MOdélisation OBjet

3 - Conception et développement de programmes orientés objet

Valentin Honoré

valentin.honore@ensiie.fr

FISA 1A

Quels objets et quelles sont leurs relations ?

- Besoin d'avoir une vision globale d'un projet
  - Quels sont les acteurs et les besoins (expression des besoins)
  - Quels objets doivent être créés (conception), quelles sont leurs relations
  - Implantation des objets : héritage, multiplicité, les attributs et les méthodes nécessaires etc

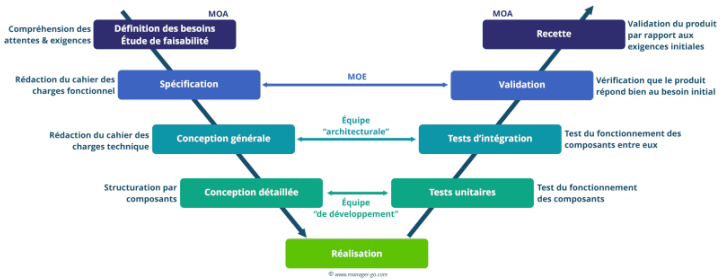
- Besoin d'un véritable cahier des charges
  - Vision avec des plans : les diagrammes
  - Modéliser, concevoir puis programmer quand tout est clair

- *Unified Modelling Language* : langage de référence pour cela

Le langage UML (1/2)

- Langage standardisé
  - langage graphique de modélisation objet, 13 types de diagramme
  - représenter la succession de phases, de l'analyse à la mise en oeuvre concrète sur site

- Outil de gestion de projet
  - Donner une perception unifiée à tous les acteurs
  - Vue plus globale, intuitive, malléable et mieux communicable
  - "Ce qui se conçoit et se programme bien s'énonce clairement"



Le langage UML (2/2)

- UML permet de "penser objet" et rester indépendant du langage
  - normaliser les concepts de l'objet (énumération et définition des concpts)
  - normalisation des représentations graphiques

- Quels bénéfices à la modélisation ?
  - Organiser les fichiers qui constituent le projet
  - Scruter le programme : messages, traçage d'objets etc

- Qu'est ce qu'un modèle ?
  - Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité en vue de réaliser quelque chose.
  - Exemple : une carte est une représentation simplifiée d'un territoire destiné à un usage particulier : randonnée, se diriger en voiture etc

Programme de ce cours

- Phase d'expression des besoins (établissement cahier des charges)
  - diagrammes de cas d'utilisation
  - diagrammes de séquence

- Phase de conception
  - **Diagrammes de classes**
    - Types abstrait et classes, méthodes, attributs etc
    - Objectif : savoir exprimer un diagramme de classe en fonction d'un énoncé
  - Diagrammes d'états-transitions

Plan du cours

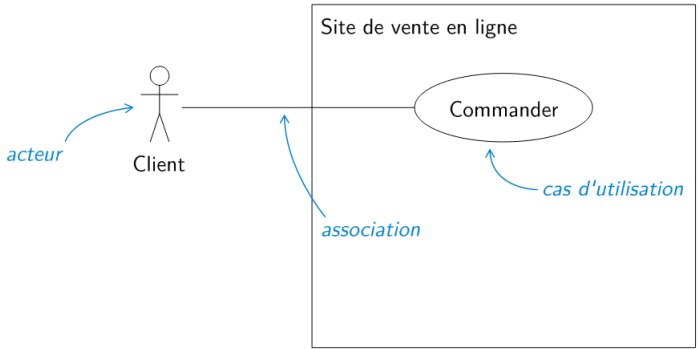
Diagrammes de cas d'utilisation

- Les diagrammes de cas d'utilisation modélisent à QUOI sert le système, en organisant les interactions possibles avec les acteurs.
- Comprendre les besoins d'un client pour rédiger le cahier des charges fonctionnel
- Trois questions principales
  - Définir les utilisations principales du système : **À quoi sert-il ?**
  - Définir l'environnement du système : **Qui va l'utiliser ?**
  - Définir le cadre effectif du système : **Quelles sont ses limites ?**
- Éléments de description
  - Diagrammes de cas d'utilisation (scénarios du cahier des charges)
  - Diagrammes de séquence (cf section suivante) des cas d'utilisation

Cas d'utilisation

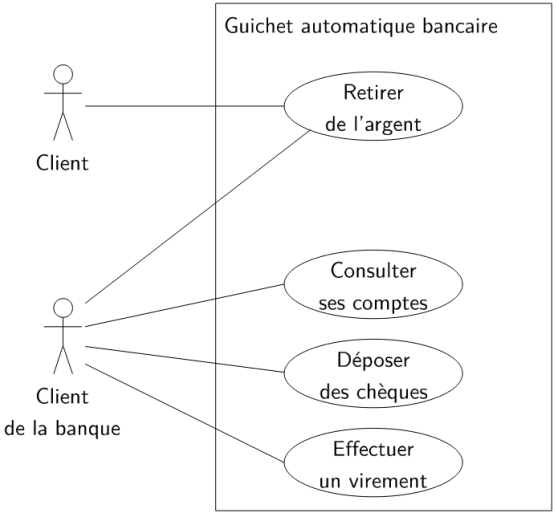
- Ensemble de scénarios réalisant un objectif de l'utilisateur
- Vision du système centrée sur l'utilisateur
- Acteur = entité qui interagit avec le système pour atteindre un but
  - représente un/des rôle(s)
  - identification par le nom du rôle
- Cas d'utilisation : fonctionnalité visible de l'extérieur
  - fonctionnalité (but) déclenchée par un acteur
  - Nom = Verbe à l'infinitif + Groupe nominal

Diagramme de cas d'utilisation : structure



Source : Delphine Longuet (LRI)

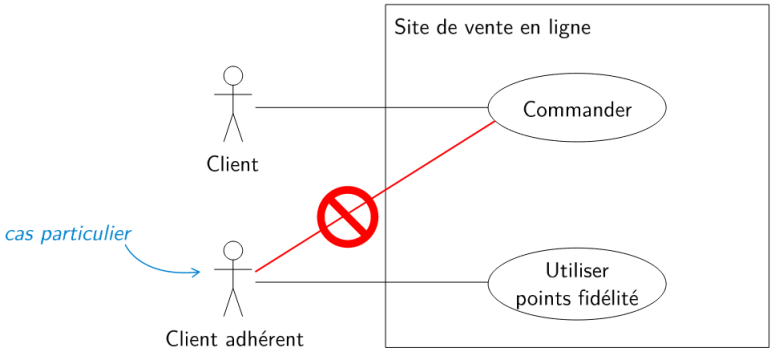
Diagramme de cas d'utilisation : exemple



Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagramme de cas d'utilisation : généralisation de rôles

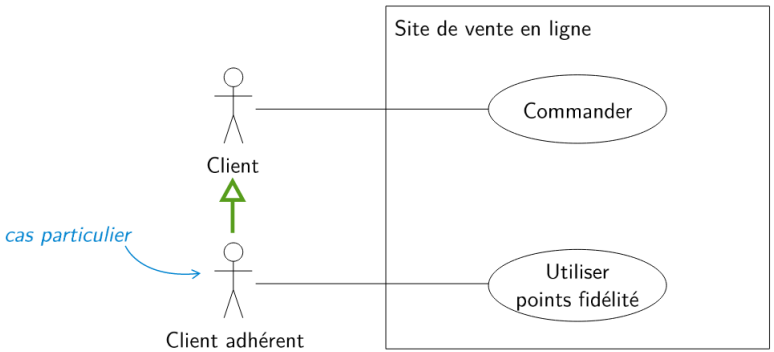
- Si B peut faire tout ce que fait A



Source : Delphine Longuet (LRI)

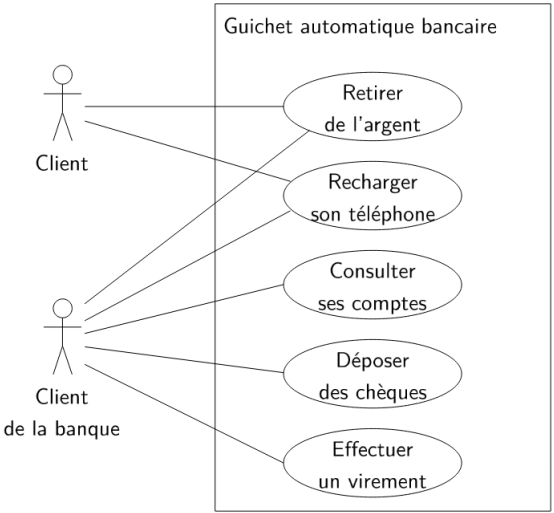
Diagramme de cas d'utilisation : généralisation de rôles

- Si B peut faire tout ce que fait A
  - Faire apparaître B comme un cas particulier de A (A généralise B)



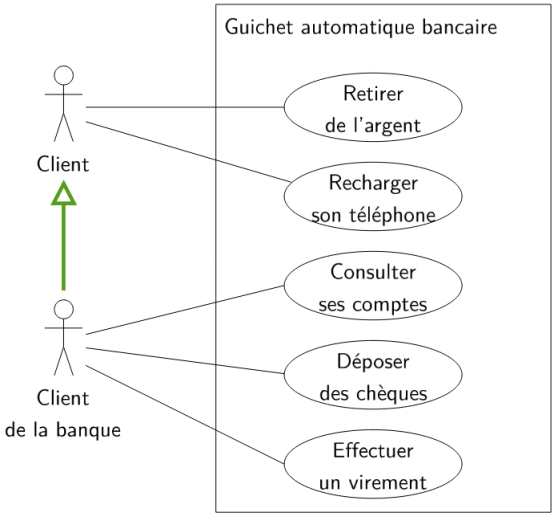
Source : Delphine Longuet (LRI)

Généralisation de rôle : exemples (1/2)



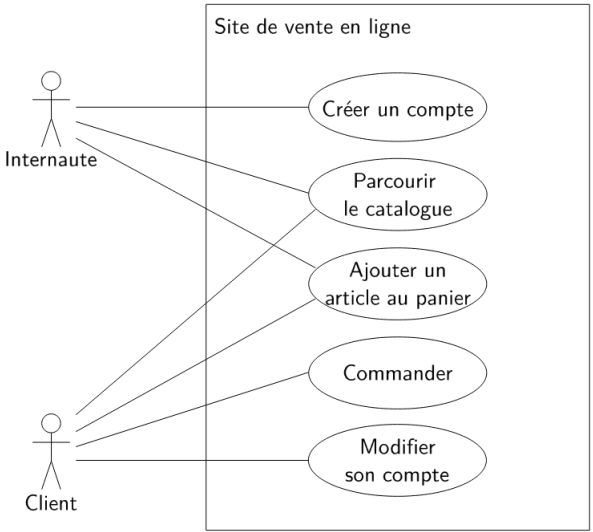
Source : Delphine Longuet (LRI)

Généralisation de rôle : exemples (1/2)



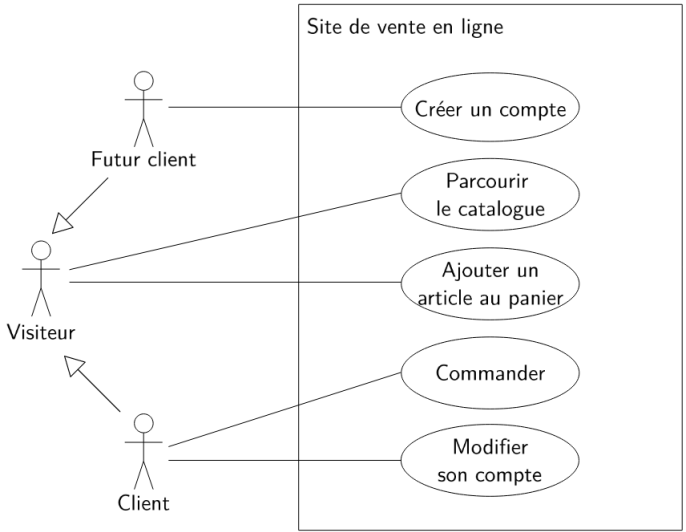
Source : Delphine Longuet (LRI)

Généralisation de rôle : exemples (2/2)



Source : Delphine Longuet (LRI)

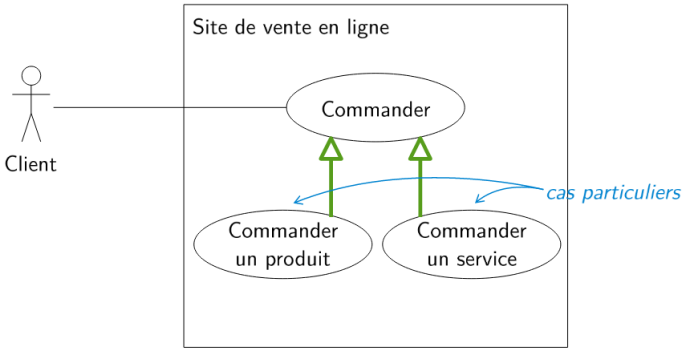
Généralisation de rôle : exemples (2/2)



Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagramme de cas d'utilisation : relations entre cas d'utilisation

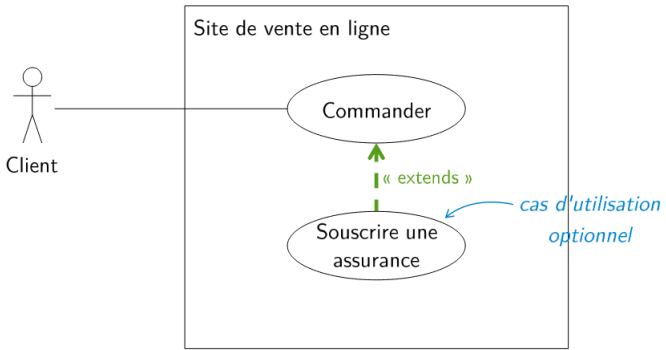
- Généralisation : X est un cas particulier de Y
  - Tout ou partie du scénario de Y est spécifique à X



Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagramme de cas d'utilisation : relations entre cas d'utilisation

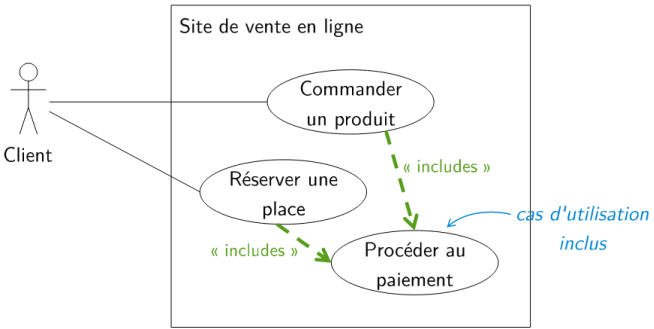
- Extension : X étend Y
  - X peut être déclenché pendant Y, X est **optionnel** pour Y



Source : Delphine Longuet (LRI)

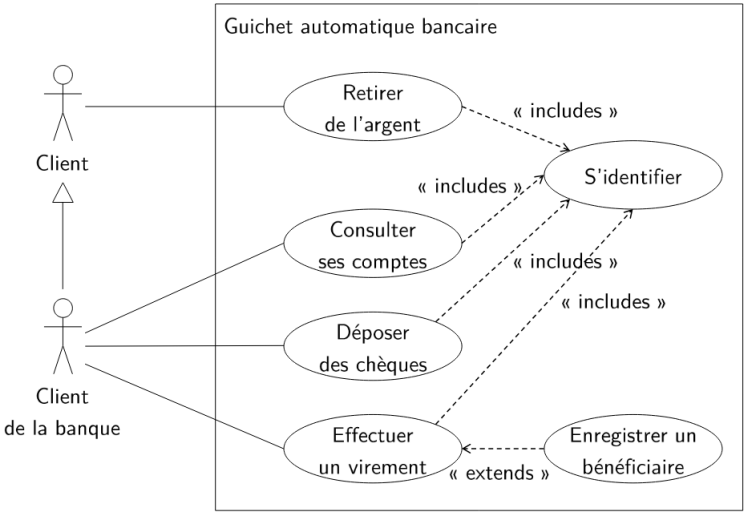
Diagramme de cas d'utilisation : relations entre cas d'utilisation

- Inclusion : X est un cas particulier de Y
  - Y inclus dans le scénario de X, Y déclenché au cours du scénario X
  - **À n'utiliser que si scénario commun à plusieurs cas**



Source : Delphine Longuet (LRI)

Relations entre cas d'utilisation : exemple



Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagramme de cas d'utilisation : recommandations

- Rester lisible dans les diagrammes
  - Maximum 6 à 8 cas d'utilisation par diagramme
  - Faire plusieurs diagrammes si nécessaire (ex : cas disjoints entre acteurs)
  - Relations entre seulement si sémantiquement importantes

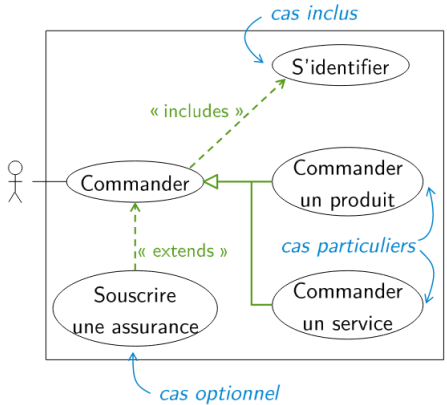
- Par la suite, passage à une description textuelle

Plan du cours

Diagrammes de cas d'utilisation pas suffisants

- Utiles pour discuter avec le client et intuitif
- Mais pas suffisant pour passer directement à la phase développement
- Étapes suivantes
  - Description détaillée des scénarios (non abordé en détails ici)
    - description textuelle en langue naturelle
    - explication des notations des diagrammes
  - Diagrammes de séquence

Liens diagrammes de cas d'utilisation & description textuelle



Commander

Acteur : Client

Le cas commence lorsque le client clique sur « Commander »

Scénario principal

1. Déclenchement du cas S'identifier
2. Fin du cas S'identifier
3. ...

4.1 L'objet de la commande est un produit.
Déclenchement du cas Commander un produit.

4.2 L'objet de la commande est un service.
Déclenchement du cas Commander un service.

Scénario alternatif

3a. Le client choisit de prendre une assurance.

Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagrammes de séquence (1/4)

- Les diagrammes de séquence permettent de décrire COMMENT les éléments du système interagissent entre eux et avec les acteurs

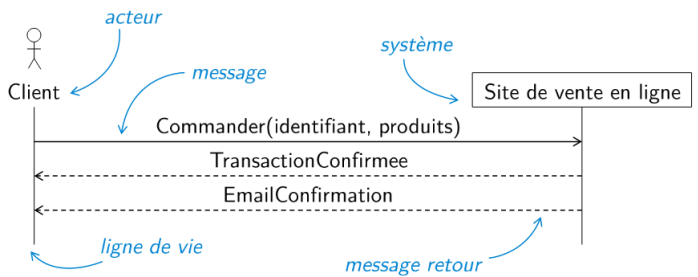
- Représentation graphique de la chronologie des échanges de messages entre les acteurs et le système

- Structuration du diagramme en
  - temps (axe vertical) : lignes de vie
  - objets (axe horizontal) : messages

- Point de vue temporel sur les inteactions
  - entre les acteurs et le systèmes (décrire les scénarios des cas d'utilisation)
  - entre les objets (pendant la conception)

Diagrammes de séquence (2/4) : niveau analyse

- Messages informels
- Noms de messages = cas d'utilisation
- Utilisation d'arguments utiles au scénario

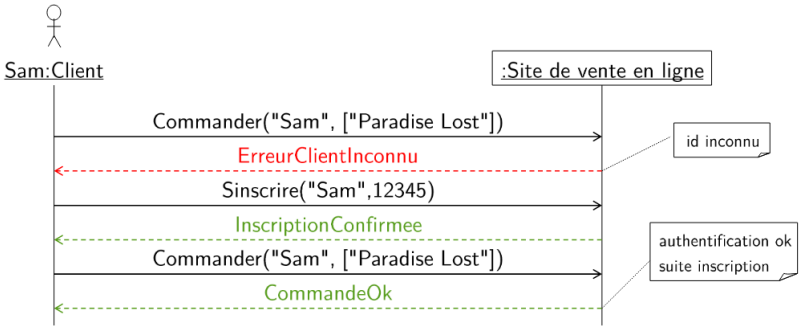


Source : Delphine Longuet (LRI)

Diagrammes de séquence (3/4) : niveau scénario d'utilisation

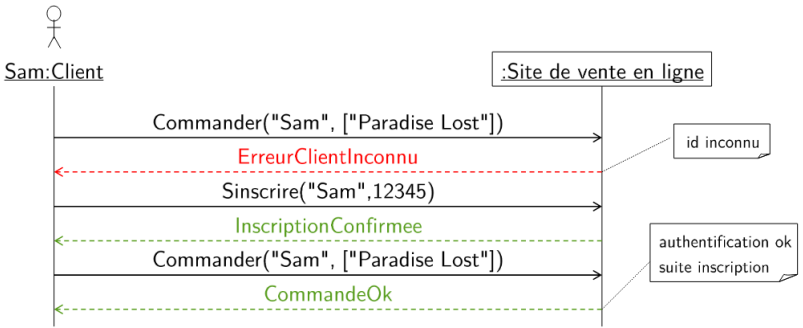
- Variables remplacées par des valeurs concrètes

- Objectifs
  - Illustrer les différents scénarios de cas d'utilisation
  - Mettre en exergue les relations entre les différents cas
  - Permettre de construire des scénarios plus complexes pour les tests



Source : Delphine Longuet (LRI)

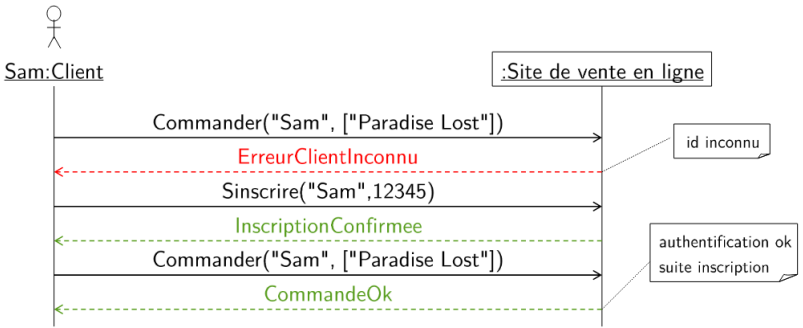
Diagrammes de séquence (3/4) : niveau scénario d'utilisation



Source : Delphine Longuet (LRI)

Que met-on en évidence ici ?

Diagrammes de séquence (3/4) : niveau scénario d'utilisation

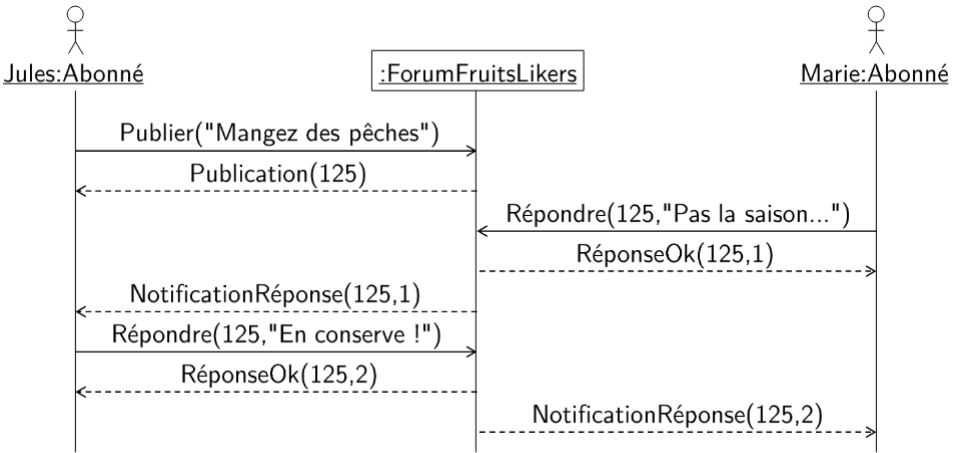


Source : Delphine Longuet (LRI)

Que met-on en évidence ici ? La nécessité d'être inscrit pour pouvoir commander

Diagrammes de séquence (4/4) : exemple avec plusieurs acteurs

- **ATTENTION** : scénario d'utilisation = interactions acteurs/système
- **Pas de messages entre acteurs**



Quelles différences entre diagrammes de séquence et cas d'utilisation ?

- Diagramme de cas d'utilisations
  - Récapitulatif graphique des interactions entre acteurs et système
- Diagramme de séquence
  - Description de chaque scénario
  - Séquences des interactions entre les acteurs et le système
  - Système vu comme une boîte noire
- Spécification des cas d'utilisation
  - Diagrammes de cas d'utilisation +
  - Description textuelle +
  - Scénarios d'utilisation (diagrammes de séquence)

Plan du cours

Plan du cours

Les diagrammes de classe

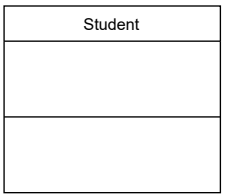
- Diagramme de classes = une modélisation interne et statique du système
  - Mettre en exergue la structure du cahier des charges établi précédemment
  - Ne tient pas compte de l'évolution temporelle du système

- Diagrammes de classes = spécifier la structure et les liens entre les objets du système
  - description des objets qui interagissent et s'échangent des messages (montrer le contenu de chaque classe)
  - description des relations qui peuvent exister entre les différentes classes

- Passage à la phase de conception
  - Non abordés ici : diagrammes d'objets
  - = représentation de l'état du logiciel (création/suppression d'objets, modifications des objets etc)

Structure d'un diagramme de classe

- Une classe est représentée par un rectangle séparé en trois parties :
  - la première partie contient le nom de la classe
  - la seconde contient les attributs de la classe
  - la dernière contient les méthodes de la classe




```
public class Student{

}
```

Définition d'un attribut (1/2)

- Pour définir un attribut, il faut préciser son nom suivi du caractère " :" et du type de l'attribut

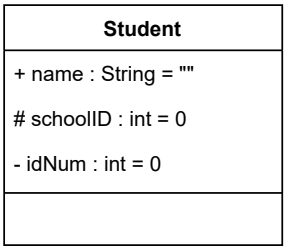
- Les droits sur l'attribut doit précéder son nom et peut prendre les valeurs suivantes :

Caractère	Visibilité
+	`public`
#	`protected`
-	`private`

- Une valeur d'initialisation peut être précisée juste après le type en utilisant le signe "=" suivi de la valeur.

- Attributs statiques = soulignés

Définition d'un attribut (2/2)

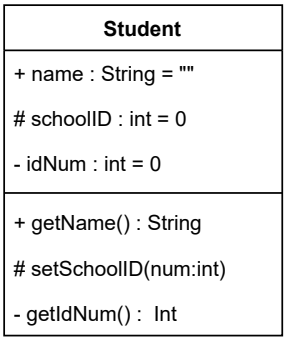



```
public class Student {

    public String name = "";
    protected int schoolID = 0;
    private int idNum = 0;

}
```

Définition d'une méthode (1/2)

- La visibilité est définie comme pour les attributs (méthodes statiques = soulignées)
- Les paramètres sont précisés entre parenthèses sous la forme `nom_methode(nom_param : type)`
- Si la méthode renvoie une valeur, son type est précisé après un signe " :"
- Pour les constructeur, on peut rajouter «`Constructor`» avant le nom de la classe
- On peut omettre les attributs/méthodes non significatifs (*getter*/*setters* etc)

Définition d'une méthode (2/2)




```java
public class Student {

    public String name = "";
    protected int schoolID = 0;
    private int idNum = 0;

    public void getName(){
    }

    protected void
        setSchoolID(int num){
    }

    private int getIdNum(){
    }
}
```

Plan du cours

Relations entre classes

- Association
  - les instances des classes sont liées
  - communication avec les objets
  - si relation forte : **composition**
  - Association de dépendance : la modification d'une classe peut avoir des conséquences sur une autre

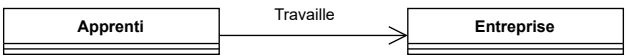
- Généralisation/spécialisation
  - les instances de la sous-classe sont des instances de la super-classe (conceptuel)
  - héritage (implémentation)

- Mise en œuvre
  - mise en œuvre : une classe réalise une interface

Plan du cours

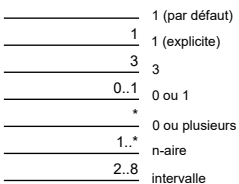
Associations entre classes

- Une association exprime une connexion sémantique bidirectionnelle entre deux classes.
- Peut être unidirectionnelle (préciser dans ce cas avec les flêches)
- Une association possède un nom constitué classiquement d'un verbe conjugué (la plupart du temps au présent)
- Diagramme : rajouter un lien entre deux classes et exprimer avec du texte la relation



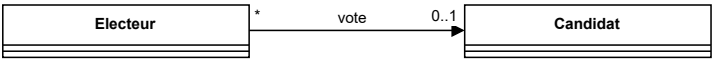
Relation d'association (1/2)

- Nom = forme verbale, éventuellement en sens de lecture avec la flêche sur unidirectionnelle
- Rôles
  - à indiquer si besoin à chaque extréminité
  - forme nominale
- Multiplicité
  - notée à côté de la classe, du côté de l'association
  - 1, 0..1, 0..* etc



- Ajout eventuel de mots clés (*ordered, set* (uniques) ; *bag, list* (doublons))

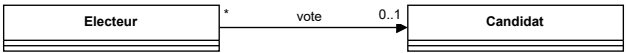
Relation d'association (2/2)



- Les associations
  - ont une durée de vie
  - sont héritées
  - sont indépendantes les unes des autres (comme les attributs)

Remarques sur les associations

- Association à naviguabilité restreinte (les instances d'une classe de "connaissent" pas les instances d'une autre)

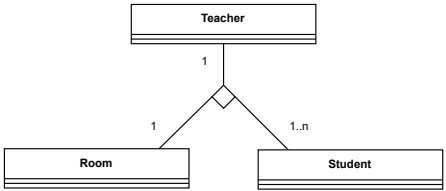


- Relation de dépendance (relation unidirectionnelle et d'obsolescence)

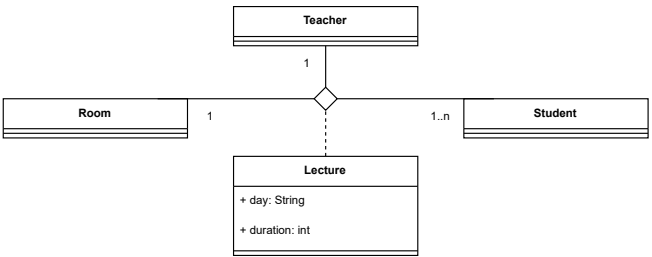
- Bidirectionnalité par défaut !

Exemples d'association

- Association n-aire (relier plus de deux classes, essayer de limiter leurs utilisations)



- Classe d'association : réalise la navigation entre les instances d'autres classes (cf plus loin)



Relation d'association : agrégation (1/2)

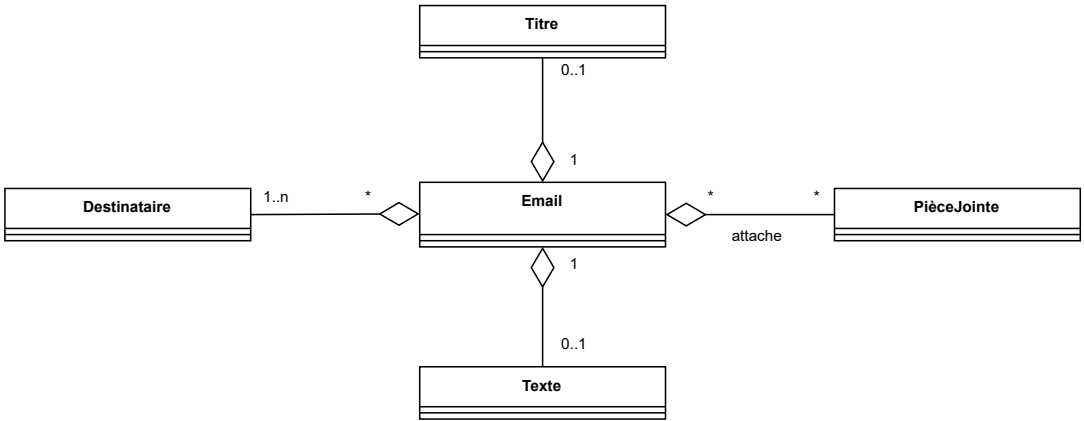
- Exprime un couplage **fort**, **relation de subordination** : **EST-UNE-PARTIE-DE**, **A-UN**
  - association asymétrique et transitive (contrairement à association simple)
  - représentation des "ensemble/élément" ou "contenant/contenu" en vue subjective mais explicite

- Une agrégation peut notamment (mais pas nécessairement) exprimer :
  - qu'une classe (un "élément") fait partie d'une autre ("l'agrégat"), **est-ce une partie de ?**
  - qu'un changement d'état d'une classe, entraîne un changement d'état d'une autre,
  - qu'une action sur une classe, entraîne une action sur une autre.

- Un élément agrégé peut être partagé entre plusieurs classes

- Une instance d'un élément agrégé peut exister sans agrégat (et inversement)
  - la suppression de l'ensemble n'entraîne pas celle de l'élément

Relation d'association : agrégation (2/2)

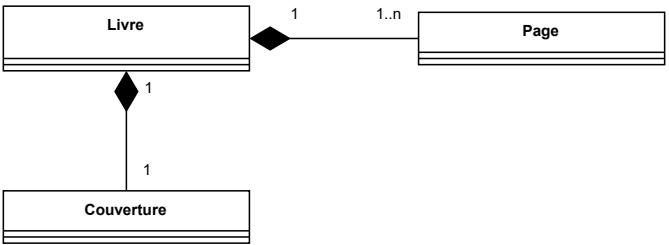


- Graphiquement, on ajoute un losange vide du côté de l'agrégat
- Ici, un fichier peut être attaché à un email (ou plusieurs ou aucun),
- et un email peut (ou non) attacher un ou plusieurs fichier(s)

Relation d'association : composition

- Composition = agrégation forte (agrégation par valeur)
  - Cycles de vie composants/agrégat sont liés : si l'agrégat est détruit/copié, ses composants le sont aussi
  - ex : les pages qui composent un livre
  - La multiplicité du côté composite ne doit pas être supérieure à 1 (cad 1 ou 0..1).
  - Graphiquement, on ajoute un losange plein du côté de l'agrégat.

- Une instance de composant ne peut être liée qu'à un seul agrégat de manière simulatanée



Agrégation et composition : bilan

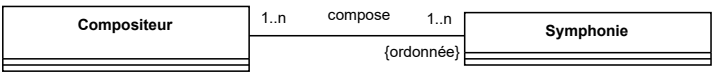
- Vues subjectives

- Lorsqu'on représente (avec UML) qu'une Molécule est "composée" d'Atomes
  - destruction d'une instance de Molécule $\rightarrow$ destruction des instances d'Atomes

- Agrégation et composition servent à ajouter de la sémantique aux modèles
  - l'exemple ci-dessus n'est pas vrai dans la réalité
  - mais abstraction satisfaisante pour modéliser une molécule

Contraintes sur les associations

- Expressions qui précisent le rôle ou la portée d'un élément de modélisation
- Elles permettent d'étendre ou préciser sa sémantique
  - Peuvent par exemple restreindre le nombre d'instances visées (ce sont alors des "expressions de navigation")
- Peuvent s'exprimer en langage naturel. Graphiquement, il s'agit d'un texte encadré d'accolades.



Plan du cours

Relation de généralisation/spécialisation

- Généralisation : factorisation de caractéristiques (attributs et opérations)
  - **EST-UN**, **EST-UNE-SORTE-DE**
  - toutes les instances de la sous-classe sont des instances de la super-classe (définition ensembliste)

- Une généralisation (ou agrégation) est un ensemble de sous concepts qui collectivement forment un nouveau concept.

- Une spécialisation (ou décomposition) divise un concept en sous-concepts.

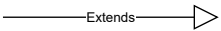
Héritage = implémentation de ces principes

- Mise en oeuvre à travers l'héritage de méthodes/attributs

- Partitioner une classe en sous-classes
  - la sous-classe a des attributs et/ou des associations supplémentaires pertinents
  - par rapport à la super-classe ou à d'autres sous-classes, la sous-classe doit être gérée, manipulée, on doit agir sur elle ou elle doit réagir différemment, et cette distinction est pertinente
  - le concept de la sous-classe représente une entité (humain, animal, robot) qui a un comportement différent de celui de la super-classe, et cette distinction est pertinente

Héritage : modélisation UML

- Relation avec une flêche à tête creuse



- Possible d'ajouter aux méthodes de la sous-classe celles de la classe mère qui seront redéfinies

- Permet de factoriser du code (héritage des attributs & méthodes)
  - Classe abstraites : ajouter `{abstract}` en dessous du nom
  - Méthodes abstraites : pareil à côté de la définition de la méthode

Héritage : exemple

- Classe Forme (abstraite) avec périmètre et surface
- Classe carré qui étend forme
- Classe Cercle qui étend forme

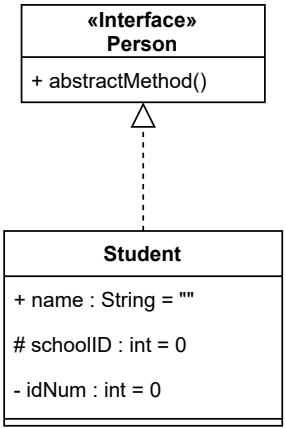
- **Exercice :** dessinez le diagramme de classe

Plan du cours

Mise en œuvre d'interface (1/2)

- Une boîte pour l'interface avec 2 cadres : nom & méthode(s) abstraite(s)
- Le nom de l'interface est précédé de «`Interface`»
- Méthodes décrites pareil qu'avant
- Une classe met en œuvre : relier la boîte de la classe vers celle de l'interface avec

Mise en œuvre d'interface (2/2)




```
public interface Person { void
    abstractMethod(); }

public class Student
    implements Person {

     public String name = "";
     protected int schoolID = 0;
     private int idNum = 0;

     void abstractMethod(){
          ...
     }
}
```

Plan du cours

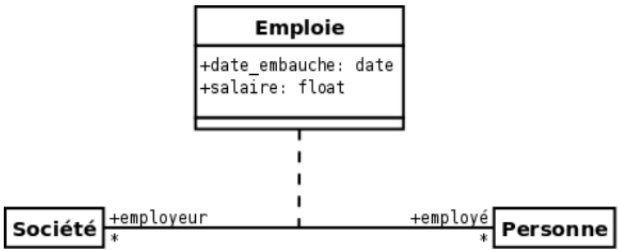
Définition d'une classe-association

- Parfois, une association doit posséder des propriétés.
  - **Exemple :** l'association "Emploie" entre une société et une personne possède comme propriétés le salaire et la date d'embauche
  - ces deux propriétés n'appartiennent ni à la société, qui peut employer plusieurs personnes, ni aux personnes, qui peuvent avoir plusieurs emplois.
  - il s'agit donc bien de propriétés de l'association Emploie.

- Utilité : introduire un nouveau concept pour modéliser cette situation : celui de classe-association.

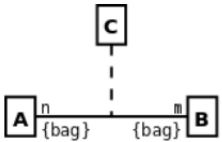
- Une classe-association possède les caractéristiques des associations et des classes
  - elle se connecte à deux ou plusieurs classes et possède également des attributs et des opérations.
  - Une classe-association est caractérisée par un trait discontinu entre la classe et l'association qu'elle représente

Classe-association : exemple

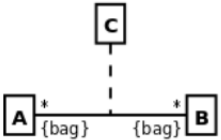


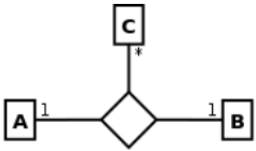
Equivalence classe-association / associations n-aires

Parfois, la sémantique d'une classe-association peut être représentée de façon identique avec des associations



ou encore

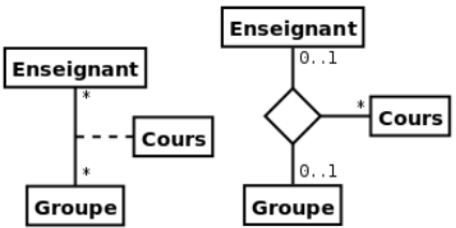




Classe-association, association n-aire ou association avec rôles ?

- Pas souvent simple de trancher entre classe-association, association n-aire ou autre
  - garder à l'esprit qu'une classe-association, ça n'est qu'une association
  - et que la classe-association est indissociable de cette association

- Exemple : classe-association cours entre un groupe d'étudiants et un enseignant
  - A gauche : Un cours ne peut exister que s'il existe un lien entre un objet Enseignant et un objet Groupe (si le lien disparaît, le cours aussi)
  - Si un cours doit pouvoir exister indépendamment de l'existence d'un lien (ex : enseignant en cours d'affectation), il vaut mieux l'association ternaire de droite



Plan du cours

Les diagrammes d'états-transitions

- Décrivent le comportement dynamique d'un objet à l'aide d'un automate à états finis.
  - présentent les séquences possibles d'états et d'actions qu'une instance de classe peut traiter au cours de son cycle de vie en réaction à des événements discrets (signaux, méthodes etc)

- La vision globale du système n'apparaît pas sur ce type de diagramme
  - ils ne s'intéressent qu'à un seul élément du système (classe/composant), indépendamment de son environnement

- Un diagramme d'états-transitions est un graphe représenté par un automate à états finis
  - une machine dont le comportement des sorties ne dépend pas seulement de l'état de ses entrées, mais aussi d'un historique des sollicitations passées
  - rassemble et organise les états et les transitions d'un objet donné

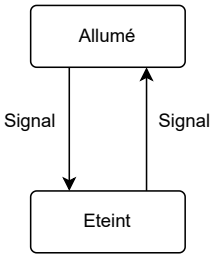
Automates à états finis

- Automate à états finis = automate dont le comportement des sorties dépend l'état de ses entrées + historique des sollicitations passées
  - Cet historique est caractérisé par un **état global**

- Un état global est un jeu de valeurs d'objet, pour une classe donnée, produisant la même réponse face aux événements.
  - Toutes les instances d'une même classe ayant le même état global réagissent de la même manière à un événement
  - ATTENTION : ne pas confondre les notions d'état global et d'état (on va en reparler juste après)

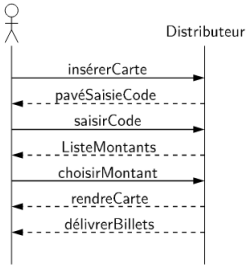
- Un automate à états finis est graphiquement représenté par un graphe comportant :
  - des **états** : abstraction de la vie d'une entité pendant lequel elle satisfait un ensemble de conditions
  - des **transitions** : changement d'états d'une entité

Exemple simple de diagramme à états-transitions

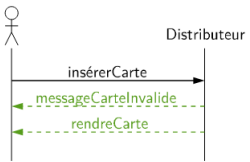


Exemple : distributeur automatique

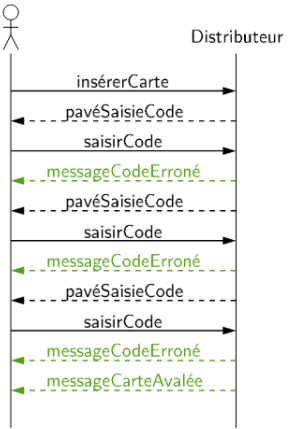
- **Intérêt** : regrouper des scénarios d'utilisation d'un même acteur



Scénario principal



Carte invalide



Trois erreurs de code

Source : Delphine Longuet (LRI)

Plan du cours

État dans un diagramme d'états-transitions

- Représentation par un rectangle à bords arrondis
  - possibilités d'états composites (qui enveloppe des sous-états) [cf dernière sous-section]
  - nom de l'état doit être **unique** dans le diagramme

- Un état peut être partitionné en plusieurs compartiments si nécessaire
  - séparation par ligne horizontale
  - le premier contient le nom de l'état
  - les autres : transitions internes (cf plus loin) ou sous-états pour les états composites

État d'un objet, ou du diagramme d'états-transitions (état global)

- Un objet peut passer par une série d'états pendant sa durée de vie
  - Un état = période dans la vie d'un objet pendant laquelle ce dernier attend un événement ou accomplit une activité
  - Configuration de l'état global de l'objet = le jeu des états (élémentaires) qui sont actifs à un instant donné.

- Si diagramme d'états-transitions simple (sans transition concurrente)
  - un seul état actif à la fois
  - dans ce cas, les notions d'état actif et d'état global se rejoignent !

- Un état global peut contenir plusieurs états actifs à un instant donné
  - états concurrents = plusieurs états sont actifs en même temps (*objet concurrent*)
  - dans ce cas, les notions d'état actif et d'état global se rejoignent (cf Section États étendus)

- On va voir par la suite les notions d'évènements, de transitions et de points de choix

États initiaux et finaux

- État initial
  - pseudo-état qui indique l'état de départ, par défaut, lorsque le diagramme d'états-transitions est invoqué
  - un objet créé entre dans l'état initial

- État final
  - pseudo-état qui termine le diagramme d'états-transitions

Plan du cours

Événements

- Fait instantané qui se produit pendant l'exécution d'un système et dont il est intéressant de modéliser l'impact
  - but du diagramme à états-transitions : modéliser les réactions d'un objet à ces événements
  - événements = pas de durée, se produit à un instant précis

- Quand un événement se produit
  - peut déclencher la transition vers un nouvel état
  - plusieurs types d'événements : signal, appel, changement et temporel

Événements de signal

- Véhicule une communication asynchrone à sens unique entre deux objets
  - créé et initialisé explicitement par un objet expéditeur
  - envoi à un objet (ou à un groupe d'objets)
  - pas d'attente de traitement du signal par le receveur

- Réception d'un signal = événement pour le destinataire
  - L'expéditeur peut être le receveur
  - Les signaux supportent l'héritage (ex : E/S -> souris, clavier etc)

Évènement temporel (after ou when)

- Générés avec le temps qui s'écoule
  - Spécification absolue (date)
  - Spécification relative (temps écoulé)

- Événement temporel relatif

```
after ( <durée> )
```

- Événement temporel absolu

```
when ( date = <date> )
```

Événements d'appel et de changement

- Événement d'appel (*call*) = appel à une méthode du diagramme de classe par un objet
  - Paramètres de l'opération = ceux de l'événement
  - Même syntaxe que pour un signal.

- Événement de changement (*change*)
  - changement dans une expression booléenne (de faux à vrai) sur des valeurs d'attributs
  - évaluation continue dans le système
  - Syntaxe :

```
when ( <condition_booléenne> )
```

Action

- Réaction du système à un évènement
- Propriétés
  - atomique
  - instantanée
  - non interruptible
- Exemple d'actions
  - création/destruction d'objet
  - affectation
  - envoi d'un signal
- Spécification de l'action en langage naturel ou pseudocode (description libre)

Plan du cours

Transitions (1/2)

- Transition = réponse d'un objet à l'occurrence d'un événement
  - liaison entre deux états
  - indique qu'un objet dans un état `E` peut passer dans un état `E'`
  - indique quelles actions seront réalisées quand la condition de garde est vérifiée

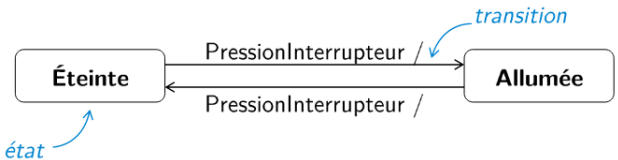
- Syntaxe d'une transition (`condition` uniquement évaluée si événement déclencheur se produit)

```
[ <événement> ][  <condition>  ] [ / <action> ]
```

- Le même événement peut être le déclencheur de plusieurs transitions quittant un même état
  - une seule transition peut se déclencher dans un même flot d'exécution (chaque transition avec le même événement doit avoir une condition de garde différente)
  - comportement non déterministe si deux transitions activées en même temps

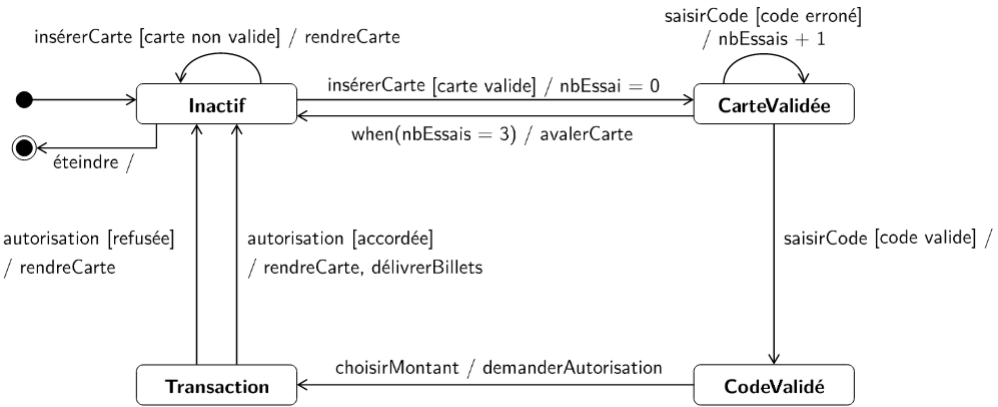
Transitions (2/2)

- Au déclenchement d'un transition, l'action décrit l'effet produit
  - une opération primitive (assignation, création d'objet etc)
  - envoi d'un signal
  - appel d'une méthode etc



Source : Delphine Longuet (LRI)

Exemple complet



Source : Delphine Longuet (LRI)