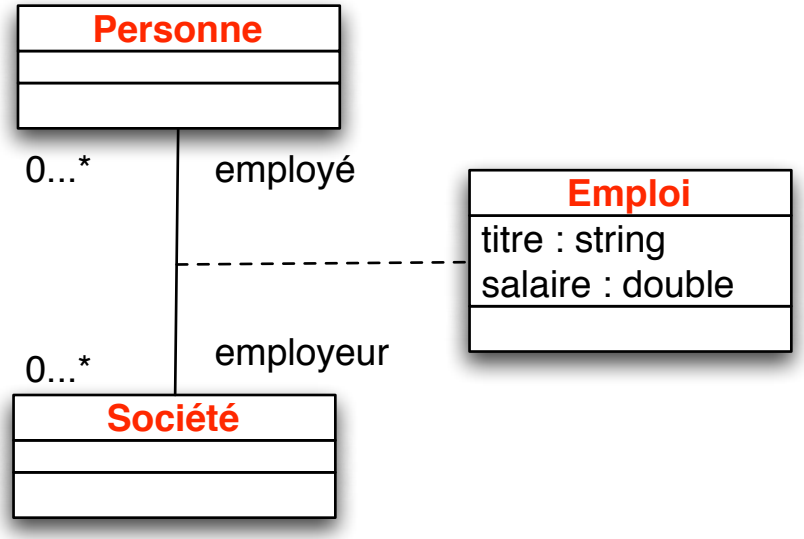

```
class Livre : public Imprimable :
              public Empruntable {
private:
     string titre;
    string auteur;
    ISBN isbn;
public:
     void Imprimer(){
              // ... ... ...
     }
    void Emprunter(){
              // ... ... ...
     }
    void Retourner(){
              // ... ... ...
     }
}
```




```
public class A1 {
private:
    ClasseB leB;
    // ... ... ...
}

public class A2 {
private:
    ClasseB[] lesB;
    // ... ... ...
}

public class A3 {
private:
    ArrayList lesB;
      // ... ... ...
    lesB = = new ArrayList();
}
```




```
class Homme {
private:
      Femme épouse;
      // ... ... ...
}

class Femme {
private:
      Homme mari;
      // ... ... ...
}
```




```
class Emploi {
private:
     string titre;
     double salaire;
     Personne employé;
     Société employeur ;
      // ... ... ...
}
```

Les diagrammes de séquence et de collaboration

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

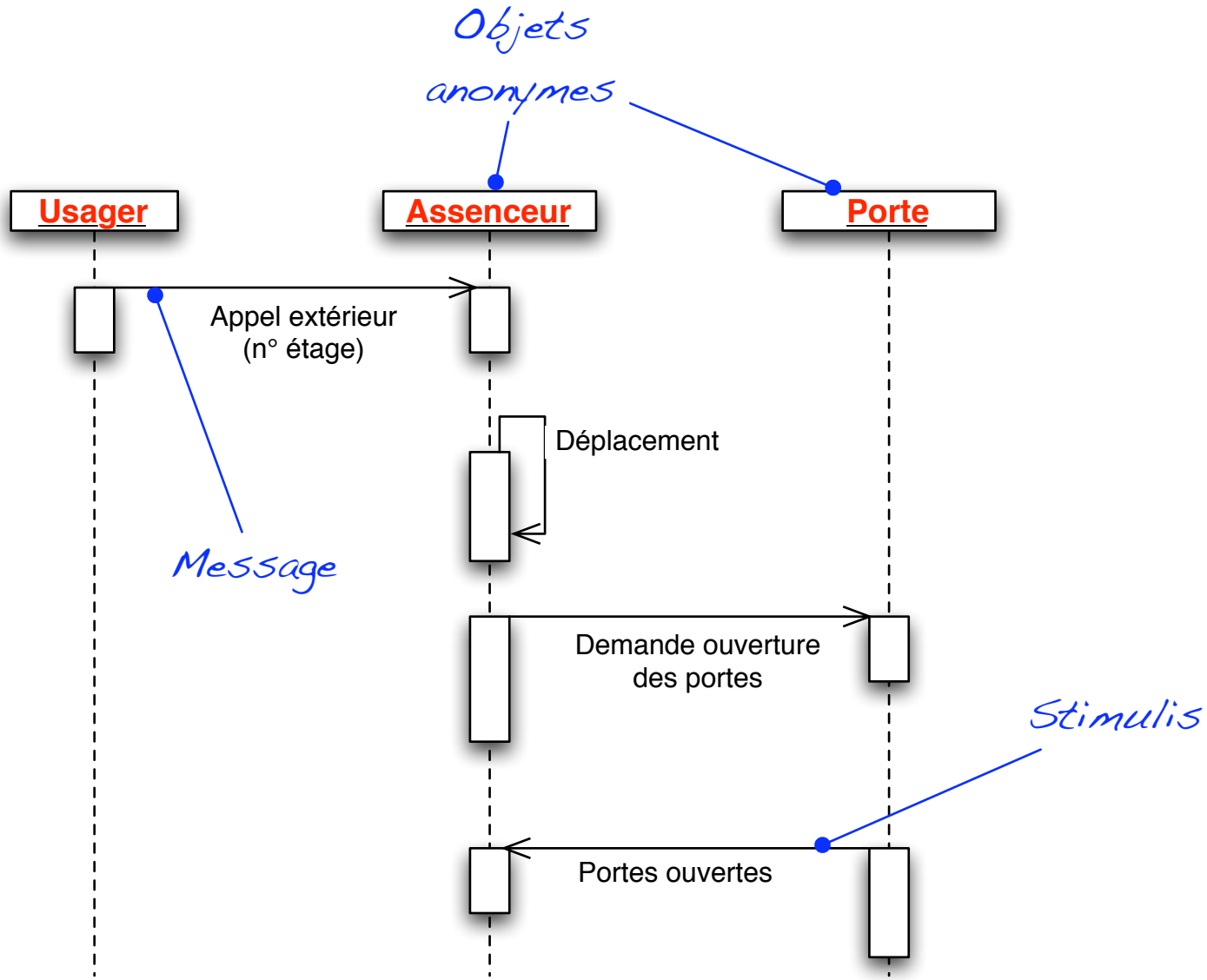
Les diagrammes de séquence

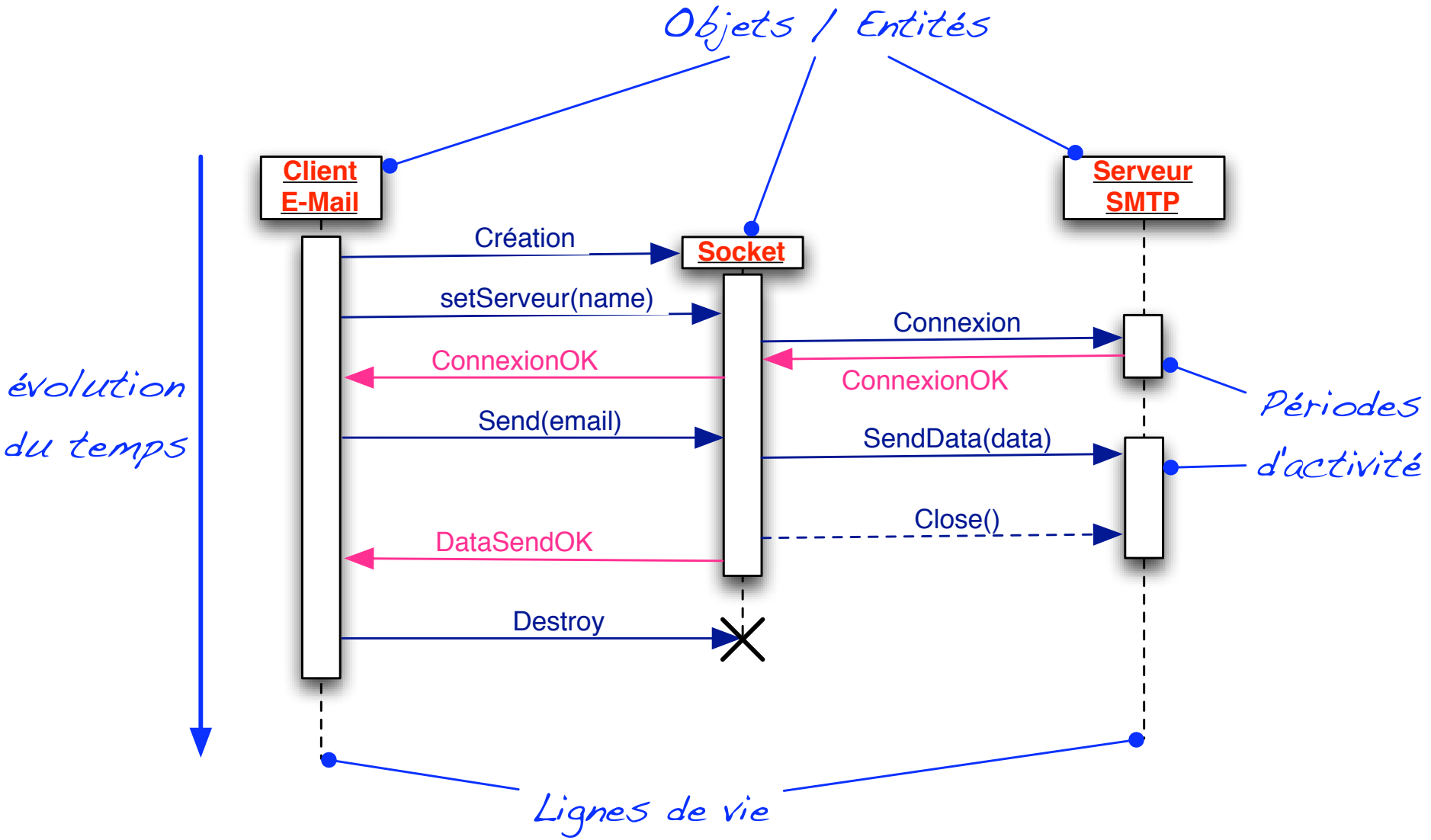
- Mise en évidence de l'*aspect temporel* des traitement (ordre chronologique de réalisation),
- Mise en évidence des *objets et des messages échangés* par les entités interagissant avec et/ou dans le système,
- La modélisation est basée sur l'affichage des objets participant à la séquence et à l'ordre des messages et des actions associées.

Définition de la sémantique du diagramme

- Les *diagrammes de séquence* permettent de modéliser les interactions entre les objets :
  - Communications *synchrones* (flèches pleines),
  - Communications *asynchrones* (flèches pointillés),
  - Les données transmises entre les objets (annotation des flèches),
- Ils permettent aussi de connaître pour chaque objet :
  - *Ses dates* de création et de destruction,
  - Sa *durée de vie*, si la création est externe au diagramme (ligne verticale en pointillés).

Exemple de l'ascenseur




Objets / Entités
Client E-Mail
Socket
Serveur SMTP
Création
setServeur(name)
Connexion
ConnexionOK
ConnexionOK
Send(email)
SendData(data)
Close()
DataSendOK
Destroy
évolution du temps
Périodes d'activité
Lignes de vie

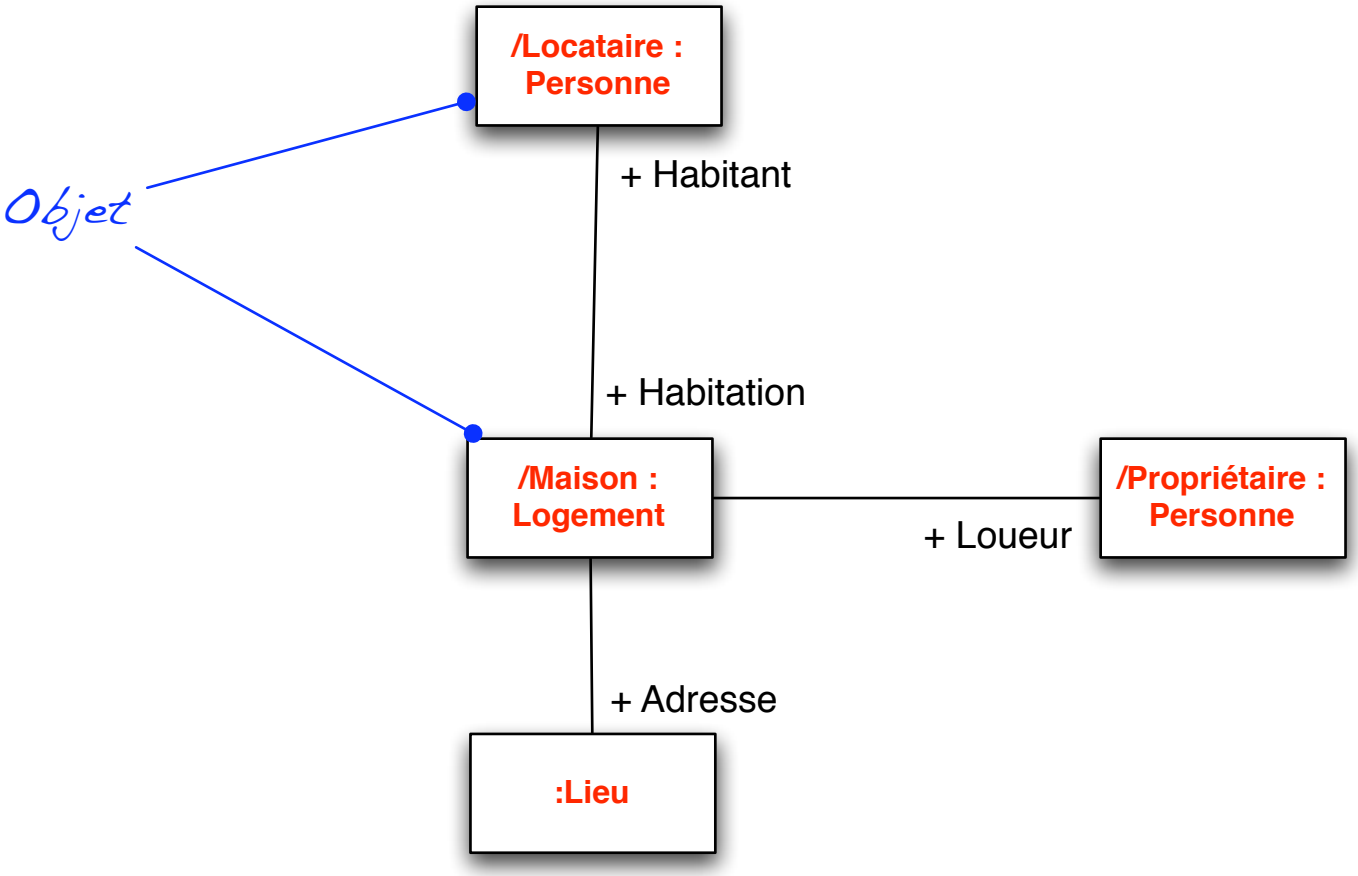
Le diagramme de collaboration

- Mise en évidence de *l'organisation des objets qui vont collaborer* pour effectuer une interaction.
  - On représente les objets qui vont intervenir (les sommets),
  - On modélise les liens qui vont modéliser les communications entre les objets (les arcs),
  - On annote les liens à l'aide des informations qui vont être échangées entre les entités,
- Visualisation claire du flot de contrôle dans le contexte de l'organisation structurelle.

Le diagramme de collaboration

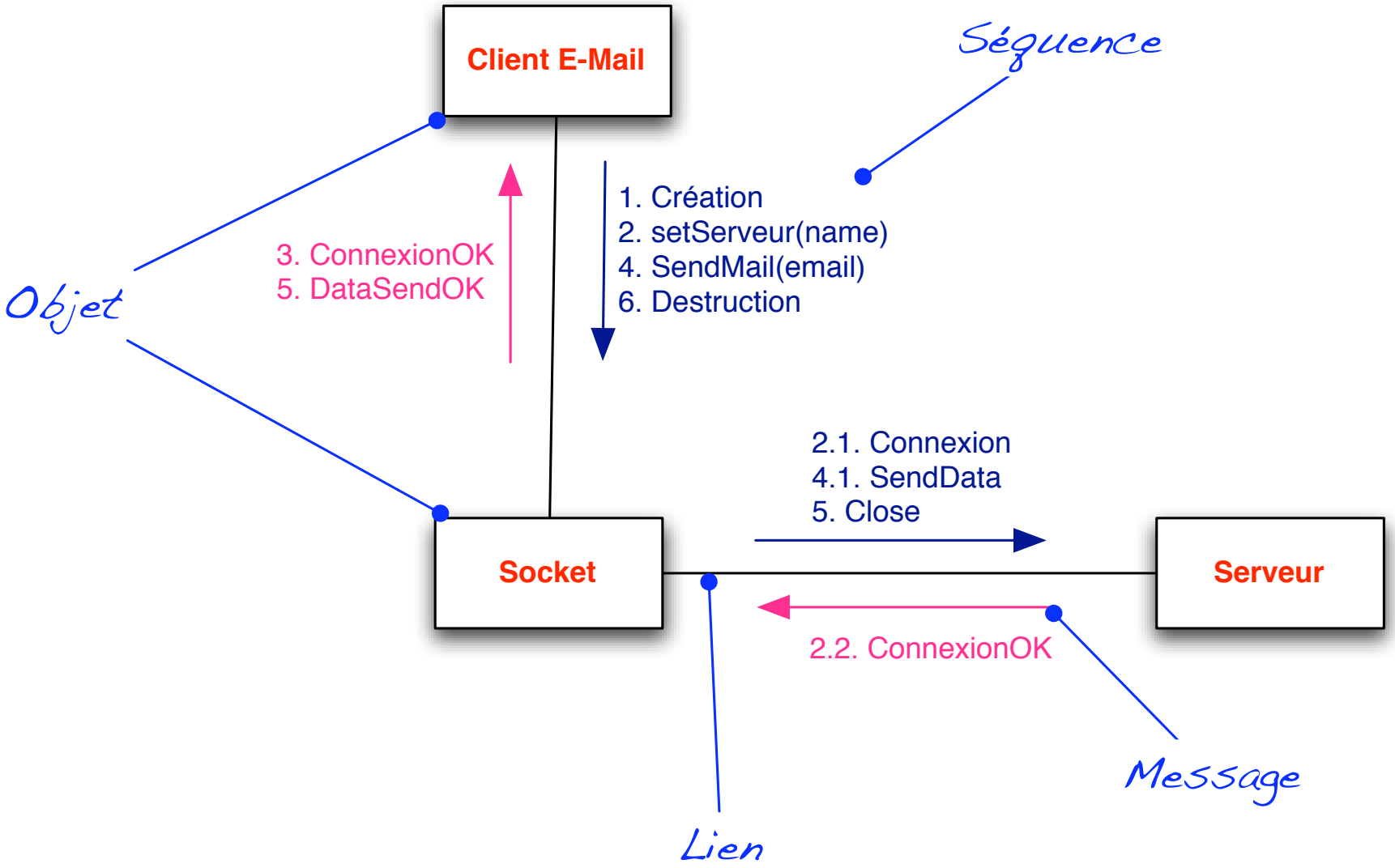
- 2 niveaux de représentation (d'abstraction)
  - Le niveau spécification
    - Définition des classes et de leurs rôles,
  - Le niveau instance
    - Définition des objets et des messages échangés,

Modélisation d'un graphe de rôle



Le diagramme de collaboration

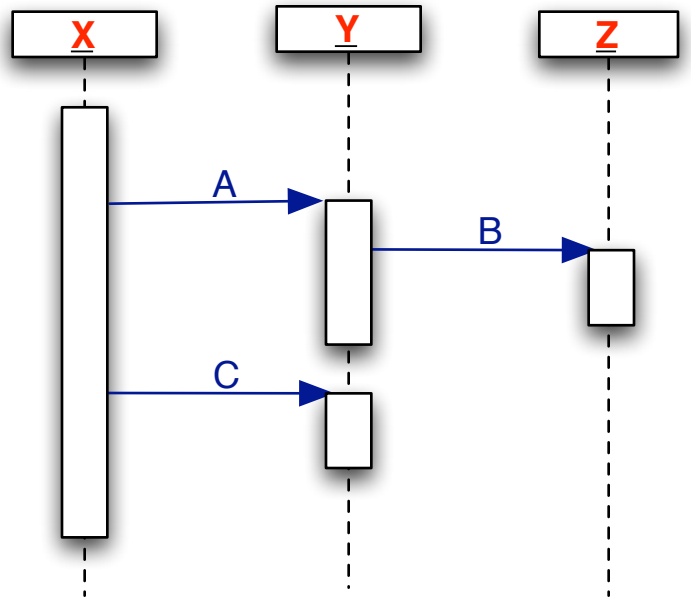
- La *modélisation temporelle* est en partie masquée,
  - Utilisation de la numérotation des séquences pour ordonner les traitements réalisés,
- Contrairement au diagramme de séquence, certaines informations ne sont pas représentées :
  - On ne modélise pas le ligne de vie des objets,
  - On ne modélise pas les temps d'activité des objets,
- Par contre on modélise explicitement les liens qui existent entre les différents objets.

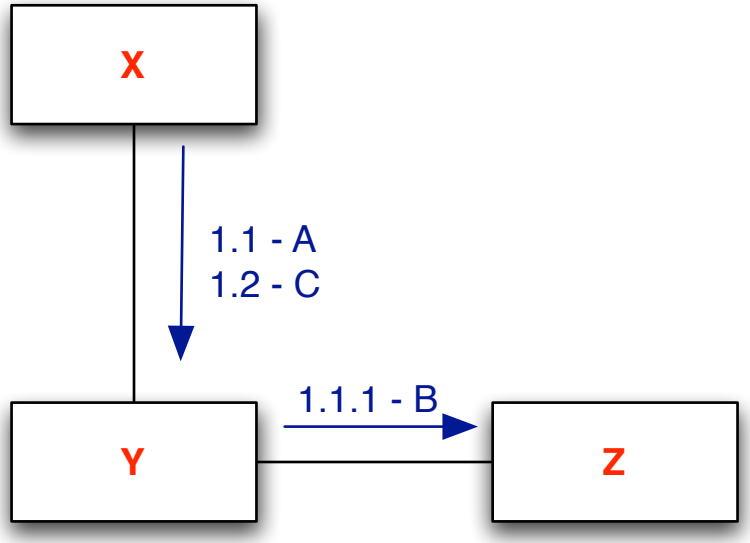

Client E-Mail
Séquence
1. Création
2. setServeur(name)
4. SendMail(email)
6. Destruction
3. ConnexionOK
5. DataSendOK
Objet
2.1. Connexion
4.1. SendData
5. Close
Socket
Serveur
2.2. ConnexionOK
Message
Lien

Utilisation de ces diagrammes

- Ces diagrammes sont utilisés pour modéliser les *comportements dynamiques* d'un système,
  - Modéliser le fonctionnement d'un sous système,
  - Possibilité de joindre ces diagrammes aux cas d'utilisation afin de spécifier un scénario.
- Il est possible de *rajouter des contraintes* sur les diagrammes :
  - Contraintes *temporelles* (durée d'exécution),
  - Formaliser le flot de contrôle : ajouter des *pré/post-conditions*.

Equivalence entre les diagrammes



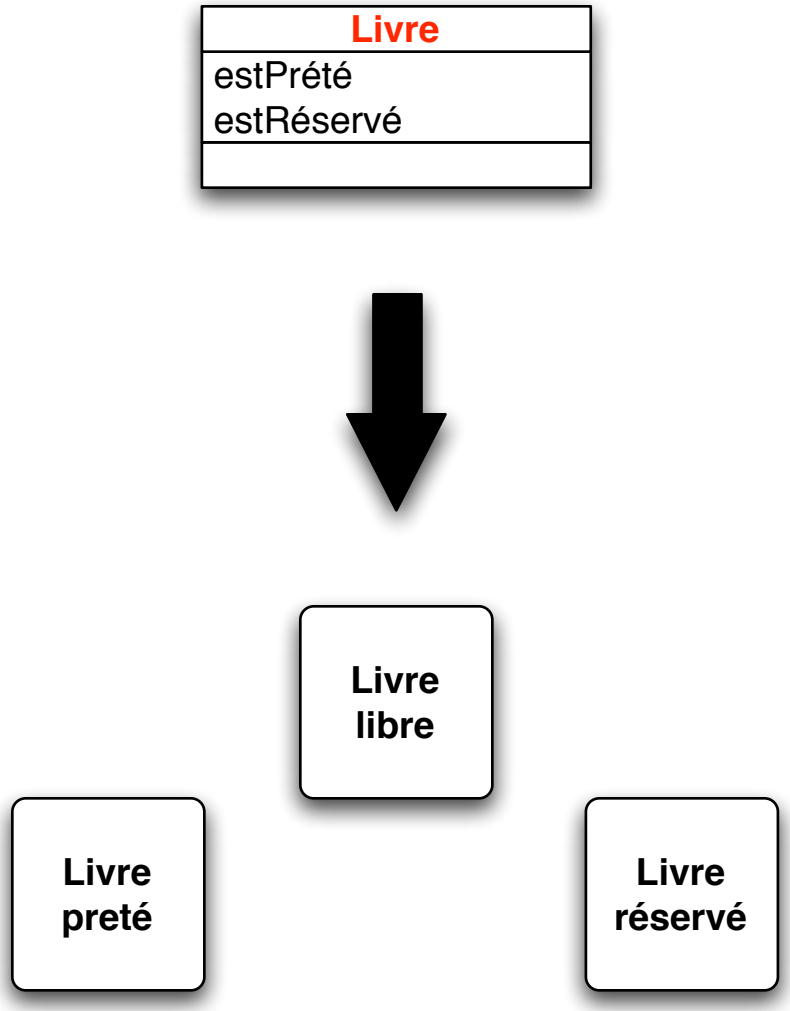


Diagrammes d'états-transitions

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

La recherche des états

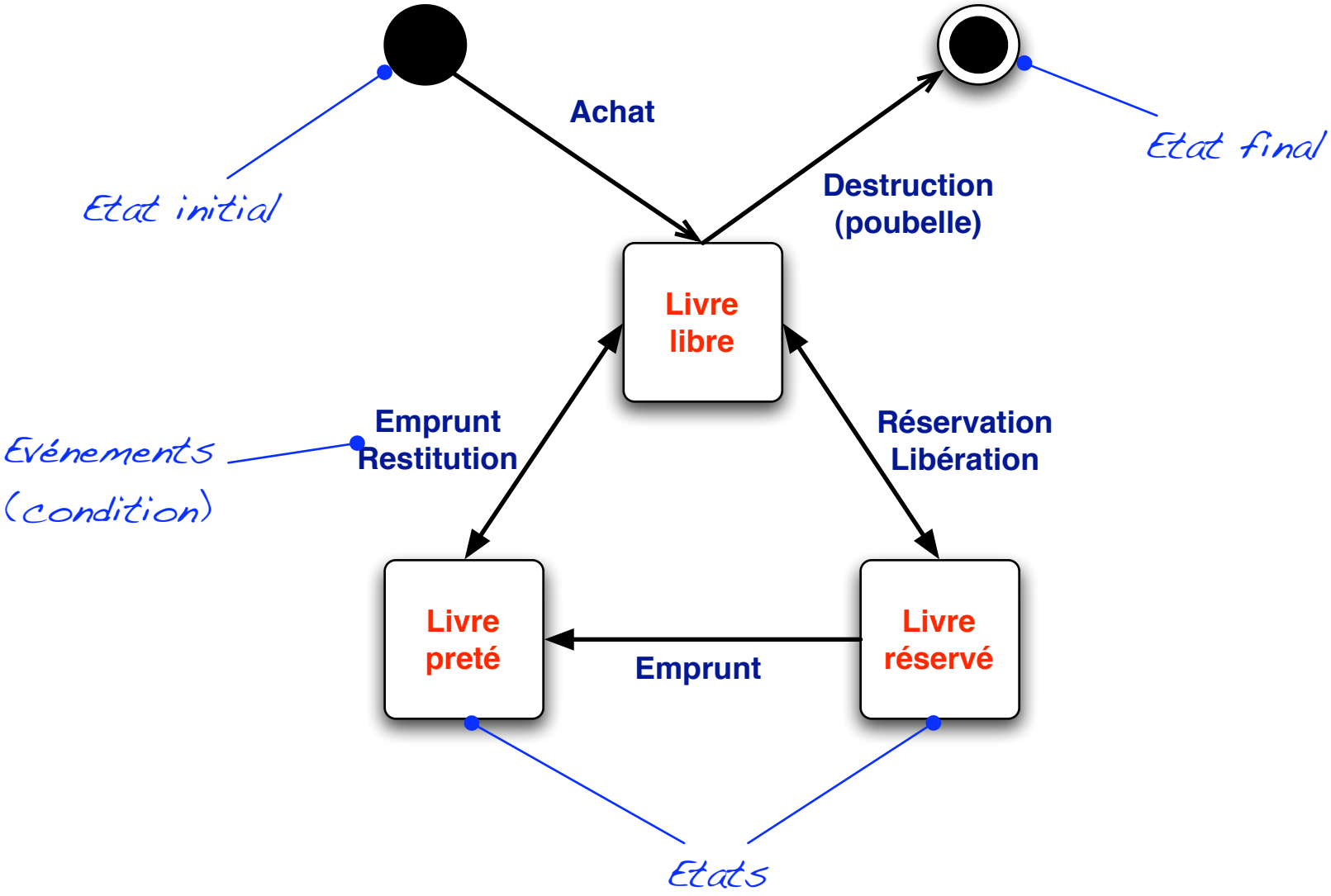
- L'état d'un objet est lié aux valeurs de ses attributs et de ses interactions avec les autres objets,
- Il est nécessaire de conserver les états significatifs,
- La réponse d'un événement à un stimuli dépend :
  - Du stimuli reçu par l'objet,
  - De l'état dans lequel se trouve l'objet.



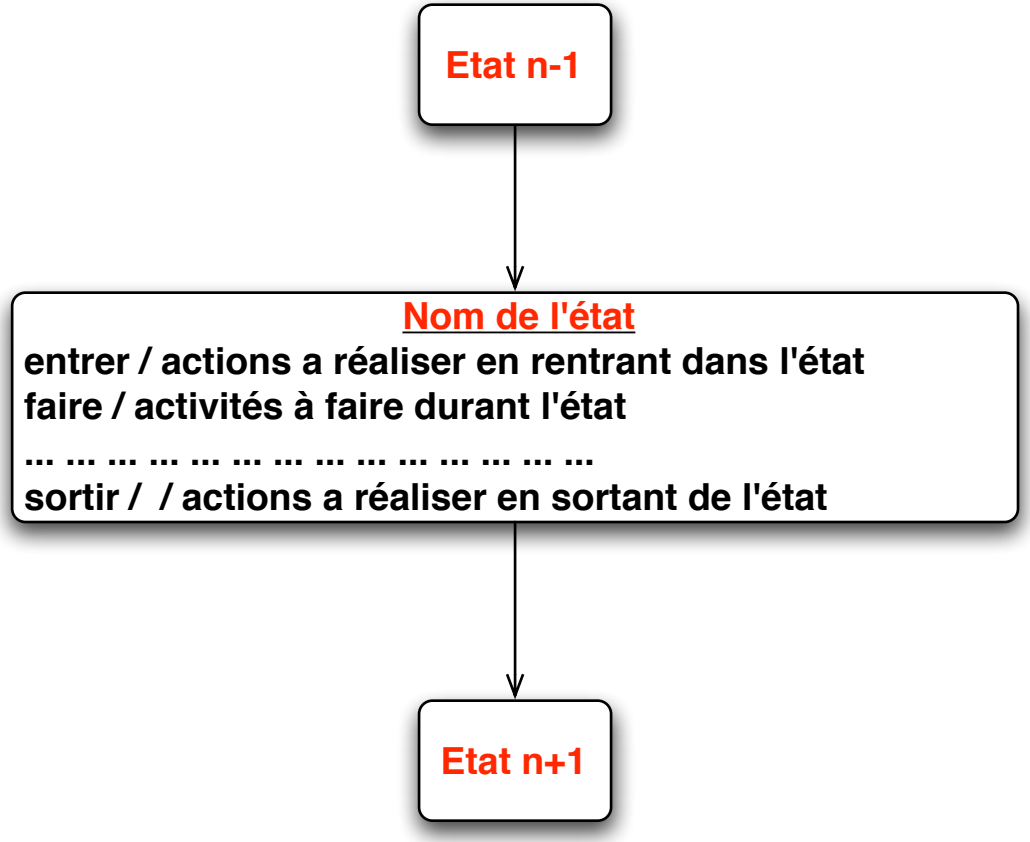
Règles liées au diagramme d'états

- Chaque transition (passage d'un état à un autre) est provoqué par un événement,
- Une transition n'a pas de durée (utilisation possible d'états de temporisation),
- La durée d'un état est l'intervalle qui s'écoule entre l'événement d'entrée et celui de départ.

Diagramme d'états d'un livre



Sémantique liée à la représentation



Et la conception dans tout cela ...

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Et la conception du système …

- La phase de conception a pour objectif de chercher comment est implémenté le système,
  - L'analyse vise quant à elle à identifier ce qui doit être fait (et non comment).
- L'approche est hiérarchique s'attachant d'abord au grandes parties du système et à leurs interactions, puis raffinement progressif,
- Prise en compte des contraintes exprimées à la conception (langage, BDD, temps d'exec, processeurs, périphériques, etc.).
- C'est une étape ou on va faire intervenir des spécialistes de chaque discipline en fonction des technologies mises en oeuvre.

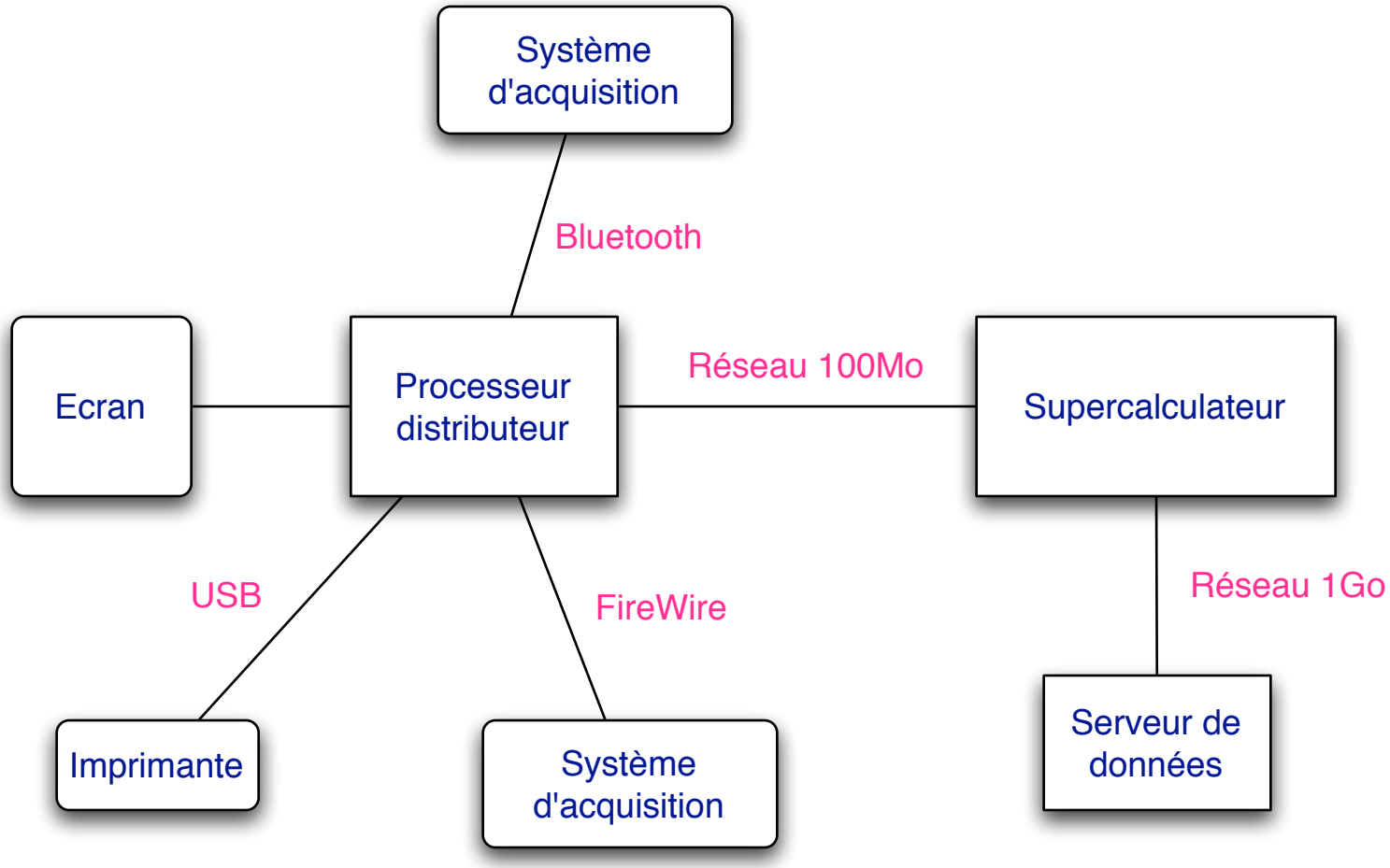
Diagrammes de déploiement

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Le diagramme de déploiement

- Ce modèle définit le diagramme de l'architecture matérielle du système ou de l'application,
- Il représente les différentes ressources matérielles à disposition : processeurs et périphériques et la répartition de l'application sur le système hétérogène,
- Il précise aussi les liens de communication existants entre ces différentes ressources.

Le diagramme de déploiement



Conclusion

Bertrand LE GAL
Filière RSI 2ème année - ENSEIRB
2006/2007

Conclusions sur UML

- Langage permettant d'appréhender la réalisation d'un système informatique complexe
- Diagrammes qui permettent d'aider la réflexion, de permettre la discussion sur des bases normalisées et formalisées (clients, développeurs)
- Pas de solution unique mais un ensemble de solutions plus ou moins acceptables
  - Contraintes clients (performances et fonctionnalités),
  - Architectures logicielles et matérielles à disposition,
- Des itérations successives du flot permettent d'aboutir à une solution.

Bibliographie

- **Modélisation avec UML**, *Robert Ogor*, ENST Bretagne, Mai 2003.
- **UML : Unified Modeling Language**, *Mireille Blay-Fornarino*, ESSI, Sophia Antipolis
- **UML**, *Martin Fowler*, Collection “Le tout en poche”, CampusPress
- **Le Guide de l’utilisateur UML**, *Grady Booch and al.*, Edition Eyrolles.