

# UML et POO

Xavier Nodet, [xavier.nodet@univ-angers.fr](mailto:xavier.nodet@univ-angers.fr)

Novembre 2023 - 168b49c

Dernière version du cours, slides et exercices



<https://nodet.github.io>

# Plan du cours

- Introduction
- UML
  - Étude fonctionnelle : acteurs, cas d'utilisation, diagrammes
  - Modélisation statique : classes et objets, attributs, opérations, etc
- Programmation orientée objet
  - Python, Java et C++



Comment le client a exprimé son besoin



Comment le chef de projet l'a compris



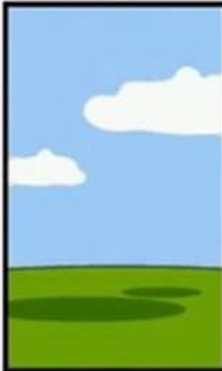
Comment l'ingénieur l'a conçu



Comment le programmeur l'a écrit



Comment le responsable des ventes l'a décrit



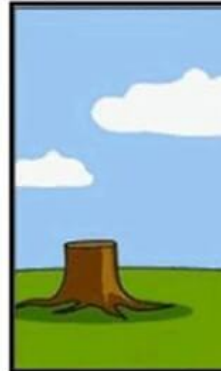
Comment le projet a été documenté



Ce qui a finalement été installé



Comment le client a été facturé



Comment la hotline répond aux demandes



Ce dont le client avait réellement besoin

# Introduction

- Communication avec les clients
- Communication avec les developpeurs
- Textes et diagrammes UML
  - Créé en 1996 par Rumbaugh, Jacobson et Booch
- Quelques notions de POO

# Pré-requis

- Bases de programmation en C (structures de contrôle, fonctions)



[https://www.rocq.inria.fr/secret/Anne.Canteaut/COURS\\_C/](https://www.rocq.inria.fr/secret/Anne.Canteaut/COURS_C/)

# Plan du cours

- Introduction
- UML
  - Étude fonctionnelle : acteurs, cas d'utilisation, diagrammes
  - Modélisation statique : classes et objets, attributs, opérations, etc
- Programmation orientée objet
  - Python, Java et C++

# UML : les acteurs



# UML : les acteurs

- Rôle joué par une entité
- Ne fait pas partie du système étudié
- Humain ou non

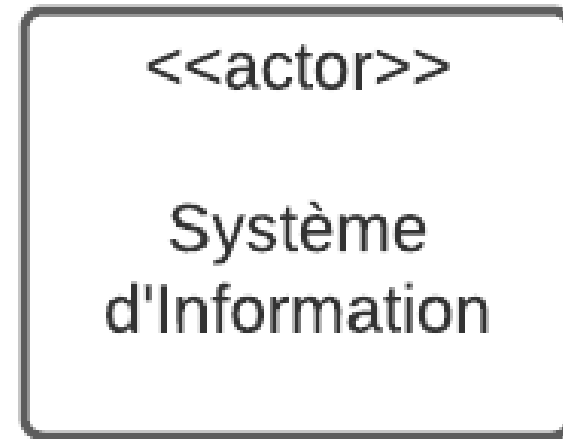
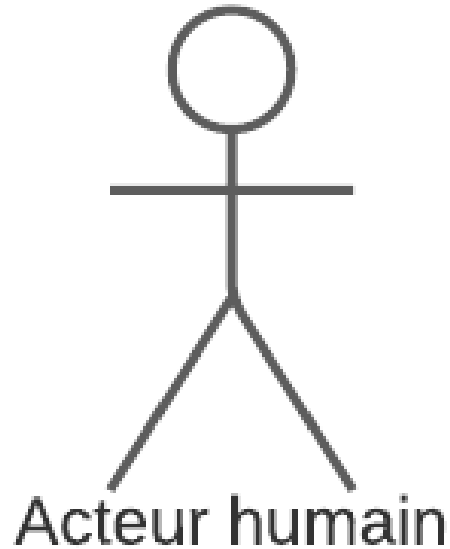
# UML : les acteurs

- Rôle joué par une entité
- Ne fait pas partie du système étudié
- Humain ou non

## Exemples:

- L'utilisateur d'une carte de paiement lors d'une transaction sur Internet.
- Le système de gestion des stocks, dans l'étude d'une caisse de supermarché.

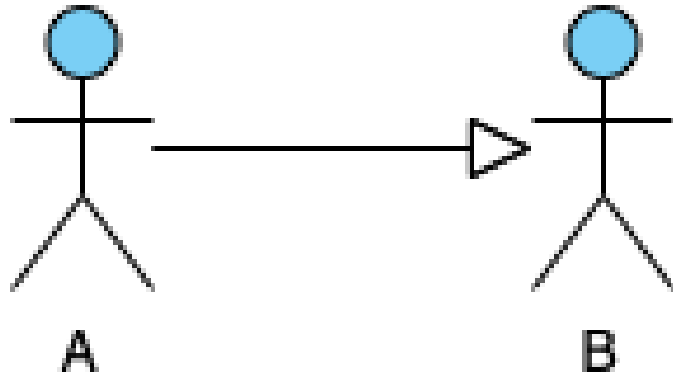
# UML : les acteurs



# UML : les acteurs - Spécialisation

- Si l'acteur **A** est un **B** (il peut faire tout ce que peut faire **B**)
- mais qu'il a aussi des rôles distincts

on dit que **A** est une *spécialisation* de **B**.





<https://forms.gle/z5gwPvn2E6UDomQZ9>

# UML : les cas d'utilisation

### **Systeme considéré**

Le logiciel exécuté sur l'ordinateur des caisses de paiement du parking. Ni le terminal CB, ni le lecteur de ticket intégrés aux caisses ne font partie du système.

### **Titre**

Validation d'un ticket de parking et paiement du stationnement

### **Liste des acteurs**

Le lecteur de ticket, le terminal de paiement CB, le serveur de

## base de données du parking

### **Pré-conditions**

- La connexion au serveur du parking est établie
- Le terminal CB n'a pas signalé d'erreur de communication lors du dernier paiement

### **Scénario nominal**

- Le lecteur signale l'insertion d'un ticket de parking
- L'écran affiche le montant à payer
- Le terminal CB reçoit le montant à payer



- Le terminal CB signale que le paiement a été effectué
- Un message est envoyé au serveur en indiquant que le ticket a été payé
- Le lecteur reçoit la commande d'imprimer la date, l'heure et le montant payé sur le ticket
- L'écran affiche un message et le ticket est renvoyé

#### **Scénario alternatif**

- Si le lecteur CB envoie un message indiquant l'annulation du paiement, afficher un message et renvoyer le ticket

#### **Cas d'erreur**

- Si le ticket a déjà été payé, afficher un message et renvoyer le ticket
- Si le terminal ne répond pas 'payé' sous 60 secondes, afficher un message et renvoyer le ticket
- Si le terminal répond 'paiement refusé', afficher un message et renvoyer le ticket

# UML : les cas d'utilisation

- Séquence d'événements au cours de laquelle l'acteur principal interagit avec le système pour obtenir un résultat qui l'intéresse
- Description du comportement attendu du système
- Description du *quoi*, et non pas du *comment*

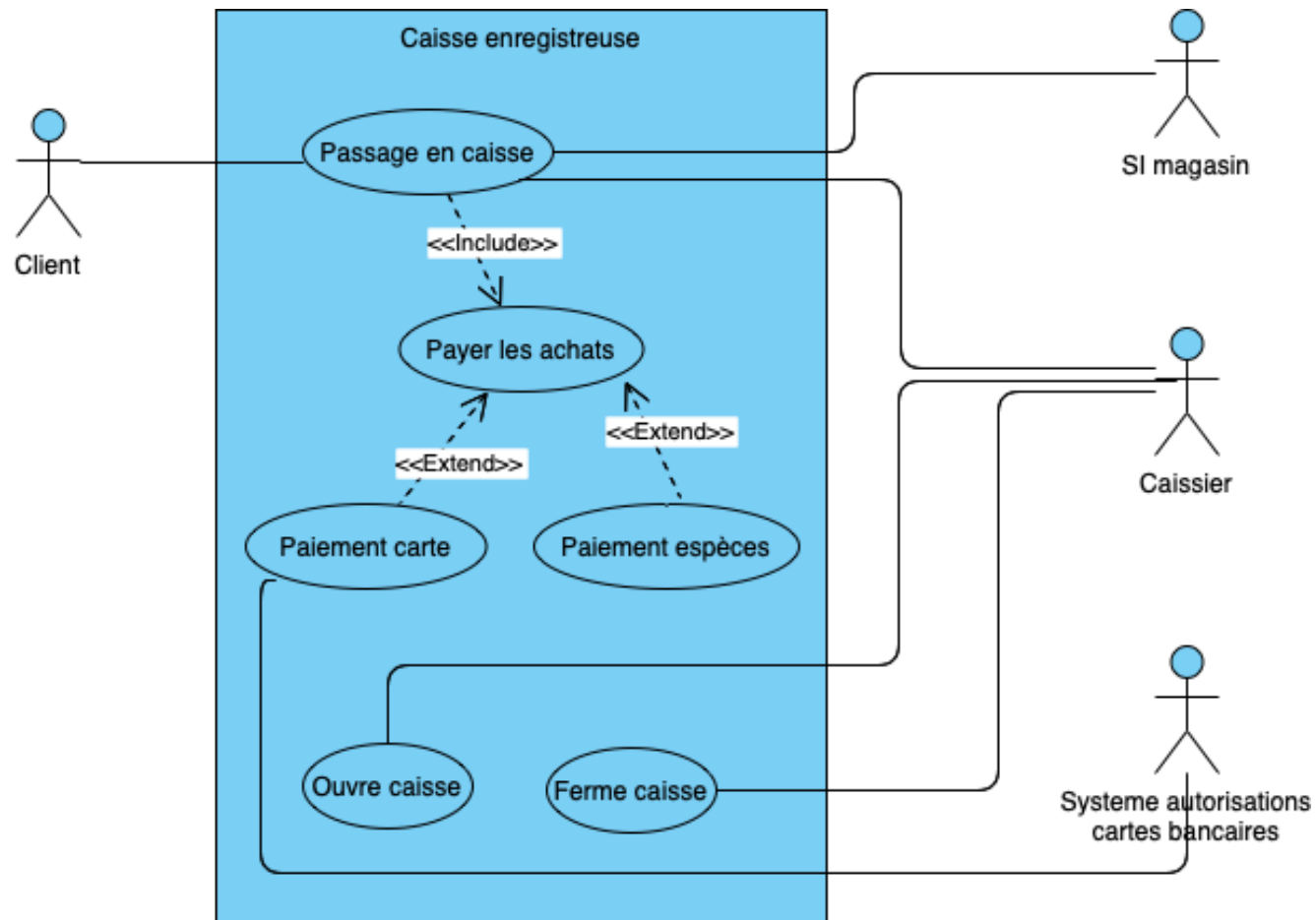
# UML : les cas d'utilisation

- Scénario nominal
- Enchainements alternatifs :
  - Le porteur de carte fait une ou deux (mais pas trois) erreurs de code.
  - Le client présente sa carte de fidélité à la caisse
- Enchainements d'erreur :
  - Pas d'autorisation de retrait
  - Livre déjà réservé

# UML : les cas d'utilisation

- Pré-conditions, post-conditions
- Exigences non fonctionnelles
- Inclusion d'un cas dans un autre : "includes"
- Extension d'un cas par un autre : "extends"

# UML : Diagramme de cas

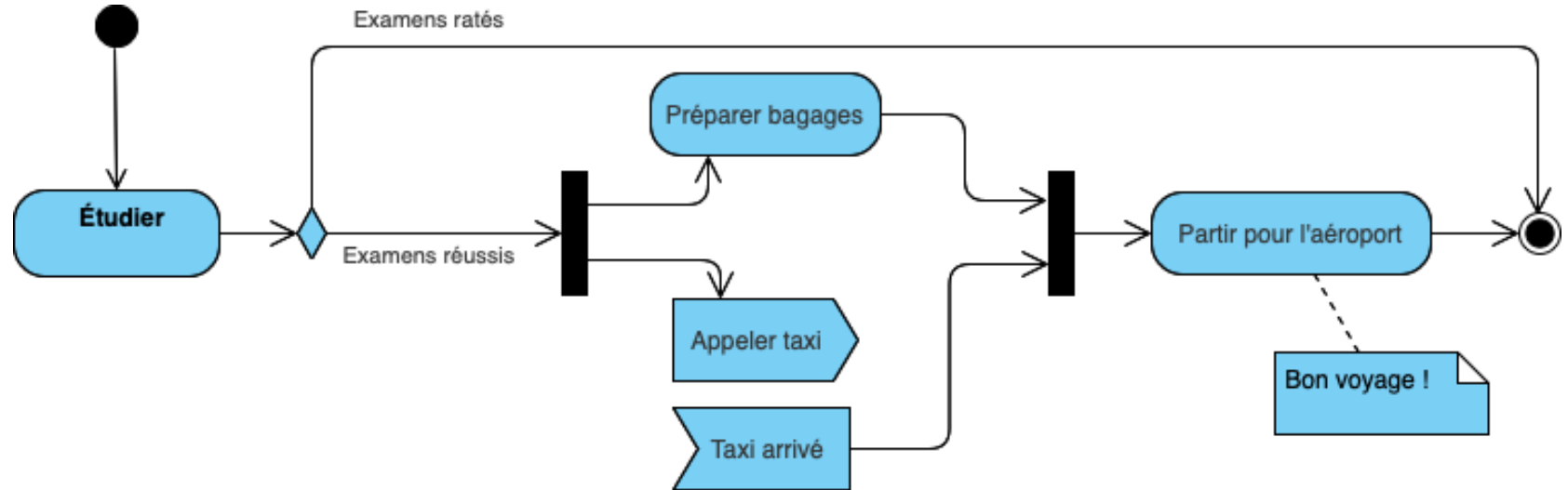




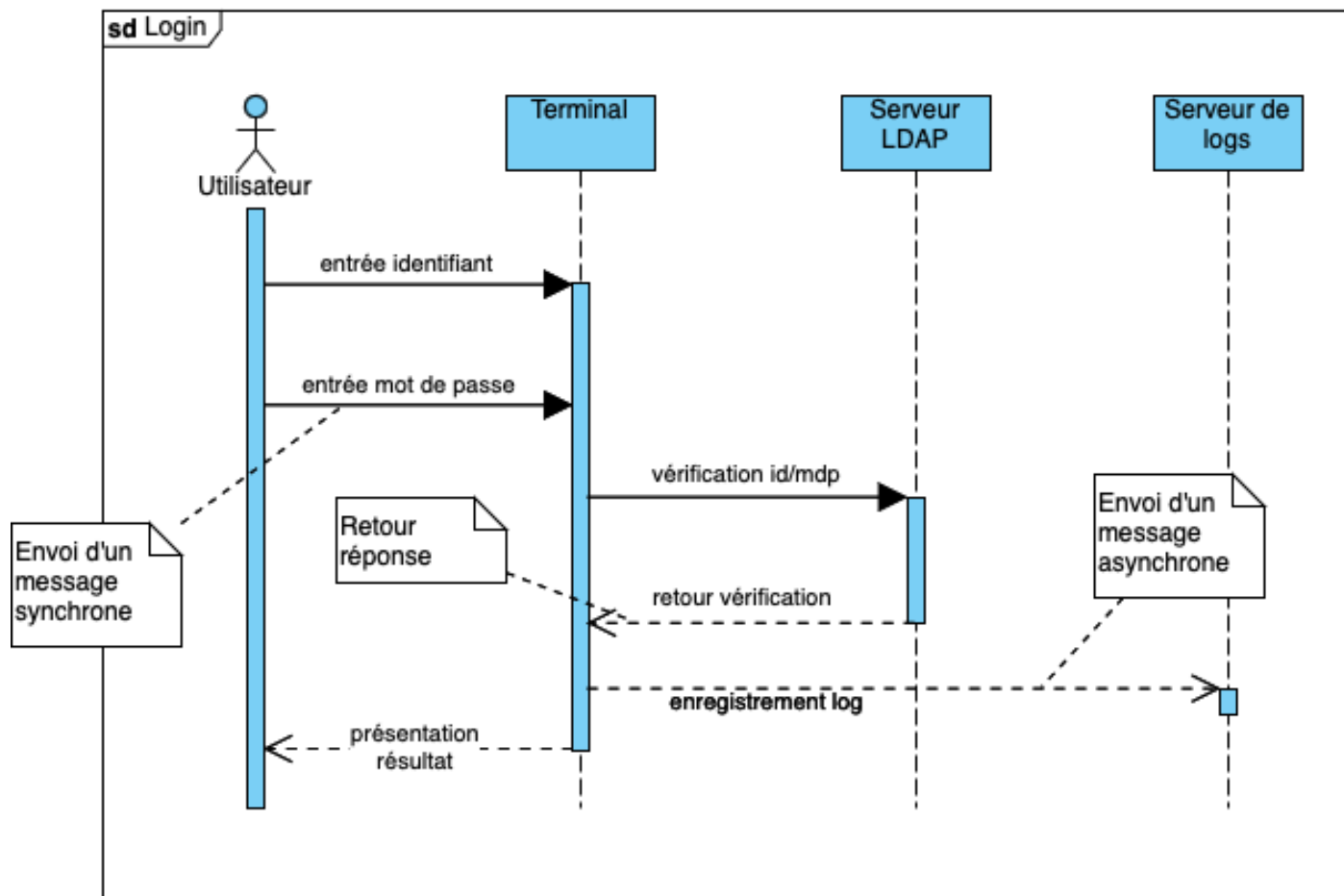
<https://forms.gle/6Ti8UEjQKR2H6c7G9>



# UML : Diagramme d'activité

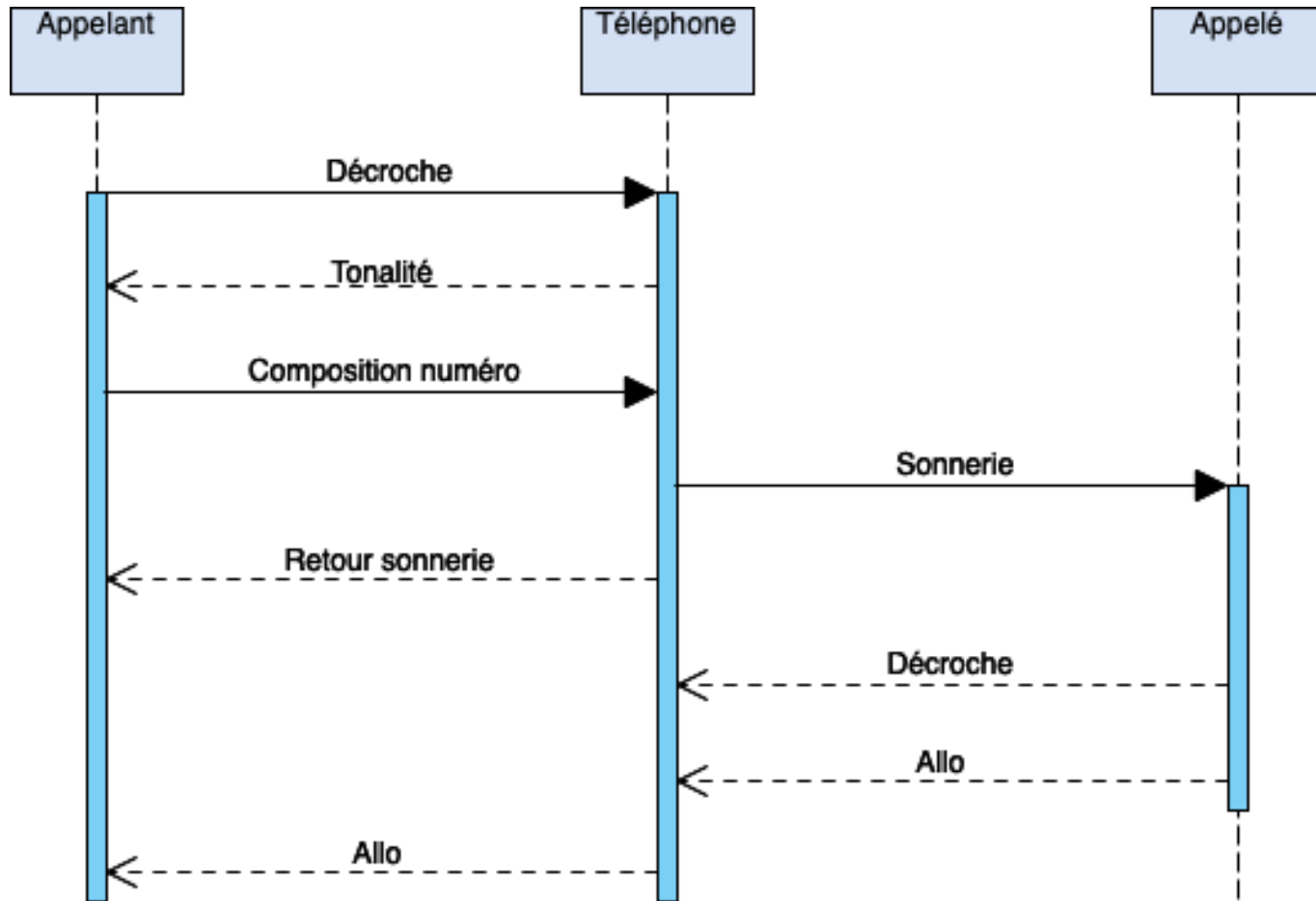


# UML : Diagramme de séquence



# UML : Diagramme de séquence

- Décrit les actions et messages échangés entre les acteurs
- Une *ligne de vie* verticale pour chaque acteur
- Messages synchrones (l'émetteur attend la réponse) ou asynchrones (pas de réponse, ou réponse différée)
- Rectangle sur la ligne de vie pour les traitements



# Plan du cours

- Introduction
- UML
  - Étude fonctionnelle : acteurs, cas d'utilisation, diagrammes
  - Modélisation statique : classes et objets, attributs, opérations, etc
- Programmation orientée objet
  - Python, Java et C++

# UML : Modélisation statique

## Décomposition

- Un système complexe sera décomposé pour faciliter son étude.
- Les composants d'un système deviennent acteurs pour l'étude d'un sous-système.

## Fin de l'étude fonctionnelle

- En théorie, une fois l'étude fonctionnelle terminée, parler au client ne devrait plus être nécessaire.
- En pratique, ce n'est pas aussi simple...

# Cycle en V

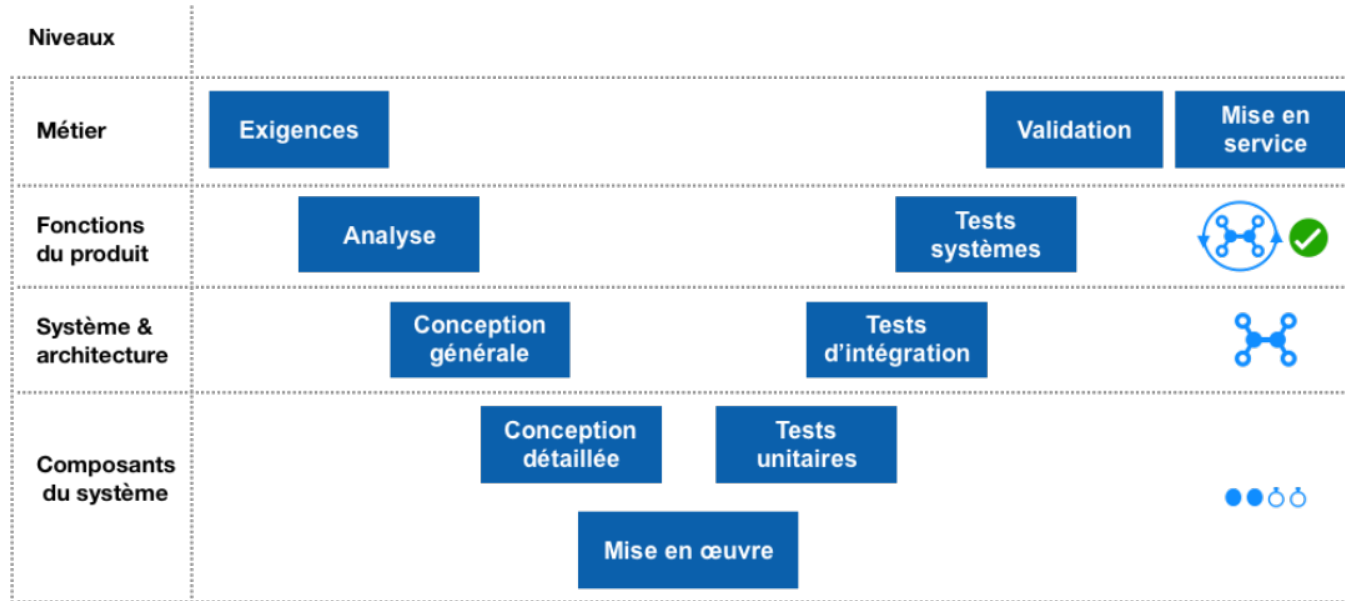
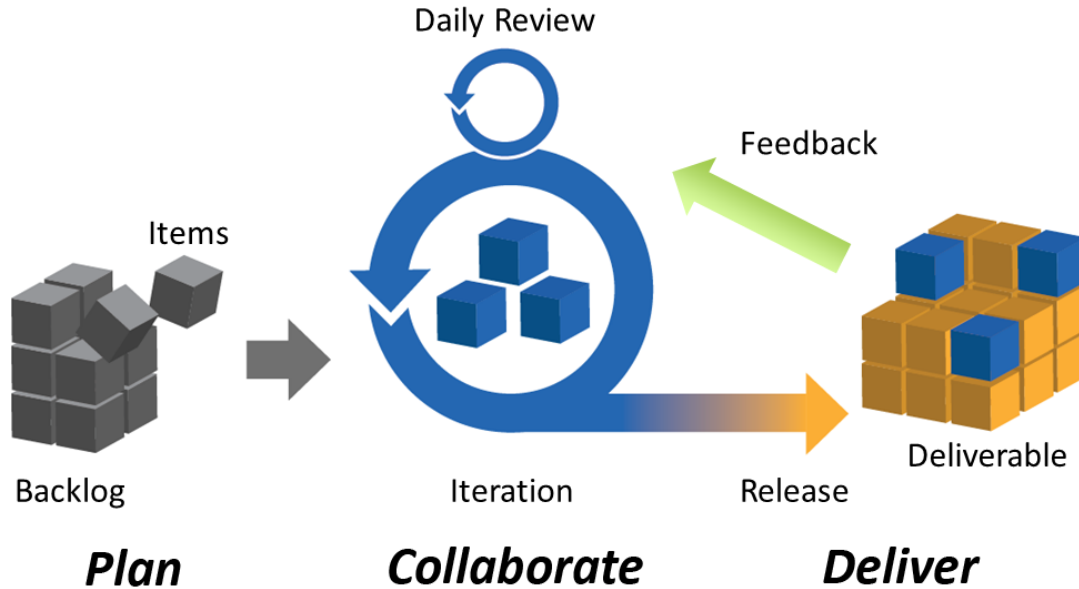


Figure 1. Le cycle en V, par Cth027 — Travail personnel, CC BY-SA 4.0, [link](#)



# Méthodes agiles



Agile Project Management: Iteration

Figure 2. Les méthodes agiles, par Planbox - Travail personnel, CC BY-SA 3.0, [link](#)

# Classes et objets

- Chaque type d'acteur est représenté par une *classe*.
- Les éléments manipulés dans le système étudié seront également représentés par des classes :
  - les livres d'une bibliothèque
  - les voitures d'un concessionnaire automobile

# Classes et objets

- La classe est le patron, le modèle, à partir duquel les objets sont *instanciés*.
- Chaque objet est construit à partir d'une et une seule classe.
- Une classe peut n'être instanciée qu'une seule fois.
- Exemples :
  - l'IHM d'un programme
  - le serveur de base de donnée auquel le système est connecté

# Représentation d'une classe

Utilisateur
prénom nom date de naissance /age
liste_prêts() ajout_prêt() retrait_prêt() envoyer_rappel(livre)

# Attributs

- Attribut : propriété d'une classe qui associe une *donnée* à chaque *instance* de cette classe.
- Exemples :
  - Les prénoms, noms et date de naissance d'un utilisateur
  - Le titre et le nombre de mots d'un livre

# Attributs

- Un attribut peut avoir une type simple (entier, chaîne de caractères, date, etc).
- Les liens avec d'autre objets ne sont pas des attributs, mais des relations.
- Un attribut peut être dérivé, déduit d'informations présentes ailleurs dans le modèle. Il est noté */attribut*.

# Opérations

- Une classe peut aussi définir des *opérations*. Ces opérations représentent des services que peuvent rendre les instances de la classe
- Exemples :
  - *nombre\_emprunts\_en\_cours()*
  - *rendre(livre)*
  - *envoyer\_rappel(utilisateur, livre)*

# Opérations

- Trois types de services :
  - demande d'information
  - enregistrement d'information
  - traitements sans échange d'informations



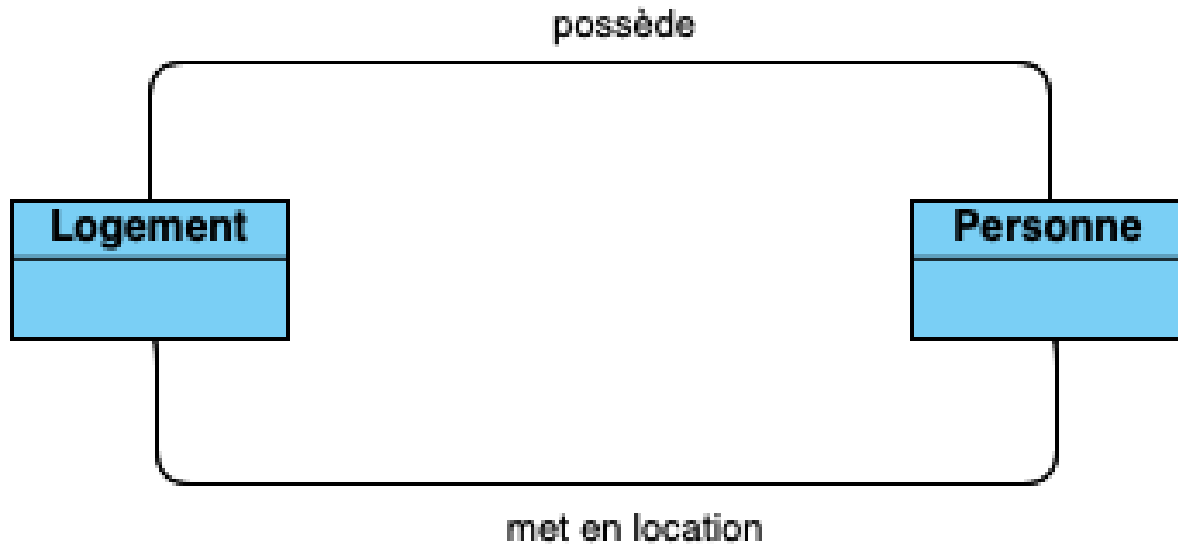
# Représentation d'une classe

Utilisateur
prénom nom date de naissance /age
liste_prêts() ajout_prêt() retrait_prêt() envoyer_rappel(livre)

# Associations

- Association : relation sémantique durable entre deux classes.
- Exemples :
  - Une bibliothèque possède des livres. La relation *possède* est une association entre la classe *Bibliothèque* et la classe *Livre*.
  - Un utilisateur emprunte des livres. La relation *emprunte* est une association entre la classe *Utilisateur* et la classe *Livre*.

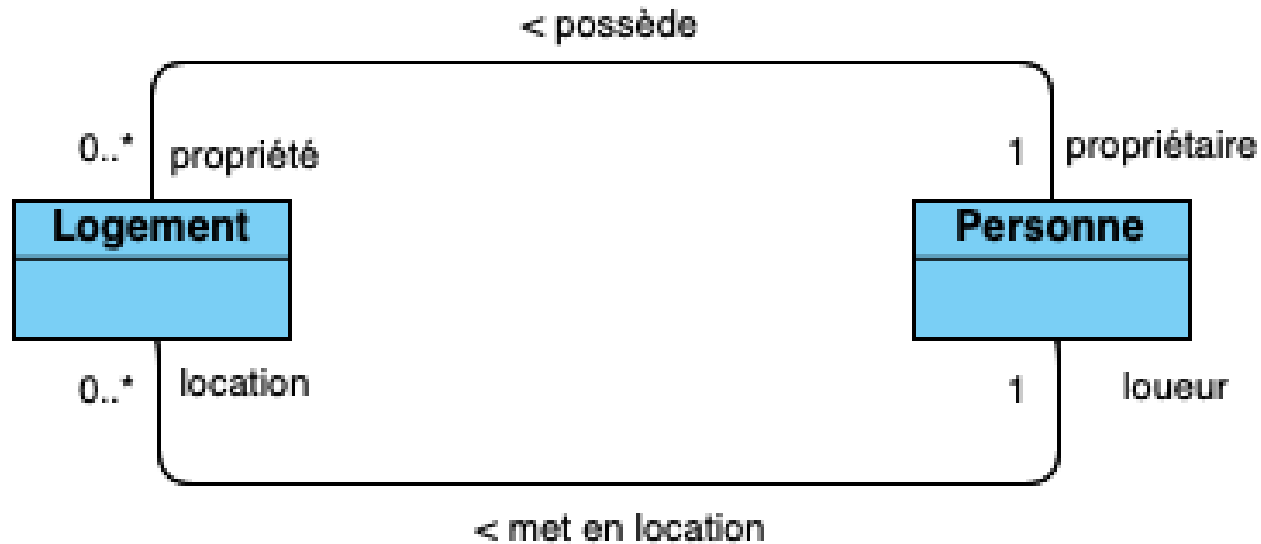
# Associations



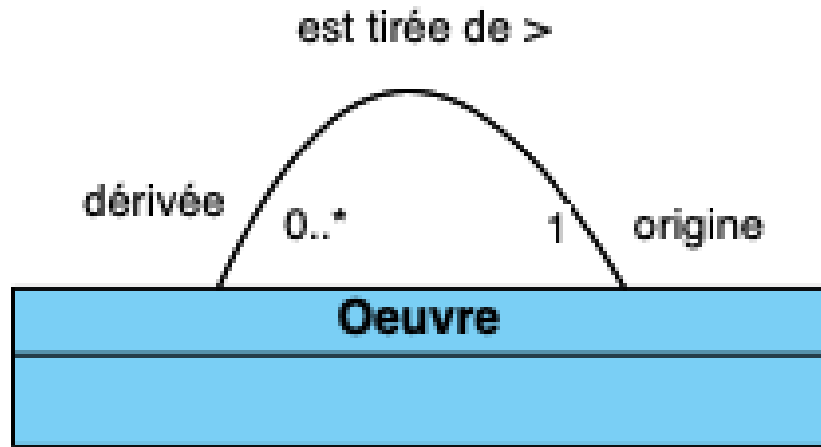
# Associations

- Multiplicité: combien d'instances d'une classe peuvent être en relation à *un* instant donné, avec *une* instance de l'autre classe.
- Indique l'intervalle des valeurs possibles, ou l'unique valeur possible
- Un nombre quelconque est noté \*
- 0..\*
- 1..2
- 1

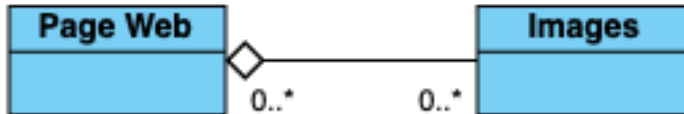
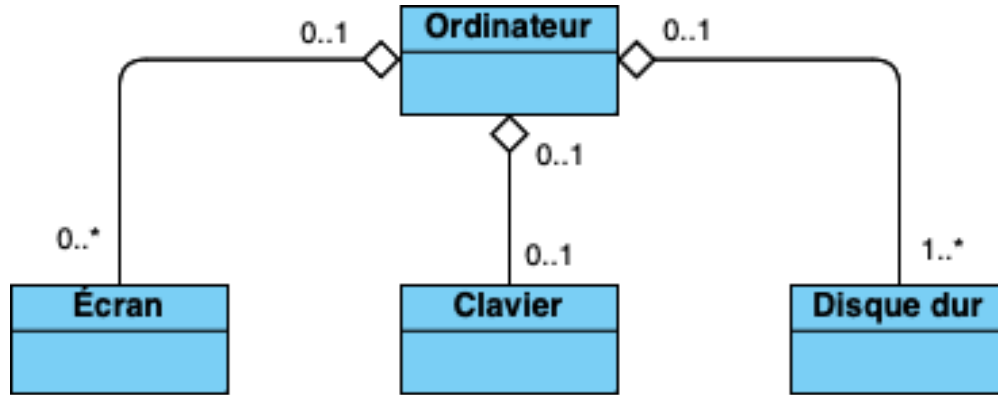
# Associations



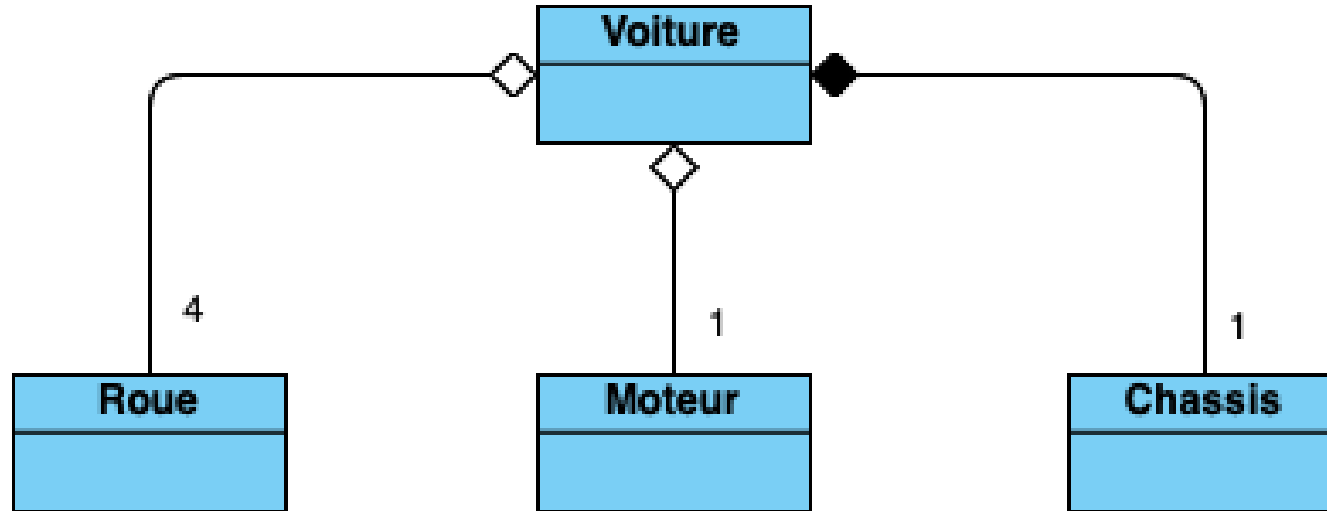
# Associations



# Agrégation

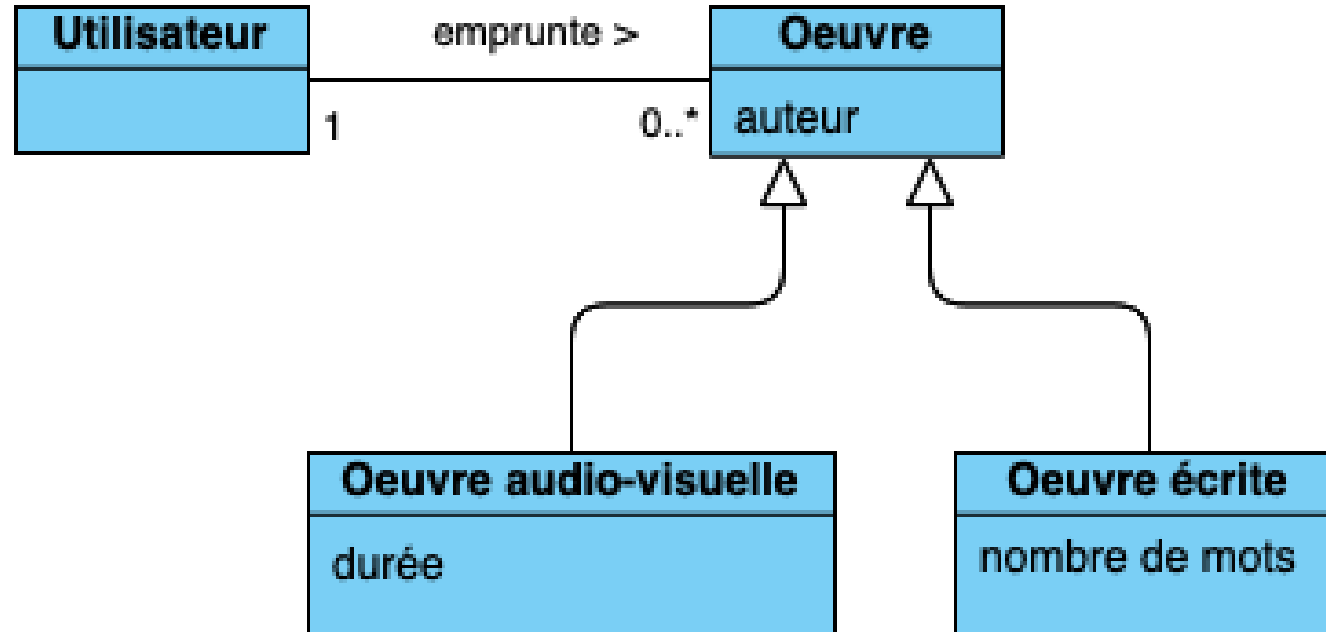


# Composition





# Généralisation



# Généralisation

- *Oeuvre* est la *généralisation* de *Oeuvre écrite* et *Oeuvre audiovisuelle*.
- Réciproquement, on parle de *spécialisation*.
- Les instances d'une classe spécialisée sont aussi des instances de la *classe de base*, ou *super-classe*.
- La classe spécialisée *hérite* de tous les attributs et méthodes.
- Elle peut rajouter ses propres propriétés.
- Elle respecte le contrat de la classe de base : pré-conditions, post-conditions, invariants.



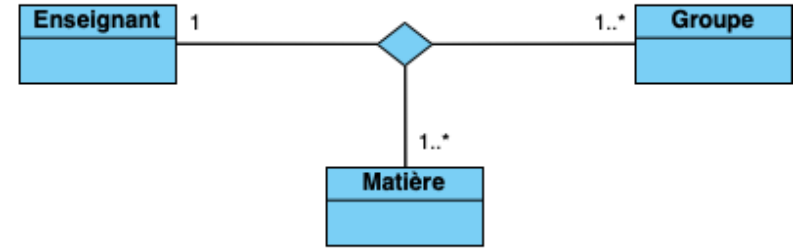
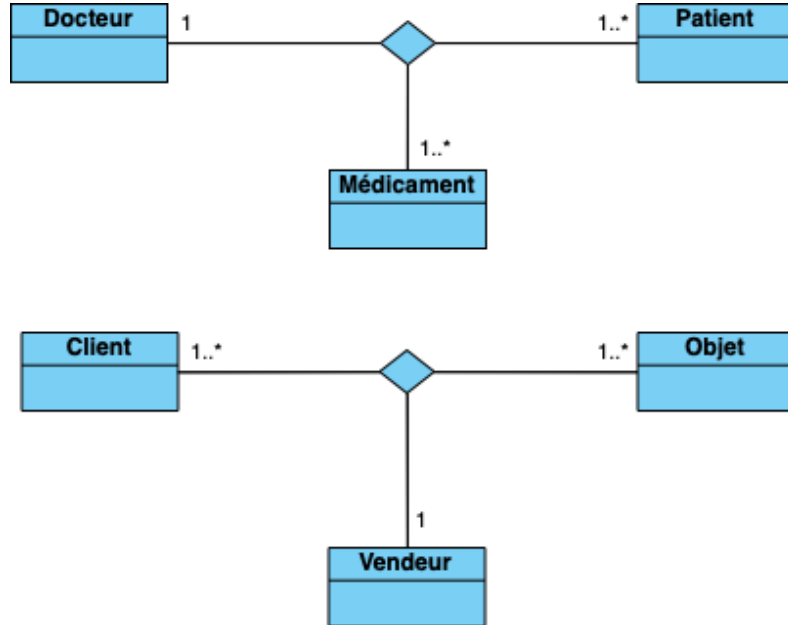
<https://forms.gle/mFMKuVzfLqxXtbmR8>

## Relation n-aire

Une relation peut mettre en jeu plus de deux classes.

- Un *docteur* prescrit un *médicament* à un *patient*.
- Un cours est donné par un *enseignant*, pour enseigner une *matière* à un *groupe* d'élèves.
- Un *client* passe une commande pour un *objet* proposé par un *vendeur*.

# Relation n-aire



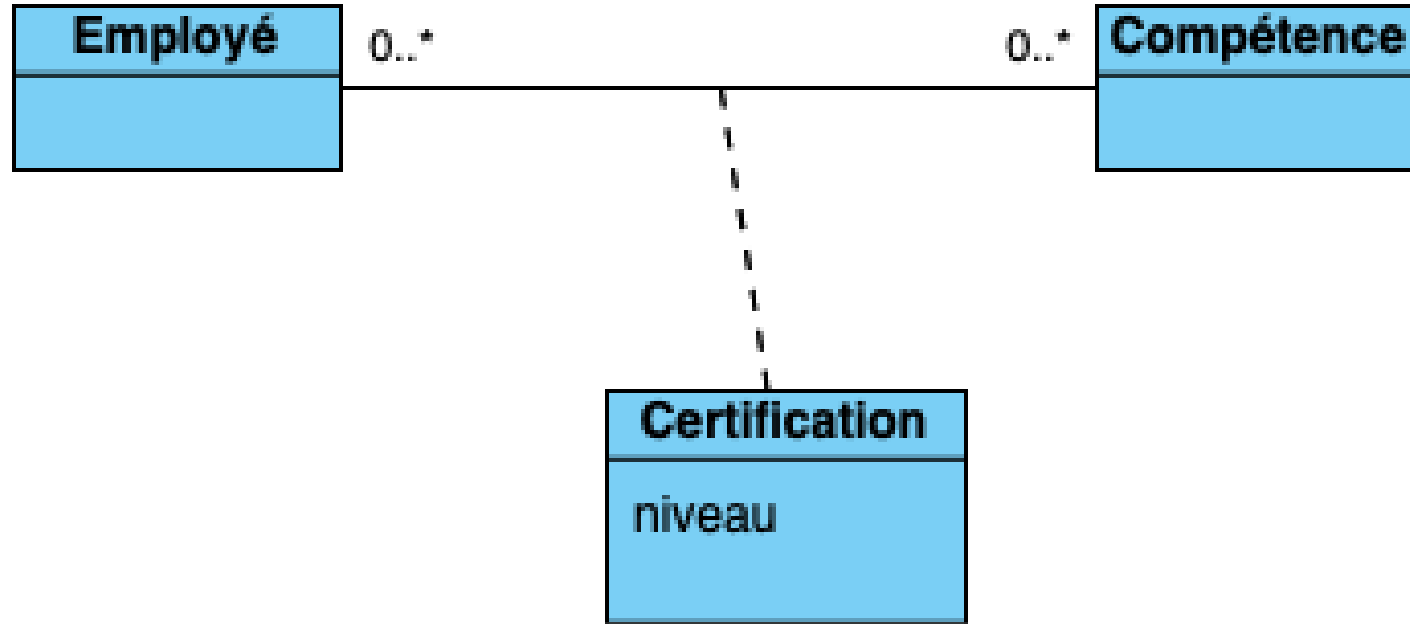
## Relation n-aire

- Ces relations sont représentées par un losange lié aux différentes classes.
- Chaque multiplicité s'entend comme le nombre d'instance quand les autres éléments sont fixés.
- Un client peut commander plusieurs objets, chaque objet peut être proposé par plusieurs vendeurs. Mais un même client ne pourra commander le même objet que chez un seul vendeur.
- Il y aura au plus un enseignant pour une matière et un groupe d'élèves donné.

# Classe-association

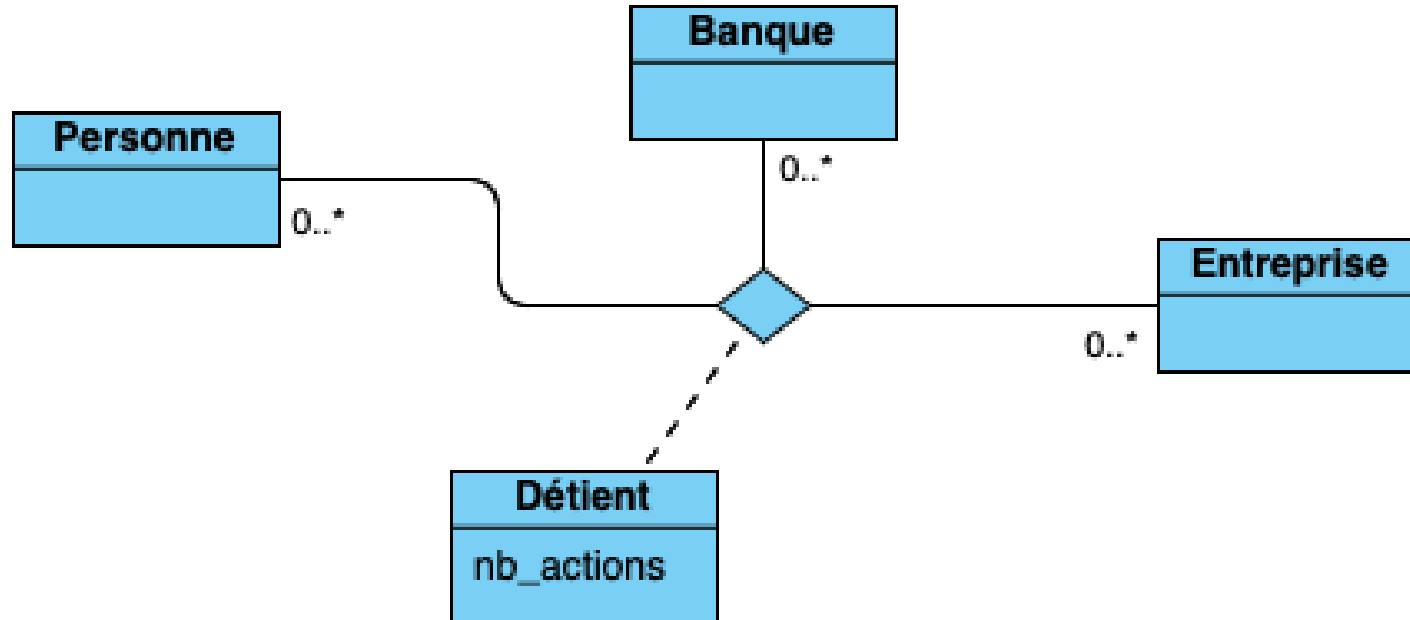
- Il est souvent nécessaire de stocker des informations à propos d'une relation.
- L'association est alors définie par une classe-association.
- Elle représente l'association.
- Et porte les attributs et les opérations pour l'association.

# Classe-association





# Classe-association



# Plan du cours

- Introduction
- UML
  - Étude fonctionnelle : acteurs, cas d'utilisation, diagrammes
  - Modélisation statique : classes et objets, attributs, opérations, etc
- Programmation orientée objet
  - Python, Java et C++

# Programmation orientée objet

- On peut exprimer les concepts de la modélisation statique (classe, objets, attributs, opérations) dans tout langage informatique. Par exemple, le C.
- Certains langages comme le Python, le Java et le C++, incluent directement ces notions.
- Ce sont des *langages orientés objet*.

```
class MyClass:

    def __init__(self, arg1, arg2):
        self._val = None
        self._val1 = arg1
        self._val2 = arg2
        self._update_val()

    def _update_val(self):
        self._val = self._val1 + self._val2

    def display_val(self):
        print(f'My value is {self._val}')

the_instance = MyClass(1, 2)
the_instance.display_val()
```

```
class MyClass {  
    int val;  
    int val1;  
    int val2;  
  
    public MyClass(int arg1, int arg2) {  
        val1 = arg1;  
        val2 = arg2;  
        update_val();  
    }  
  
    public void update_val() {  
        val = val1 + val2;  
    }  
}
```

```
public void display_val() {  
    System.out.println("My value is " + val);  
}  
  
public static void main(String args[]) {  
    MyClass the_instance = new MyClass(1, 2);  
    the_instance.display_val();  
}  
}
```

```
#include <iostream>
```

```
class MyClass {
```

```
private:
```

```
    int val_;
```

```
    int val1_;
```

```
    int val2_;
```

```
public:
```

```
    MyClass(int arg1, int arg2)
```

```
        : val1_(arg1)
```

```
        , val2_(arg2)
```

```
{
```

```
    update_val();
```

```
}
```

```
void update_val() {  
    val_ = val1_ + val2_;  
}  
  
void display_val() const {  
    std::cout << "My value is " << val_ << std::endl;  
}  
};  
  
int main() {  
    MyClass* the_instance = new MyClass(1, 2);  
    the_instance->display_val();  
    delete the_instance;  
    return 0;  
}
```



```
from datetime import datetime
```

```
class Auteur:
```

```
    def __init__(self, nom, prenom):  
        self.nom = nom  
        self.prenom = prenom
```

```
class Oeuvre:
```

```
    def __init__(self, auteur, titre, annee_creation):  
        self.auteur = auteur  
        self.titre = titre  
        self.annee_creation = annee_creation
```

```
    def describe(self):
```

```
print(f'Auteur: {self.auteur.prenom} {self.auteur.nom}')  
print(f'Titre: {self.titre}')
```

```
def age(self):  
    return datetime.now().year - self.annee_creation
```

```
class Livre(Oeuvre):  
    def __init__(self, auteur, titre, annee_creation, nb_mots):  
        super().__init__(auteur, titre, annee_creation)  
        self.nb_mots = nb_mots  
  
    def describe(self):  
        super().describe()  
        print(f'Nombre de mots: {self.nb_mots}')
```

```
jules = Auteur('Verne', 'Jules')
vingtk_lieues = Livre(jules, 'Vingt mille lieues sous la mer', 1869, 142172)
vingtk_lieues.describe()
age = vingtk_lieues.age()
print(f'{vingtk_lieues.titre} a été écrit il y a {age} ans.')
```

Auteur: Jules Verne

Titre: Vingt mille lieues sous la mer

Nombre de mots: 142172

Vingt mille lieues sous la mer a été écrit il y a 154 ans.

```
class Test {  
    public static void main(String args[]) {  
        Auteur jules = new Auteur("Verne", "Jules");  
        Oeuvre vingtk_lieues = new Livre(jules,  
                                           "Vingt mille lieues sous la mer",  
                                           1869, 142172);  
  
        vingtk_lieues.describe();  
        int age = vingtk_lieues.age();  
        System.out.println(vingtk_lieues.titre_ + " a été écrit il y a "  
                           + age + " ans.");  
    }  
}  
  
class Auteur {  
    String nom_;  
    String prenom_;
```

```
public Auteur(String nom, String prenom) {  
    nom_ = nom;  
    prenom_ = prenom;  
}  
}  
  
class Oeuvre {  
    Auteur auteur_;  
    String titre_;  
    int annee_creation_;  
  
    public Oeuvre(Auteur auteur, String titre, int annee_creation) {  
        auteur_ = auteur;  
        titre_ = titre;  
        annee_creation_ = annee_creation;  
    }  
}
```

```
public void describe() {
    System.out.println("Auteur: " + auteur_.prenom_ + " " + auteur_.nom_);
    System.out.println("Titre: " + titre_);
}

public int age() {
    return 2021 - annee_creation_;
}
}

class Livre extends Oeuvre {
    int nb_mots_;

    public Livre(Auteur auteur, String titre, int annee_creation, int nb_mots) {
        super(auteur, titre, annee_creation);
        nb_mots_ = nb_mots;
    }
}
```

```
public void describe() {  
    super.describe();  
    System.out.println("Nombre de mots: " + nb_mots_);  
}  
}
```

```
#include <iostream>
#include <string>

class Auteur {
private:
    std::string nom_;
    std::string prenom_;

public:
    Auteur(std::string nom, std::string prenom)
        : nom_(nom)
        , prenom_(prenom)
    {}
    std::string nom() const {return nom_;}
    std::string prenom() const {return prenom_;}
};
```



```
class Oeuvre {  
  
private:  
    Auteur* auteur_;  
    std::string titre_;  
    int annee_creation_;  
  
public:  
    Oeuvre(Auteur* auteur, std::string titre, int annee_creation)  
        : auteur_(auteur)  
        , titre_(titre)  
        , annee_creation_(annee_creation)  
    {}  
  
    virtual void describe() const {  
        std::cout << "Auteur: " << auteur_->prenom() << " "  

```

```

        << auteur_->nom() << std::endl;
    std::cout << "Titre: " << titre_ << std::endl;
}

int age() const {
    return 2021 - annee_creation_;
}

std::string titre() const {
    return titre_;
}
};

class Livre : public Oeuvre {
private:
    int nb_mots_;
public:

```

```

Livre(Auteur* auteur, std::string titre, int annee_creation, int nb_mots)
    : Oeuvre(auteur, titre, annee_creation)
    , nb_mots_(nb_mots)
{}

void describe() const {
    Oeuvre::describe();
    std::cout << "Nombre de mots: " << nb_mots_ << std::endl;
}

};

int main() {
    Auteur* jules = new Auteur("Verne", "Jules");
    Oeuvre* vingtk_lieues = new Livre(jules,
                                     "Vingt mille lieues sous la mer",
                                     1869, 142172);

    vingtk_lieues->describe();
}

```

```
int age = vingtk_lieues->age();  
std::cout << vingtk_lieues->titre() << " a été écrit il y a "  
          << age << " ans." << std::endl;  
return 0;  
}
```

# Un peu plus de Python...

## Liste

```
l = []  
assert(len(l) == 0)  
l.append(3)  
l.append(5)  
assert(l == [3, 5])  
n = l.pop()  
assert(n == 5)  
assert(l == [3])  
print('<aucune erreur>')
```

# Structures de controle

```
n = 3
while n > 2:
    n -= 1
    if 1 == 2:
        print('That would be a surprise!')
    elif [2, 3].pop() == 3:
        print('This one looks good.')
    else:
        print('How on earth would we get there?!?')
l = [n,3,5,7]
for i in l:
    print(i)
```

This one looks good.

2

3

5

7

# Dictionnaires

```
cle = 'cle'
valeur = 3
d = {
    'a': 1,
    cle: valeur
}
d['b'] = 2
assert(d['a'] == 1)
assert('cle' in d)
assert('c' not in d)
print(d)
for key, value in d.items():
    print(f'Key: {key}, value: {value}')
```



```
{'a': 1, 'cle': 3, 'b': 2}
```

```
Key: a, value: 1
```

```
Key: cle, value: 3
```

```
Key: b, value: 2
```

# Tuples

```
t = ('a', 1)
assert(t[0] == 'a' and t[1] == 1)
s, n = t
assert(s == 'a' and n == 1)
t = ('a', 1, True)
print(t)
l = [t]
for s, n, b in l:
    print(f'({s}, {n}, {b})')
```

```
('a', 1, True)
(a, 1, True)
```

Les tuples sont immutables : on ne peut pas modifier un tuple après qu'il a été créé.