UML et POO

Xavier Nodet, xavier.nodet@univ-angers.fr

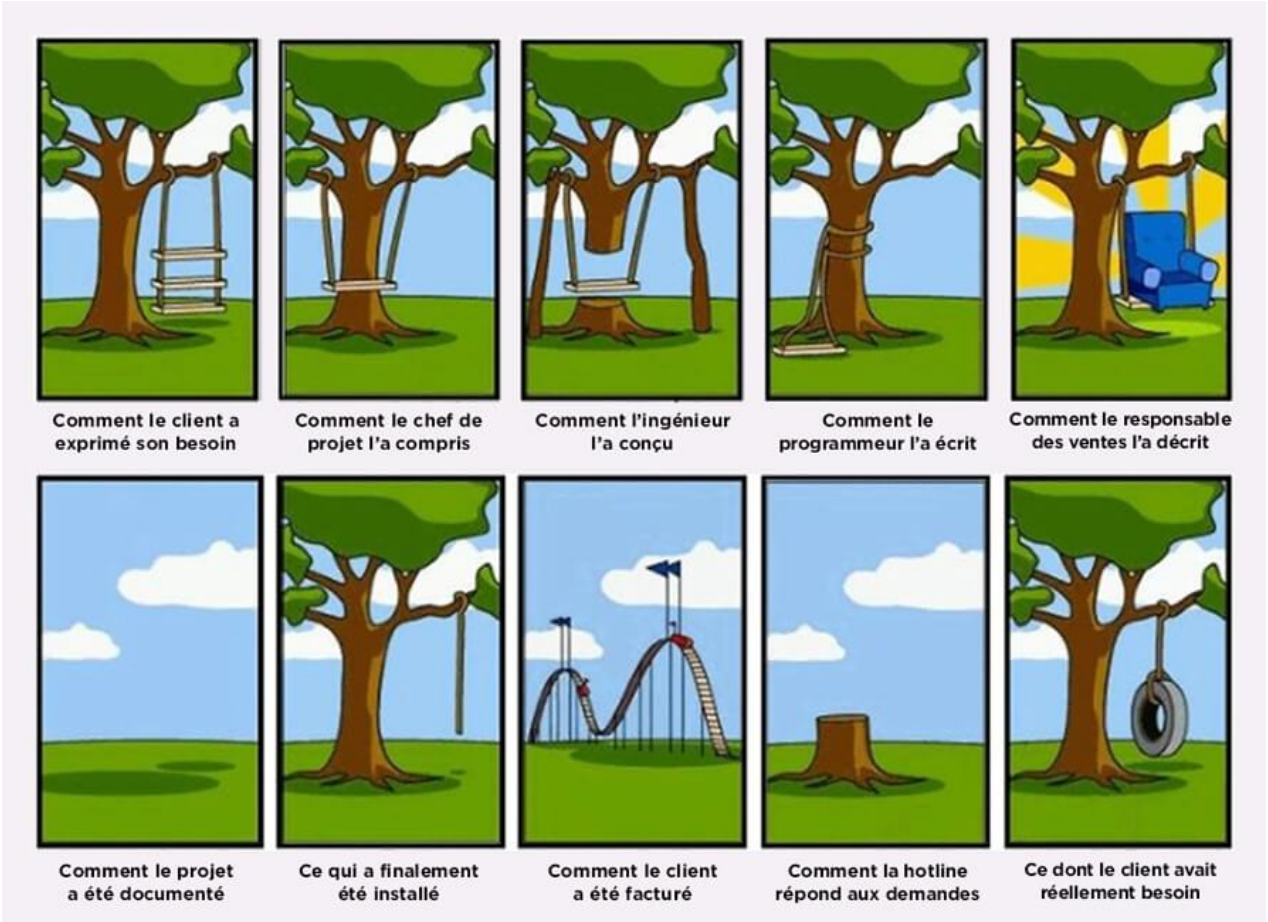
Novembre 2023 - 210b614

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/

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

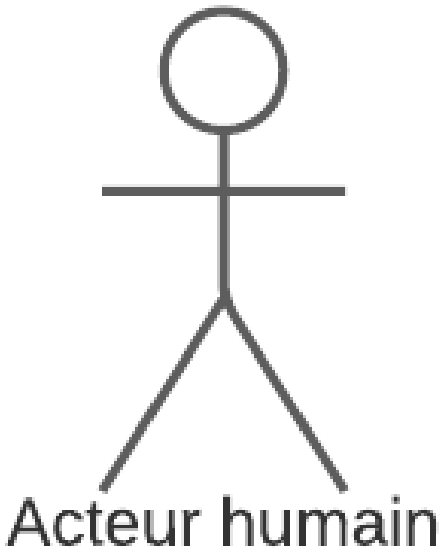
UML : les acteurs

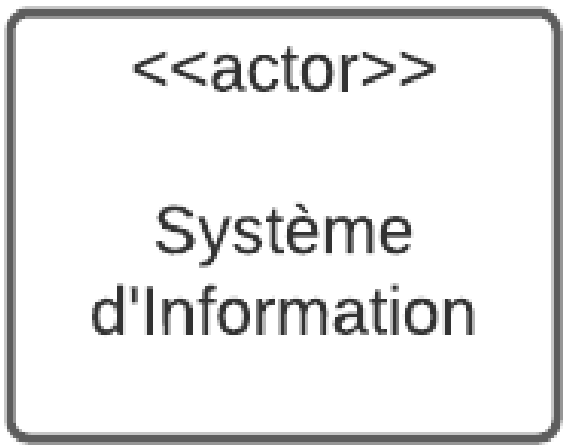
- Rôle joué par une entité
- Ne fait pas partie du système étudié
- Humain ou non

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

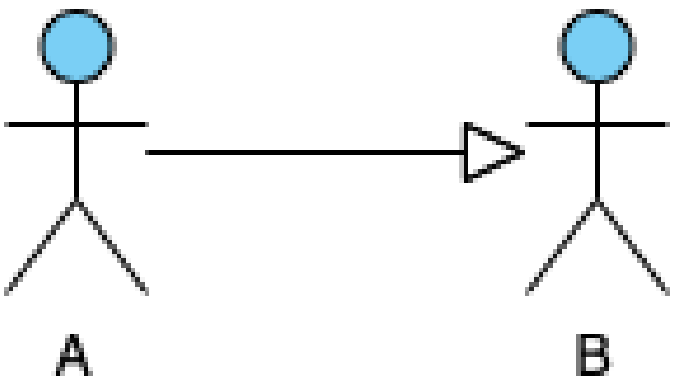




UML : les acteurs - Spécialisation

- 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

Système 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'évenements au cours de laquelle l'acteur principal intéragit 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

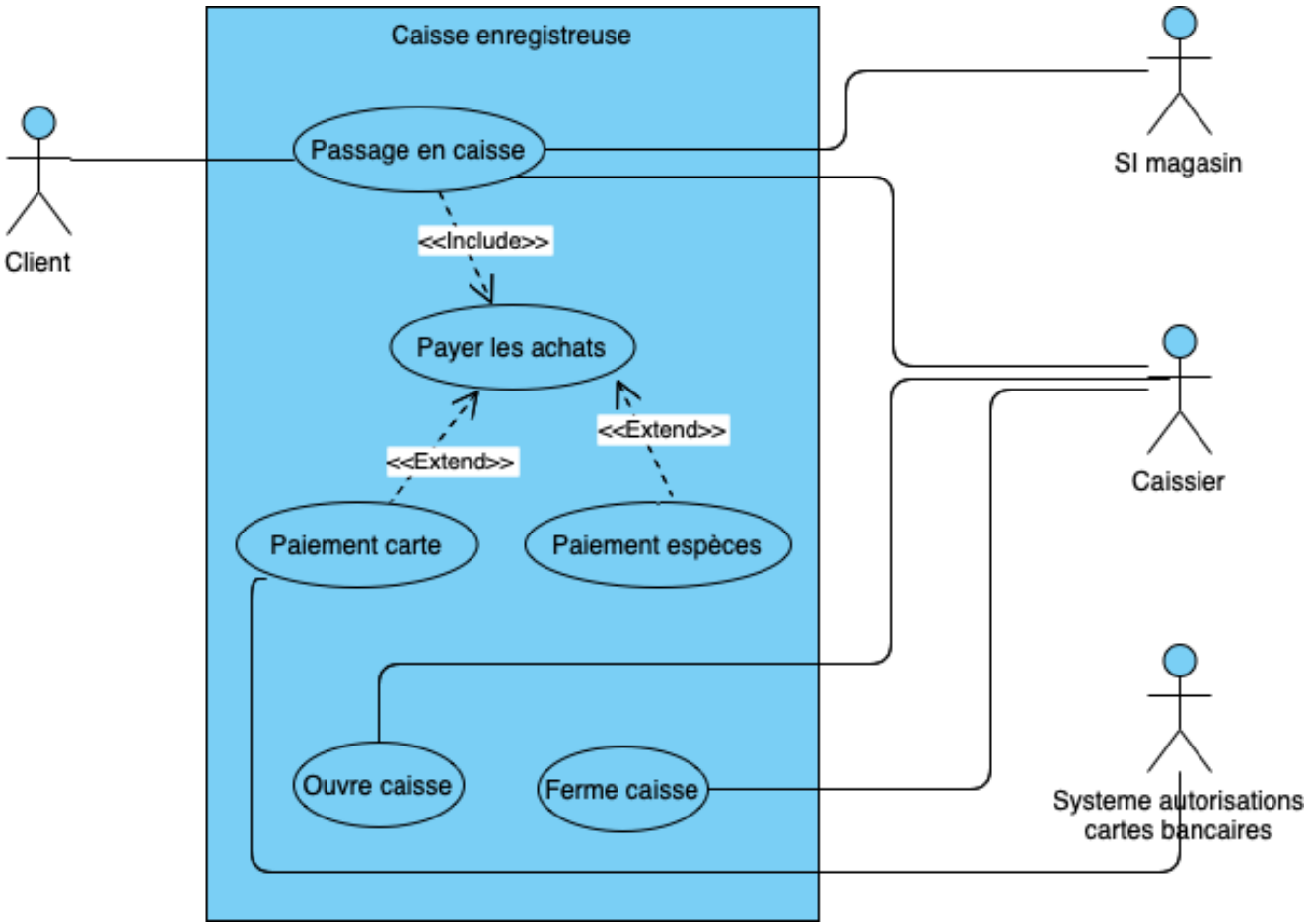
- Scénario nominal
- Enchainements alternatifs :
  - Le porteur de carte fait une ou deux (mais pas trois) erreurs de code.
  - Le client présente sa carte de fidélité à la caisse
- Enchainements d'erreur :
  - Pas d'autorisation de retrait
  - Livre déjà réservé

UML : les cas d’utilisation

- Pré-conditions, post-conditions
- Exigences non fonctionnelles

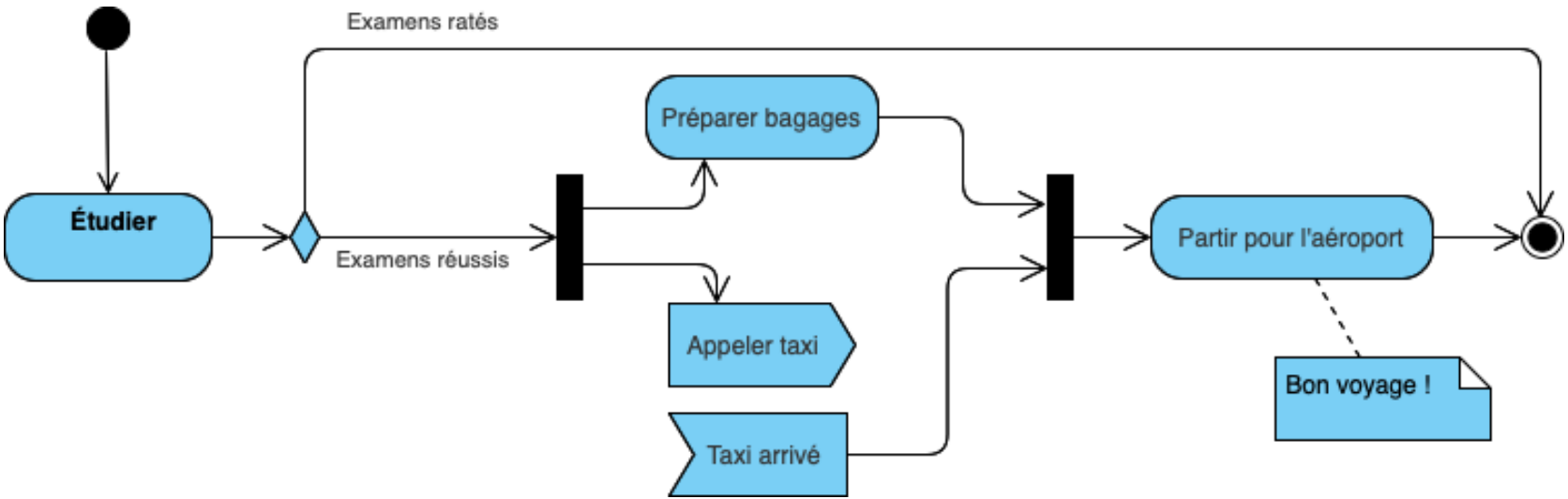
- Inclusion d’un cas dans un autre : "includes"
- Extension d’un cas par un autre : "extends"

UML : Diagramme de cas

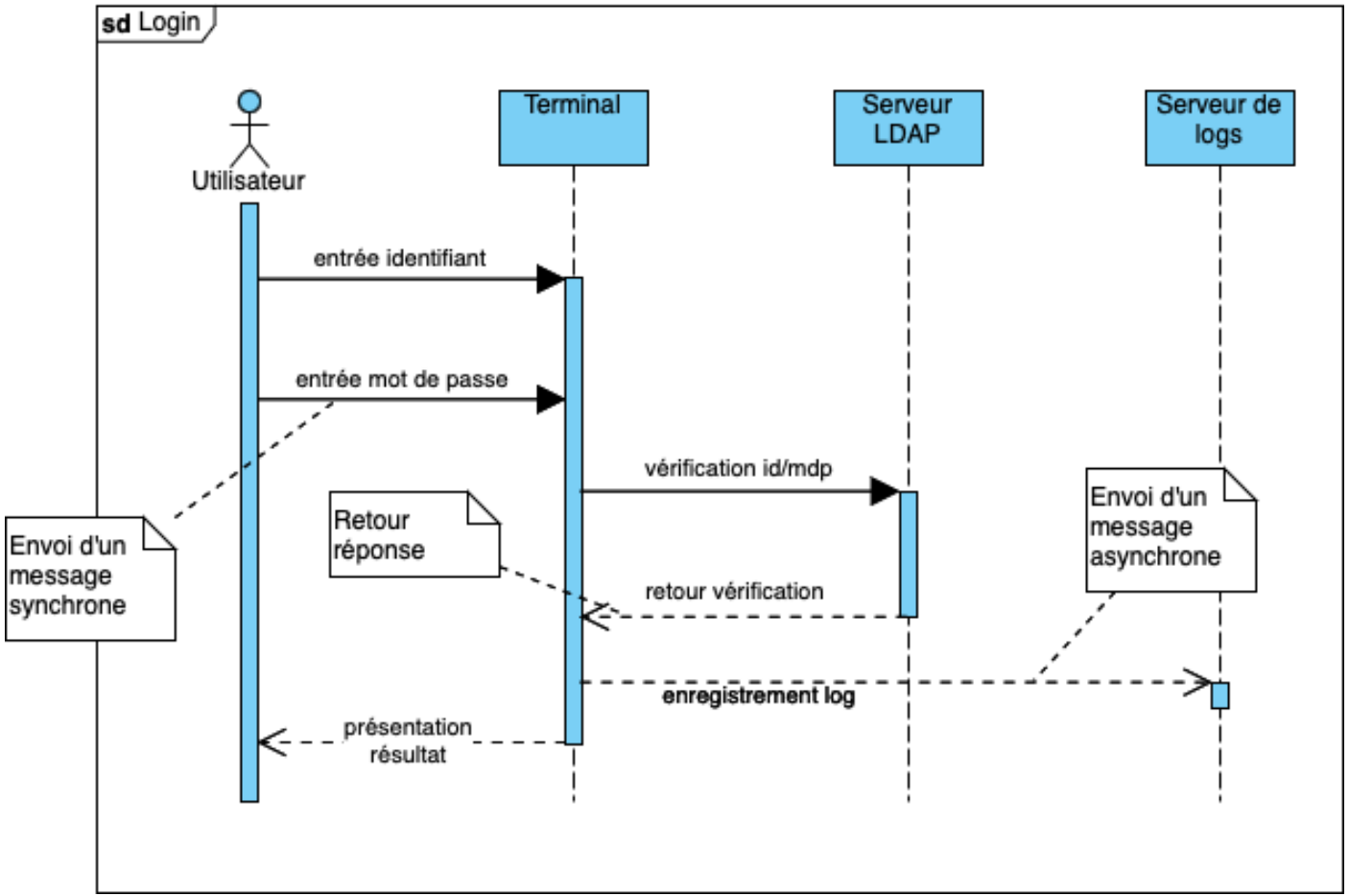

Caisse enregistreuse
Client
Passage en caisse
<<Include>>
Payer les achats
<<Extend>>
<<Extend>>
Paiement carte
Paiement espèces
Ouvre caisse
Ferme caisse
SI magasin
Caissier
Systeme autorisations
cartes bancaires

https://forms.gle/6Ti8UEjQKR2H6c7G9

UML : Diagramme d'activité

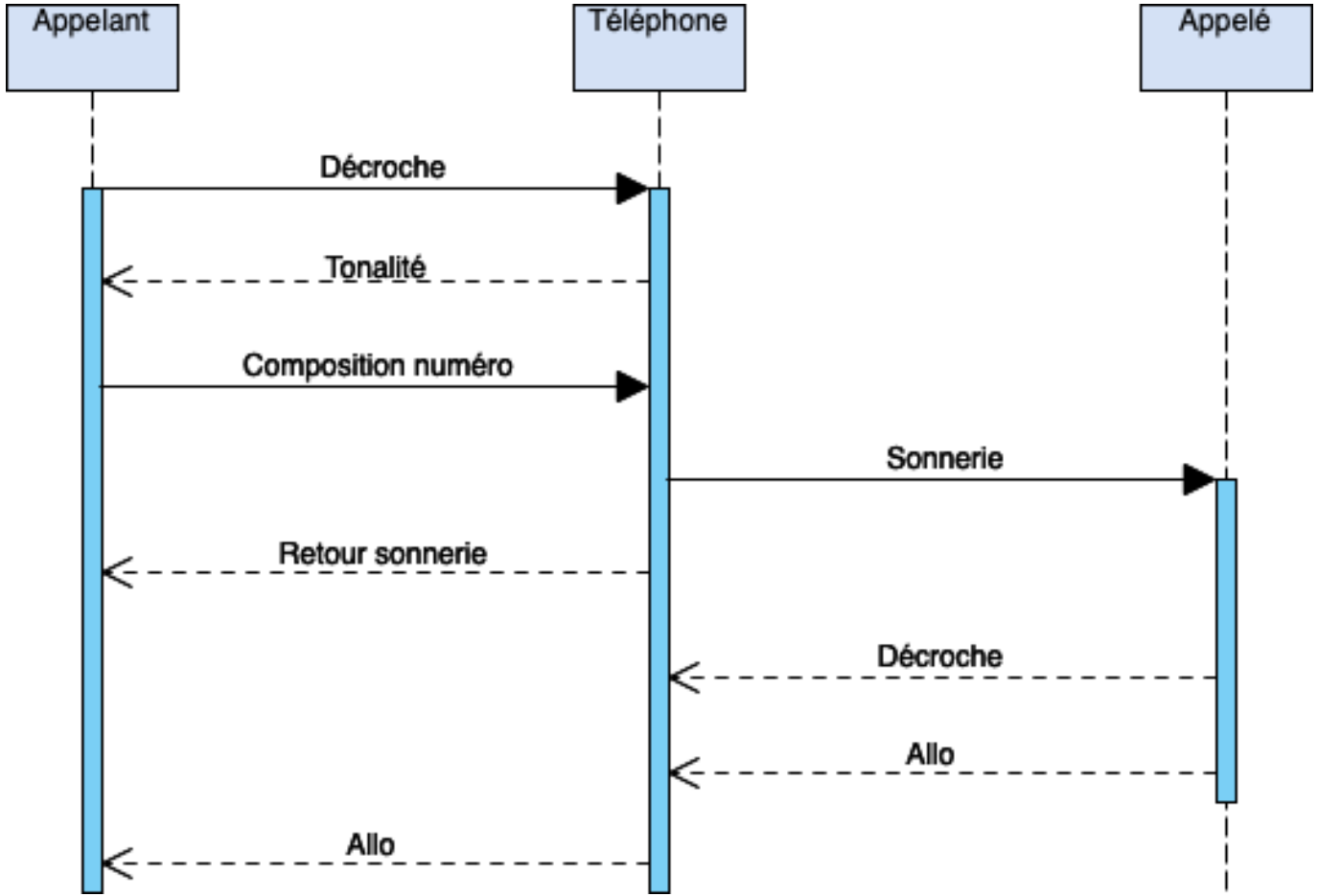


UML : Diagramme de séquence


sd Login
Utilisateur
Terminal
Serveur LDAP
Serveur de logs
entrée identifiant
entrée mot de passe
vérification id/mdp
Envoi d'un message synchrone
Retour réponse
retour vérification
Envoi d'un message asynchrone
enregistrement log
présentation résultat

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


Appelant
Téléphone
Appelé
Décroche
Tonalité
Composition numéro
Sonnerie
Retour sonnerie
Décroche
Allo
Allo

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 sere 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

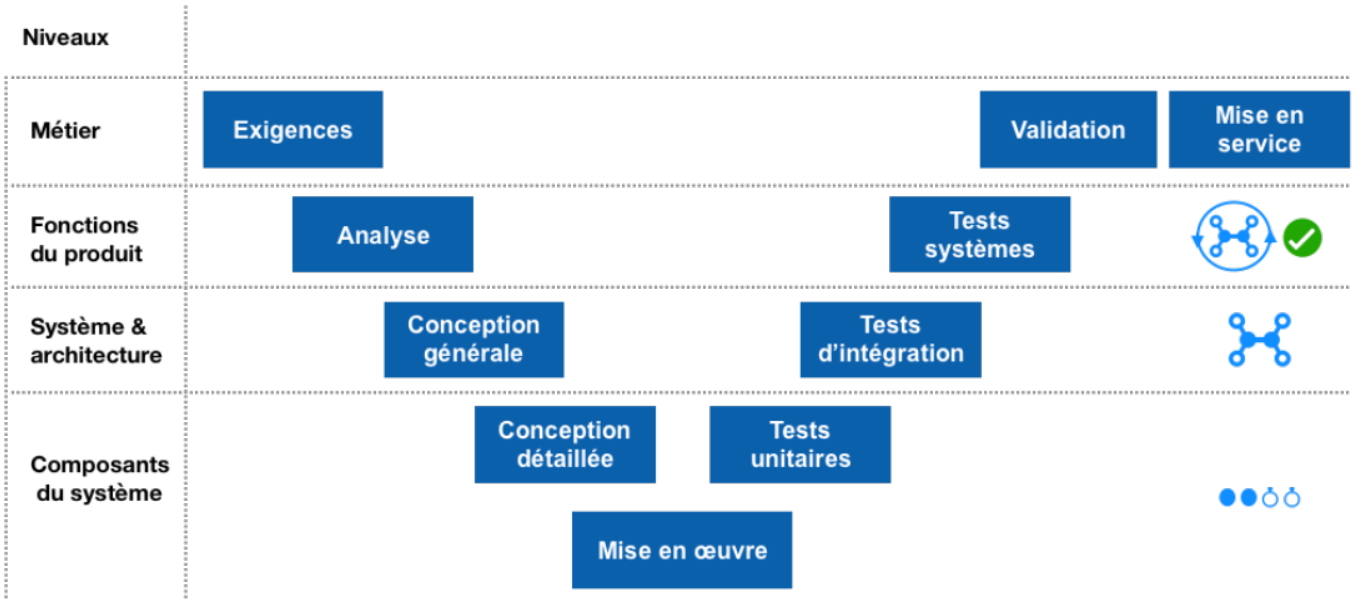


Figure 1. Le cycle en V, par Cth027 — Travail personnel, CC BY-SA 4.0, link

Méthodes agiles

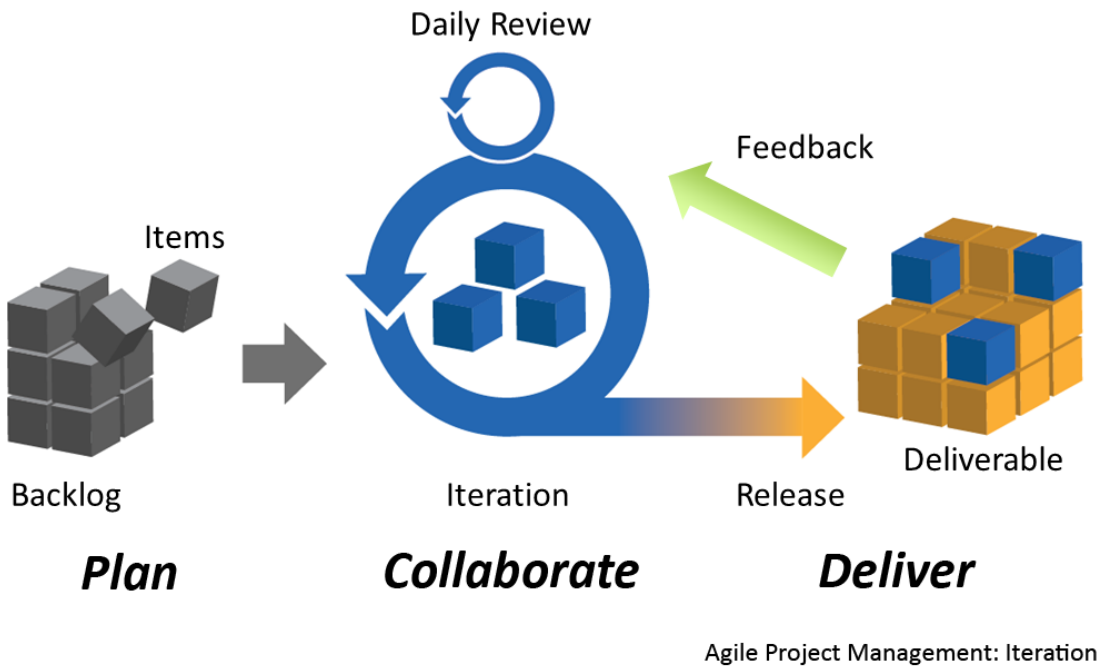


Figure 2. Les méthodes agiles, par Planbox - Travail personnel, CC BY-SA 3.0, link

Classes et objets

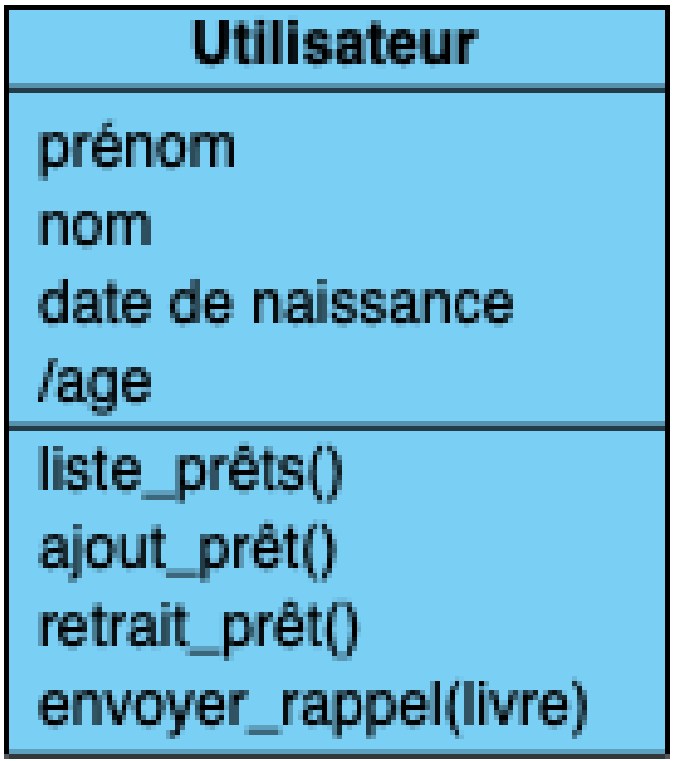
- Chaque type d'acteur est représenté par une *classe*.
- Les éléments manipulés dans le système étudié seront également représentés par des classes :
  - les livres d'une bibliothèque
  - les voitures d'un concessionnaire automobile

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



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*.

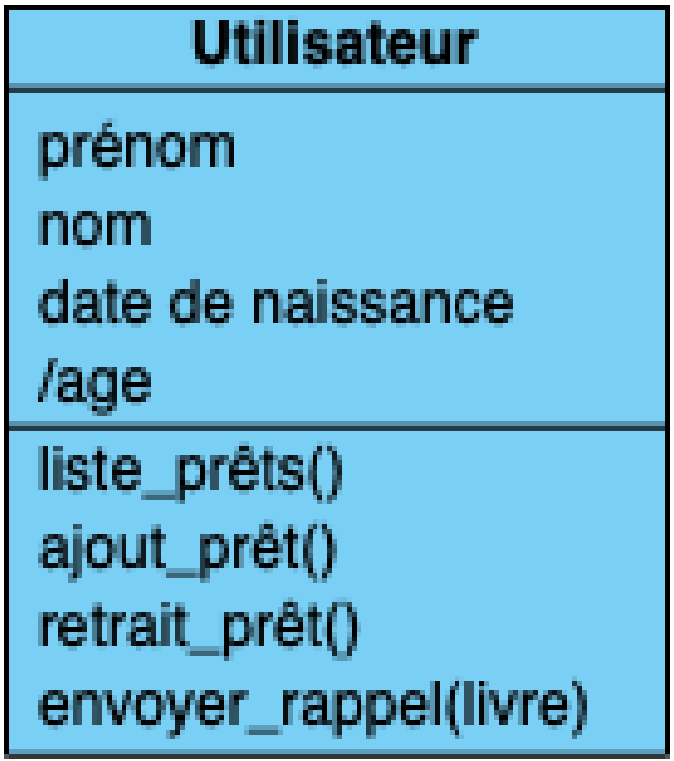
Opérations

- 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

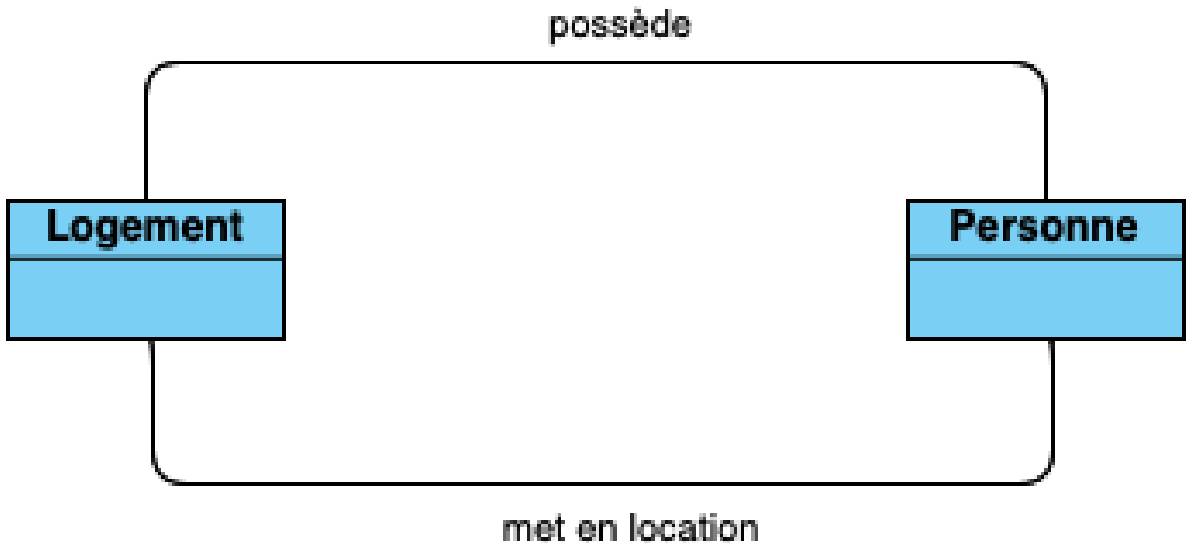
Représentation d'une classe



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

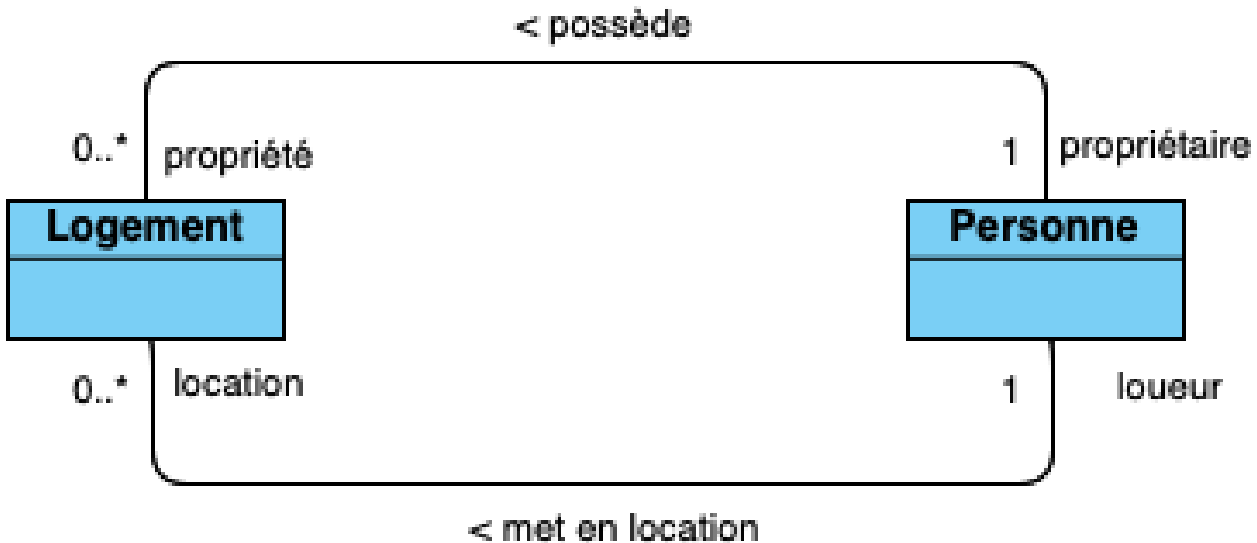


Associations

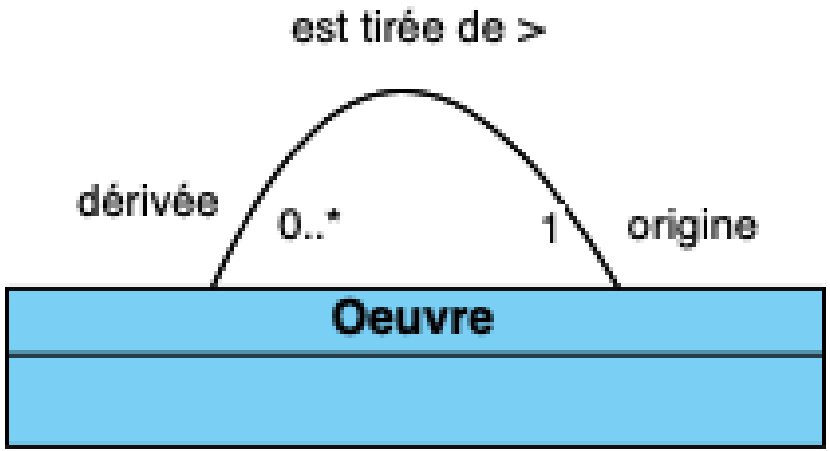
- Multiplicité: combien d'instances d'une classe peuvent être en relation à *un* instant donné, avec *une* instance de l'autre classe.
- Indique l'intervalle des valeurs possibles, ou l'unique valeur possible
- Un nombre quelconque est noté `*`

- `0..*`
- `1..2`
- `1`

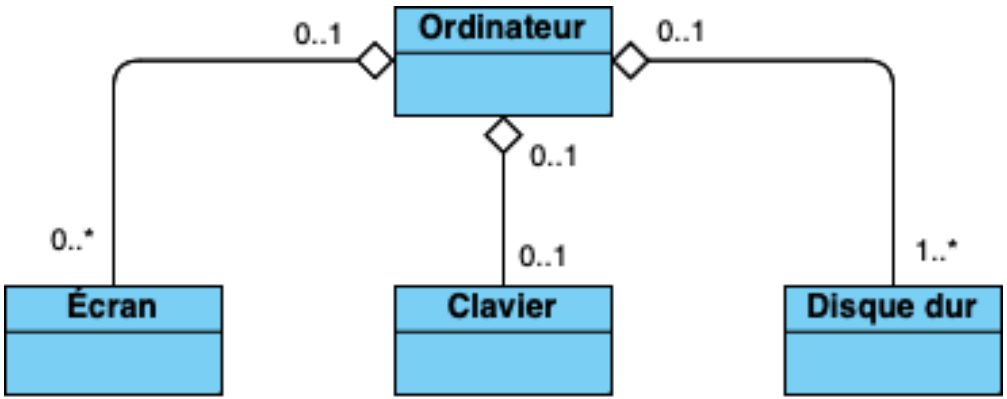
Associations

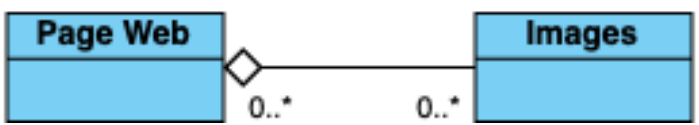


Associations

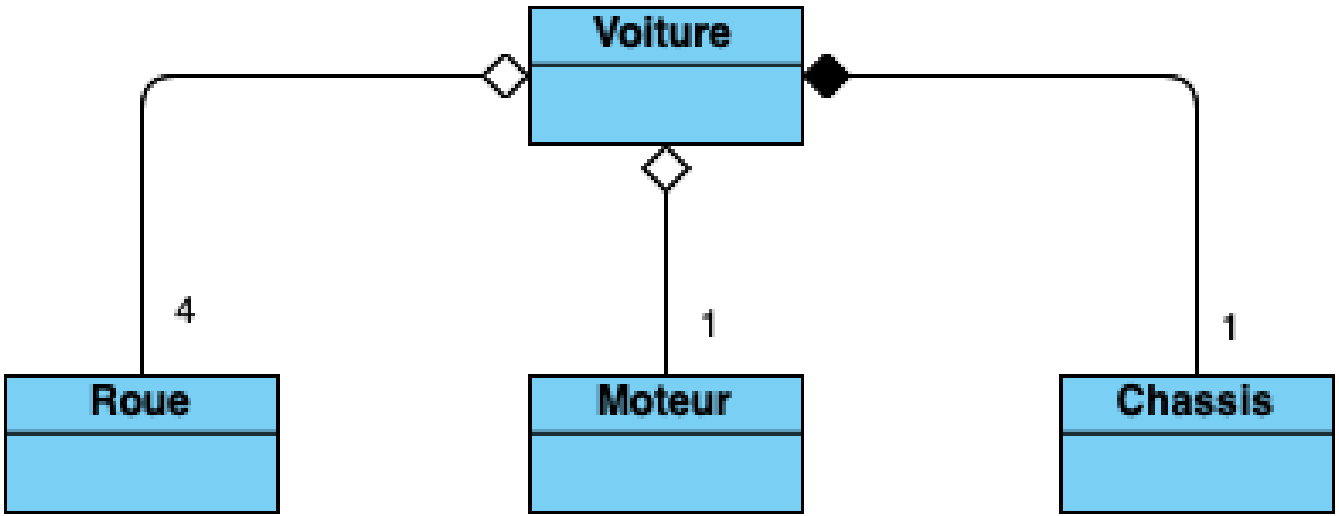


Agrégation

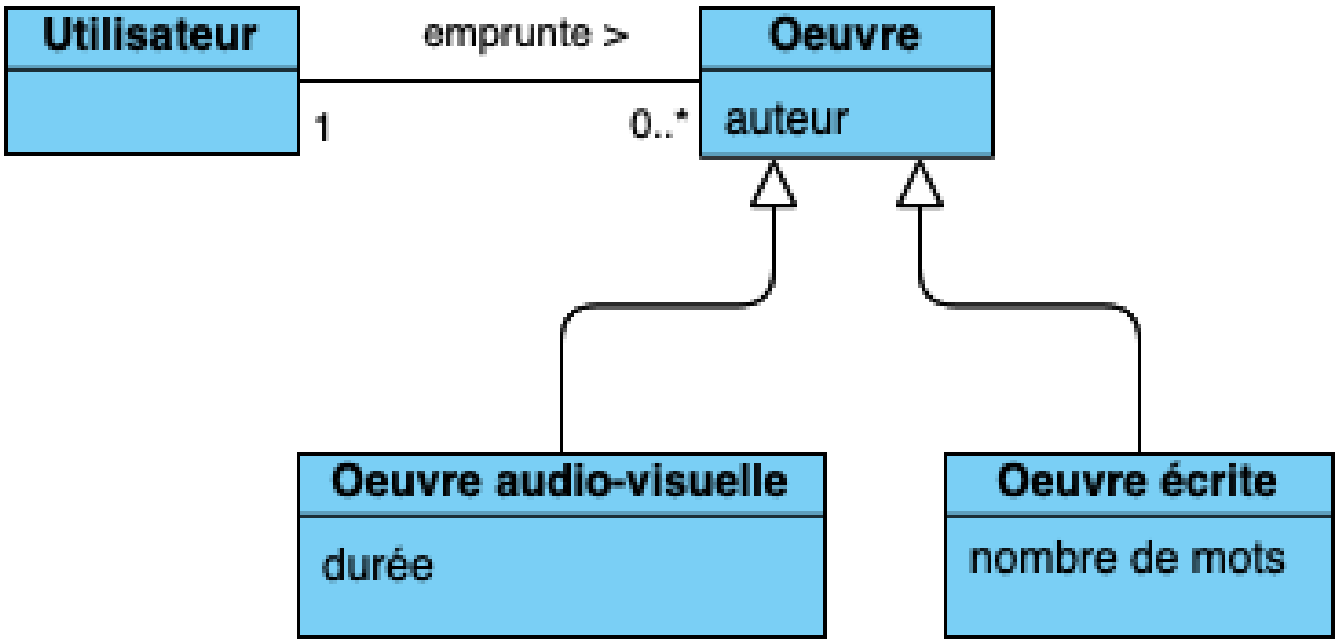

Ordinateur
0..1
0..1
0..1
0..1
0..*
1..*
Écran
Clavier
Disque dur


Page Web
Images
0..*
0..*

Composition



Généralisation



Généralisation

- *Oeuvre* est la *généralisation* de *Oeuvre écrite* et *Oeuvre audio-visuelle*.
- 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.

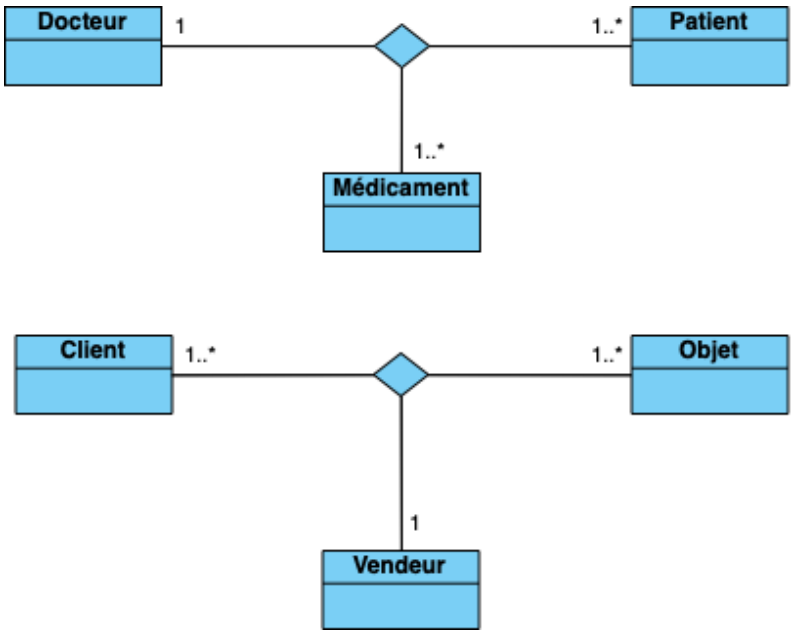
https://forms.gle/mFMKuVzfLqxXtbmR8

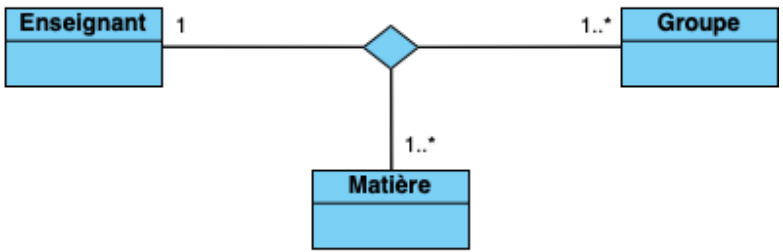
Relation n-aire

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





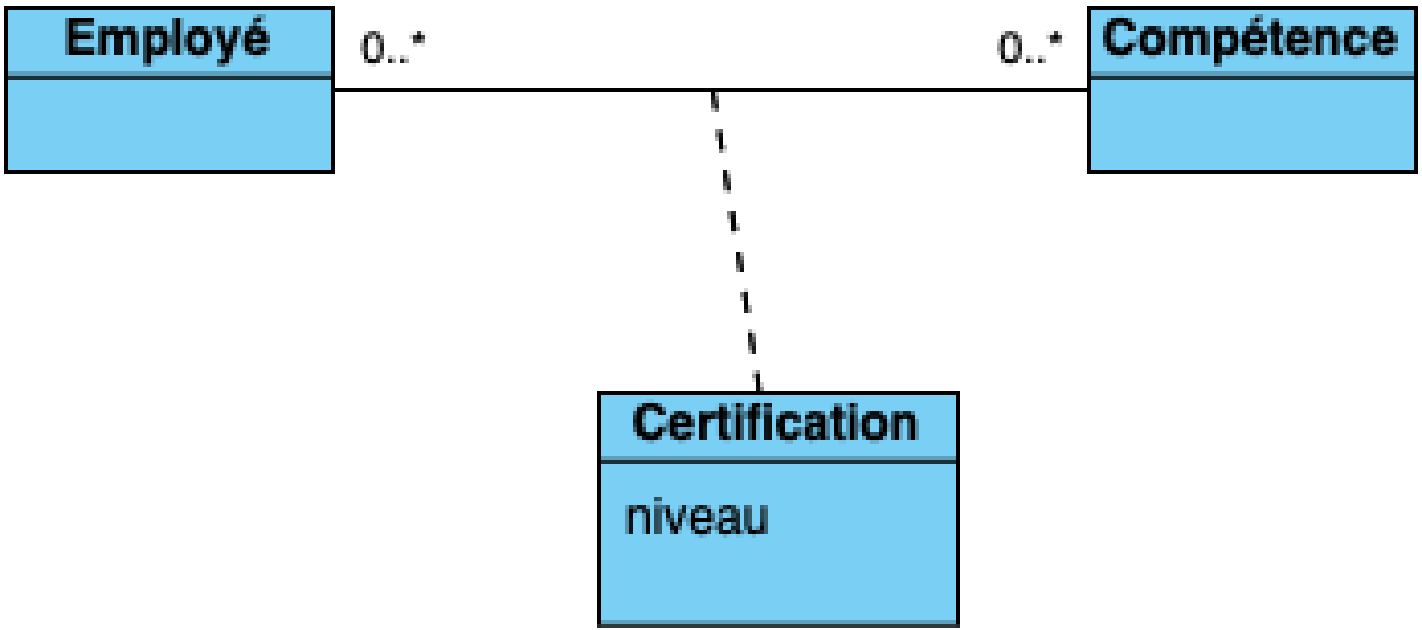
Relation n-aire

- 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.

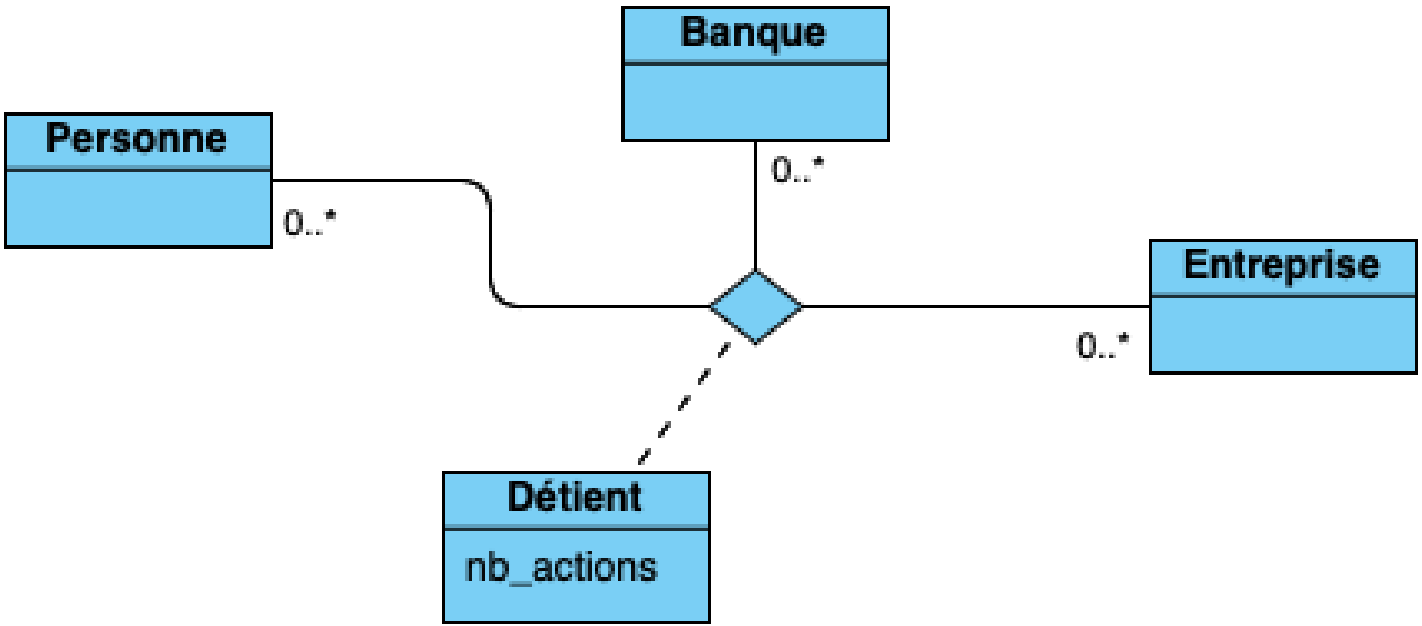
Classe-association

- 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();
   }
}
```

```cpp
#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_);
    }
}
```

```cpp
#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.