

R2.01 - Développement Orienté Objets

Décrire des classes en UML et en Kotlin

Arnaud Lanoix Brauer
Arnaud.Lanoix@univ-nantes.fr



Nantes Université

Département informatique

- 1 Courte introduction à UML
- 2 Modéliser des classes grâce à UML
- 3 Implémenter des classes en Kotlin

UML = Unified Modeling Language

- UML est un **langage** de modélisation **visuel** à base de pictogrammes permettant de représenter l'ensemble des facettes d'un projet (informatique).
- UML définit un ensemble de **notations graphiques** permettant de décrire tous les concepts utiles lors des différentes étapes d'analyse et de conception (orientée objet).
- <https://www.uml.org/>



Orthographe des pictogrammes

UML est un langage comme le français : il y a donc une "orthographe" et une "grammaire".

On n'utilise pas un □ à la place d'un ◇ ou une → à la place d'une -->

UML = Unified Modeling Language

- UML est un **langage** de modélisation **visuel** à base de pictogrammes permettant de représenter l'ensemble des facettes d'un projet (informatique).
- UML définit un ensemble de **notations graphiques** permettant de décrire tous les concepts utiles lors des différentes étapes d'analyse et de conception (orientée objet).
- <https://www.uml.org/>



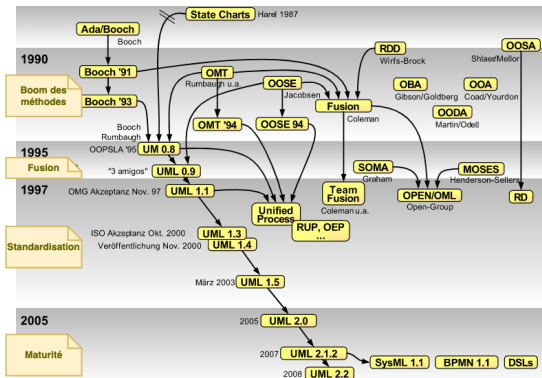
Orthographe des pictogrammes

UML est un langage comme le français : il y a donc une "orthographe" et une "grammaire".

On n'utilise pas un \square à la place d'un \diamond ou une \rightarrow à la place d'une $--\rightarrow$

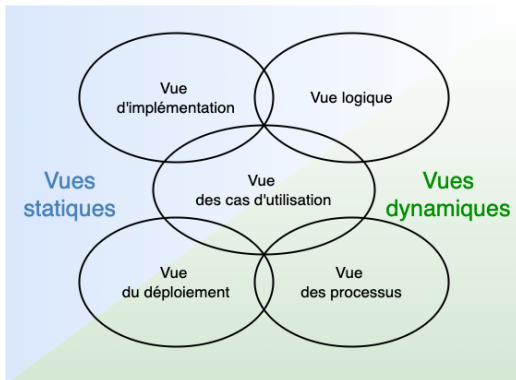
(bref) historique d'UML

- élaboré par *Rumbaugh*, *Booch* et *Jacobsen* (entre autre) à partir de 1995
- = fusion de différentes méthodes : OMT, OOSE, statechart, etc.
- Normalisé par l'OMG (Object Management Group) ¹
- Première version officielle 1.1 en 1997
- Actuellement, version 2.5.1, datant de 2017



Facettes d'un système vs. UML

Un système (informatique) est **trop complexe** pour être décrit par un seul diagramme : il y a différentes facettes qui représentent chacune des aspects différents du système (statique, dynamique, temporel, etc.)



Des diagrammes spécifiques permettent de décrire tous ces aspects.

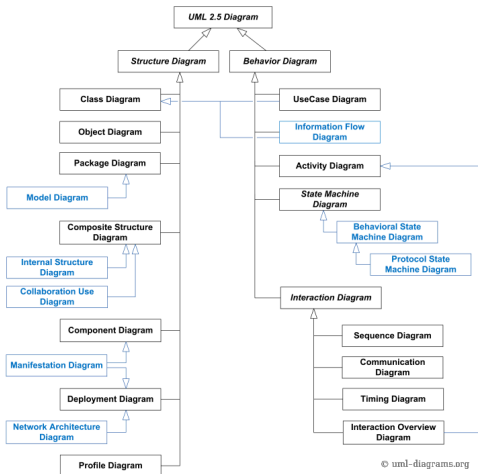
Diagrammes en UML 2.5

Diagrammes de structure (statiques)

- **Diagramme de classes**
- **Diagramme d'objets**
- **Diagramme de paquets**
- Diagramme de structure composite
- **Diagramme de composants**
- **Diagramme de déploiement**
- Diagramme de profils

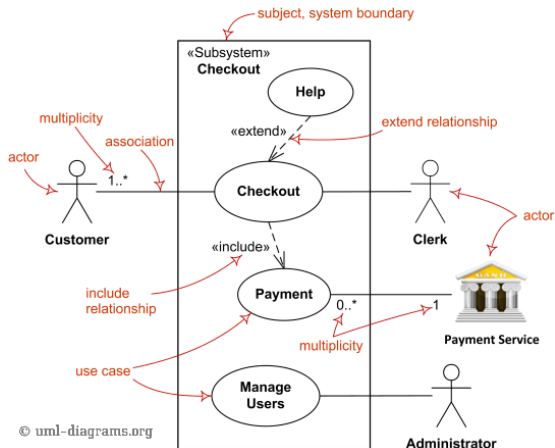
Diagrammes de comportement (dynamiques)

- Diagramme des cas d'utilisation
- Diagramme d'activité
- Diagramme états-transitions
- *Diagrammes d'interaction*
 - ▶ **Diagramme de séquence**
 - ▶ **Diagramme de communication**
 - ▶ Diagramme de temps
 - ▶ Diagramme global d'interaction



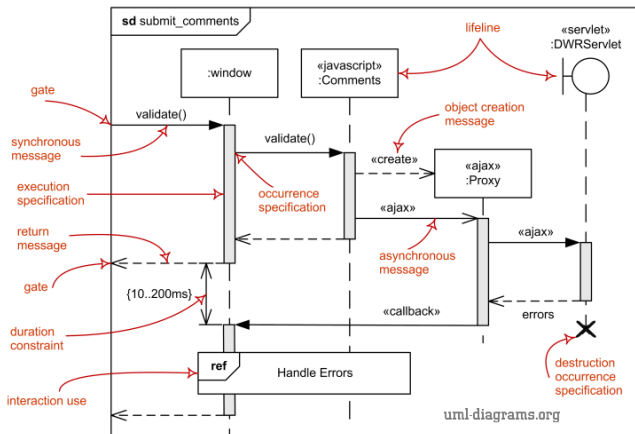
© uml-diagrams.org

Exemple de diagramme de cas d'utilisation

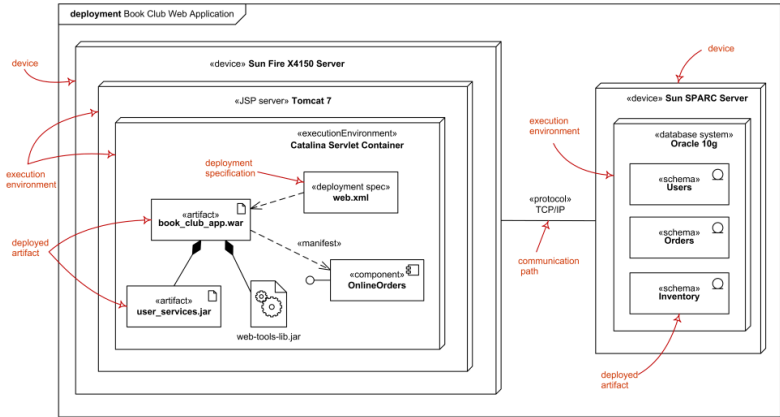


détaillé dans le module GPO2 par Jean-Marie Mottu

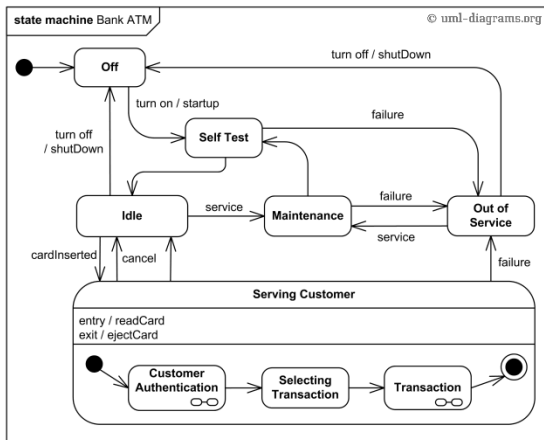
Exemple de diagramme de séquence



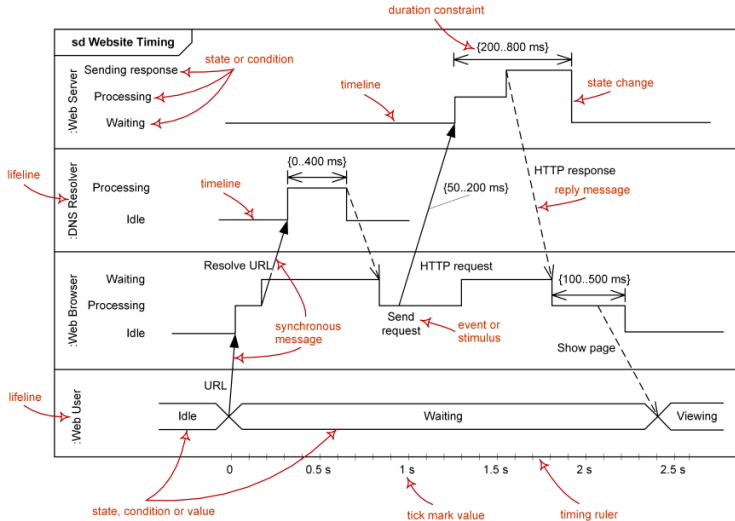
Exemple de diagramme de déploiement



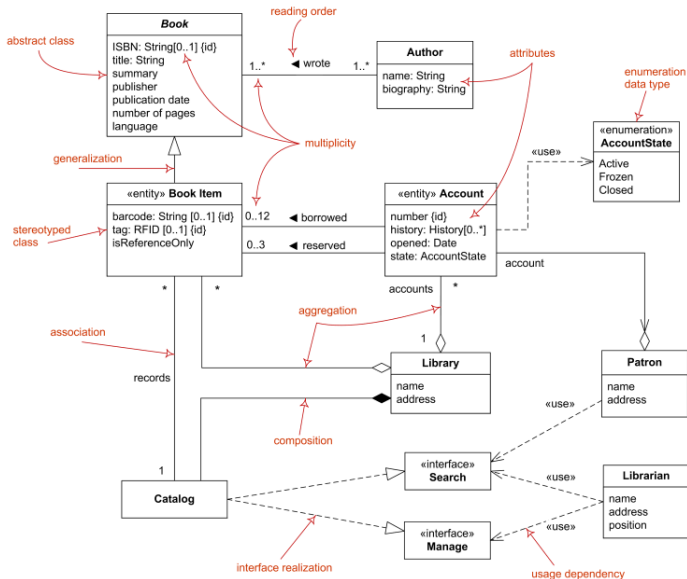
Exemple de diagramme états-transitions



Exemple de diagramme de temps



Exemple de diagramme de classes



- 1 Courte introduction à UML
- 2 Modéliser des classes grâce à UML
- 3 Implémenter des classes en Kotlin

Rappel : qu'est-ce qu'une classe ?

= sorte de "moule"² pour définir des objets, qui précise

- les **propriétés** qui définissent la structure interne des objets (= les **attributs**)
- Les **interactions** qu'offrent les objets, les **comportements** possible pour les objets (= les **méthodes**)
- Les (éventuels) liens d'héritage
- ...

La classe **Citoyen**

- nom, prénom, date de naissance,
- numéro carte d'identité,
- photo,
- signature,
- ...

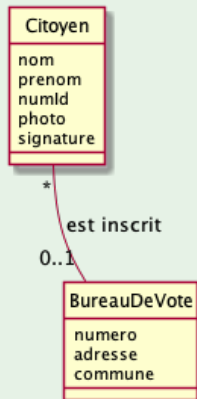


2. "patron", "plan", "schéma de construction", ...

Diagramme de classes UML

- Diagramme utilisé pour représenter graphiquement les données métier d'un système ainsi que leurs relations
- en termes de classes et d'associations
- Une classe décrit des caractéristiques de base liées ensemble sémantiquement (=attributs) ET des interactions possibles (= méthodes)
- Un objet est une instance d'une classe
- Une association décrit une relation sémantique unissant des instances des classes

Exemple Citoyen : un premier diagramme de classes



- 1 classe **Citoyen** qui regroupe les caractéristiques nom, prénom, numId, photo, ... définissant un citoyen
- 1 classe **BureauDeVote** qui regroupe les caractéristiques numero, adresse, commune, ... définissant un bureau de vote
- 1 association **est inscrit** qui caractérise une relation entre un citoyen et un bureau de vote
elle indique qu'un citoyen donné est inscrit dans un bureau de vote donné et qu'un bureau de vote donné est le lieu d'inscription de plusieurs citoyens donnés

2 niveaux de diagramme de classes

- **niveau *Analyse*** : on précise les entités métiers et leurs relations quelques méthodes-clefs pertinentes, certains types, etc.

But : capturer le domaine métier

- **niveau *Conception*** : on *prépare* l'implémentation

- ▶ on précise tous les types de tous les attributs,
- ▶ on précise toutes les méthodes,
- ▶ certaines classes peuvent disparaître,
- ▶ des classes peuvent apparaître (des classes "outils")
- ▶ ...

But : obtenir un "plan" précis à implémenter

2 niveaux de diagramme de classes

- **niveau *Analyse*** : on précise les entités métiers et leurs relations quelques méthodes-clefs pertinentes, certains types, etc.

But : capturer le domaine métier

de quoi on va parler ?

- **niveau *Conception*** : on *prépare* l'implémentation

- ▶ on précise tous les types de tous les attributs,
- ▶ on précise toutes les méthodes,
- ▶ certaines classes peuvent disparaître,
- ▶ des classes peuvent apparaître (des classes "outils")
- ▶ ...

But : obtenir un "plan" précis à implémenter

2 niveaux de diagramme de classes

- **niveau *Analyse*** : on précise les entités métiers et leurs relations
quelques méthodes-clefs pertinentes, certains types, etc.

But : capturer le domaine métier

de quoi on va parler ?

- **niveau *Conception*** : on *prépare* l'implémentation

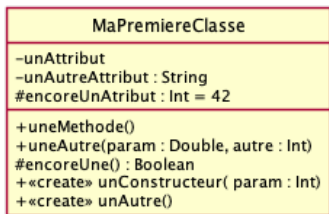
- ▶ on précise tous les types de tous les attributs,
- ▶ on précise toutes les méthodes,
- ▶ certaines classes peuvent disparaître,
- ▶ des classes peuvent apparaître (des classes "outils")
- ▶ ...

comment on va

le réaliser ?

But : obtenir un "plan" précis à implémenter

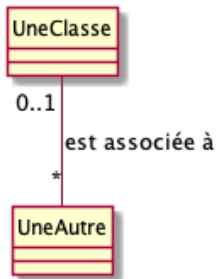
Décrire une classe en UML



+	publique
-	privée
#	protégée

- Un **nom** de classe
 - ▶ = forme nominale
- Une liste d'**attributs**
 - ▶ typés ou non
 - ▶ avec une initialisation possible
- Une liste de **méthodes**
 - ▶ des paramètres sont possibles
 - ▶ des types de retour
 - ▶ les **constructeurs** sont à préciser par <<create>>
- Les **visibilités** (des attributs/des méthodes)
 - ▶ L'élément est-il accessible par d'autres ou interne à la classe ?

Décrire une association en UML



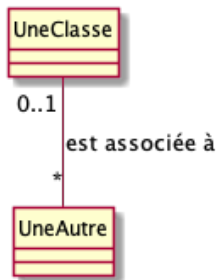
- Un nom d'association
 - ▶ = forme verbale exprimant la sémantique de la relation
- Des **cardinalités**
 - ▶ = nombre d'instances en jeu dans la relation

1	un et un seul
0..1	zéro ou un
*	plusieurs
0..*	de 0 à plusieurs
1..*	de 1 à plusieurs
N..M	entre N et M

Attention

Nom d'association **et** cardinalités sont **obligatoires**

Décrire une association en UML



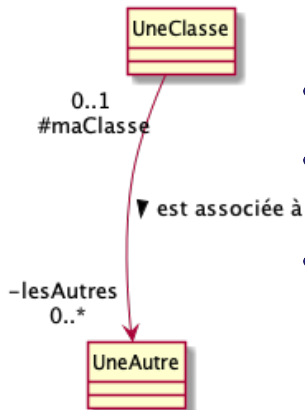
- Un nom d'association
 - ▶ = forme verbale exprimant la sémantique de la relation
- Des **cardinalités**
 - ▶ = nombre d'instances en jeu dans la relation

1	un et un seul
0..1	zéro ou un
*	plusieurs
0..*	de 0 à plusieurs
1..*	de 1 à plusieurs
N..M	entre N et M

Attention

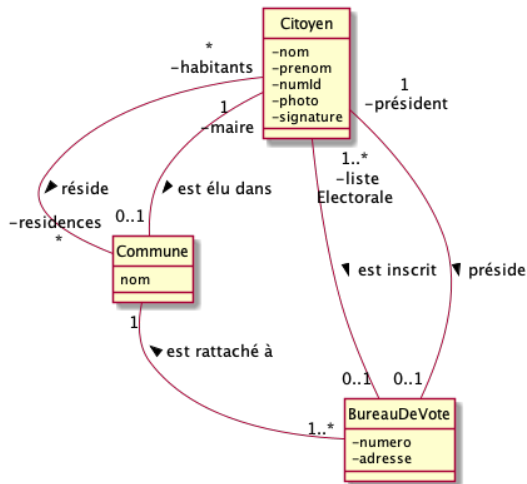
Nom d'association **et** cardinalités sont **obligatoires**

Décrire une association en UML : précisions possible



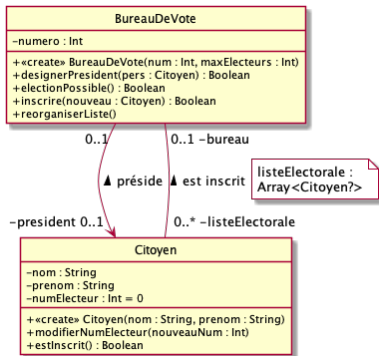
- un > à côté du nom de l'association peut donner le sens de lecture
- le rôle joué par une classe dans l'autre classe peut être précisé
 - ▶ la visibilité peut aussi être précisée
- La flèche sur l'association indique la **navigabilité**, c-à-d une association **unidirectionnelle**
 - ▶ sans navigabilité, l'association est bidirectionnelle (**par défaut**)

Exemple Citoyen : plusieurs associations



- Deux classes peuvent être reliées par plusieurs associations
- Les rôles précisent la sémantique de l'association

Exemple Citoyen : conception détaillée



- On précise les types des attributs
 - ▶ cela dépend du langage cible
- On ajoute des méthodes
 - ▶ On ajoute également des constructeurs
- On précise les navigabilités des associations
 - ▶ préférez des associations unidirectionnelles
- On précise comment seront implémentées les cardinalités *
 - ▶ cela dépend du langage cible
- ...

On reviendra plus tard sur

- des précisions sur les associations
 - ▶ agrégation / composition
 - ▶ contraintes entre association
 - ▶ classes-association
- **les relations d'héritage**
 - ▶ classes abstraites et généralisation
 - ▶ interfaces et réalisation
- les attributs / les méthodes de classes
- les relations de dépendances
- les diagrammes d'objets / de paquets

- 1 Courte introduction à UML
- 2 Modéliser des classes grâce à UML
- 3 Implémenter des classes en Kotlin**

Déclarer une classe en Kotlin

```
class Chien {  
    var nom : String = ""  
    var age : Int = 0           // en mois  
    var race : String = ""  
    var poids : Double = 0.0 // en kg  
  
    fun aboyer() {  
        println("$nom dit : ouaf !!!")  
    }  
  
    fun renommer(nouveauNom : String) {  
        nom = nouveauNom  
    }  
  
    // @param distance en m  
    fun courir(distance : Int) {  
        // le chien perd 1 g / km  
        poids -= (distance / 1000.0) / 1000  
    }  
  
    fun ageEnAnnee() = age / 12.0  
}
```

Chien
+nom : String = ""
+age : Int = 0
+race : String = ""
+poids : Double = 0.0
+aboyer()
+renommer(nouveauNom : String)
+courir(distance : Int)
+ageEnAnnee() : Double

- Une classe est déclarée grâce au mot-clef **class**
- Les **attributs** sont déclarés comme des variables **internes** à la classe
 - ▶ Les attributs doivent être initialisés
- Les **méthodes** sont déclarées comme des fonctions **internes** à la classe
 - ▶ On peut **consulter** ou **modifier** les valeurs des attributs via les méthodes

Utiliser une classe en Kotlin

```
fun main() {  
    var rogue = Chien()  
    rogue.nom = "Rogue"  
    rogue.age = 15  
    rogue.race = "Berger Australien"  
    rogue.poids = 30.2  
  
    var potter = Chien()  
    potter.nom = "Other"  
    potter.age = 40  
    potter.race = "Beauceron"  
    potter.poids = 39.4  
  
    rogue.aboyer()  
    potter.renommer("Potter")  
    println("${potter.nom}:  
        ${potter.poids} kg")  
    potter.courir(400_000)  
    println("${potter.nom}:  
        ${potter.poids} kg")  
    var age = rogue.ageEnAnnee()  
    println("${rogue.nom}: $age ans")  
}
```

- On **instancie** des variables de type `Chien`
- On utilise la notation `.` pour
 - ▶ **accéder** aux attributs d'un objet
 - ▶ **appeler** des méthodes sur un objet

Attention

ce n'est pas une bonne idée d'initialiser les attributs un par un, comme ici :

- risque d'oublier certains attributs
- problème en cas de nouvel attribut

Il faut passer par un **constructeur**

Utiliser une classe en Kotlin

```
fun main() {  
    var rogue = Chien()  
    rogue.nom = "Rogue"  
    rogue.age = 15  
    rogue.race = "Berger Australien"  
    rogue.poids = 30.2  
  
    var potter = Chien()  
    potter.nom = "Other"  
    potter.age = 40  
    potter.race = "Beauceron"  
    potter.poids = 39.4  
  
    rogue.aboyer()  
    potter.renommer("Potter")  
    println("${potter.nom}:  
        ${potter.poids} kg")  
    potter.courir(400_000)  
    println("${potter.nom}:  
        ${potter.poids} kg")  
    var age = rogue.ageEnAnnee()  
    println("${rogue.nom}: $age ans")  
}
```

- On **instancie** des variables de type `Chien`
- On utilise la notation `.` pour
 - ▶ **accéder** aux attributs d'un objet
 - ▶ **appeler** des méthodes sur un objet

Attention

ce n'est pas une bonne idée d'initialiser les attributs un par un, comme ici :

- risque d'oublier certains attributs
- problème en cas de nouvel attribut

Il faut passer par un **constructeur**

Constructeur en Kotlin

```
class Chien (monNom : String,
            race : String = "inconnue",
            poids : Double) {
    var nom :String
    var age : Int = 1          // en nb de mois
    val race : String
    var poids : Double        // en kg
    init {
        nom = monNom
        this.race = race
        this.poids = if (poids > 0.0) poids else 0.1
    }
}
```

Chien
+nom : String +age : Int = 1 +race : String +poids : Double
+«create» init(monNom : String, race : String = "inconnue", poids : Double)

- les **paramètres** du constructeur sont déclarés après le nom de la classe
- On peut définir des **valeurs par défaut** pour les paramètres
- tous les attributs ne sont pas forcément présents comme paramètres
- les paramètres **initialisent** les attributs dans `init { ... }`
- tous les attributs doivent être initialisés
- si un attribut et un paramètre portent le même nom, on distingue l'attribut grâce à `this.`

Constructeur en Kotlin : utilisation

```
var rogue = Chien("Rogue", "Berger Australien", 30.2)
var potter = Chien("Other", "Beauceron", 39.4)
var soukie = Chien("Soukie", 4.7) // race non precisee => valeur par default

rogue.aboyer()
potter.renommer("Potter")
soukie.aboyer()
```

Les objets sont **instanciés** par l'appel du constructeur.

Attributs déclarés immuables (`val`)

Cela peut avoir beaucoup de sens de déclarer certains attributs **immuables** afin d'exprimer qu'une fois initialisés, ils ne peuvent plus être modifiés

```
class Chien(nom : String, age : Int = 1,
            race : String = "inconnue", poids : Double) {
    var nom : String
    var age : Int      // en nb de mois
    val race : String
    var poids : Double // en kg

    init{
        this.nom = nom
        this.age = age
        this.race = race
        this.poids = if (poids > 0.0) poids else 0.1
    }
}
```

Ici l'attribut `race`, pour un chien donné ne doit plus pouvoir être changé : cela voudrait dire qu'on change la race d'un chien, ce qui est impossible

Visibilités en Kotlin

Par défaut, la **visibilité** des attributs et des méthodes est `public`

Attributs et méthodes **peuvent être déclarés** `private` afin de **restreindre** leur accès direct

- Certains attributs doivent être (en partie) cachés pour contrôler les modifications possibles de la classe : **principes d'abstraction et d'encapsulation**
- On peut être plus fin en interdisant uniquement l'accès **en écriture**
 - ▶ en UML : attribut `public` + propriété `{readOnly}`
 - ▶ ajouter `private set` interdit uniquement la modification de l'attribut
- Certaines méthodes sont simplement **utilitaires** et ne doivent pas pouvoir être appelées depuis une autre classe

Attention

Les attributs `private` peuvent toujours être consultés/modifiés via des méthodes.

Visibilités en Kotlin

Par défaut, la **visibilité** des attributs et des méthodes est `public`

Attributs et méthodes **peuvent être déclarés** `private` afin de **restreindre** leur accès direct

- Certains attributs doivent être (en partie) cachés pour contrôler les modifications possibles de la classe : **principes d'abstraction et d'encapsulation**
- On peut être plus fin en interdisant uniquement l'accès **en écriture**
 - ▶ en UML : attribut **public** + propriété `{readOnly}`
 - ▶ ajouter `private set` interdit uniquement la modification de l'attribut
- Certaines méthodes sont simplement **utilitaires** et ne doivent pas pouvoir être appelées depuis une autre classe

Attention

Les attributs `private` peuvent toujours être consultés/modifiés via des méthodes.

Visibilités en Kotlin

Par défaut, la **visibilité** des attributs et des méthodes est `public`

Attributs et méthodes **peuvent être déclarés** `private` afin de **restreindre** leur accès direct

- Certains attributs doivent être (en partie) cachés pour contrôler les modifications possibles de la classe : **principes d'abstraction et d'encapsulation**
- On peut être plus fin en interdisant uniquement l'accès **en écriture**
 - ▶ en UML : attribut **public** + propriété `{readOnly}`
 - ▶ ajouter `private set` interdit uniquement la modification de l'attribut
- Certaines méthodes sont simplement **utilitaires** et ne doivent pas pouvoir être appelées depuis une autre classe

Attention

Les attributs `private` peuvent toujours être consultés/modifiés via des méthodes.

Visibilités en Kotlin : exemple

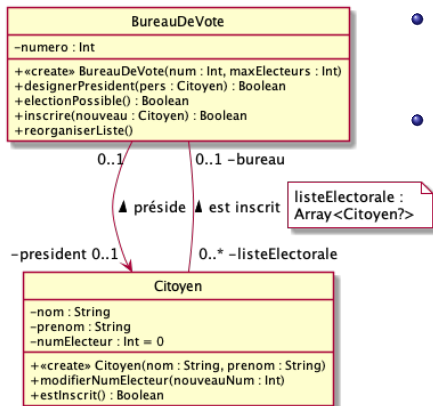
```
class Chien (...) {  
    var nom :String  
    private var age : Int  
    val race : String  
    var poids : Double  
        private set  
  
    fun courir(dist : Int) {  
        poids -= poidsEnMoins(dist)  
    }  
  
    private fun poidsEnMoins(d : Int)  
        = (d / 1000.0) / 1000  
}
```

Chien
+nom : String -age : Int +race : String +poids : Double {readOnly}
+«create» Chien(...) +courir(dist : Int) -poidsEnMoins(d : Int)

```
println("${rogue.nom}")  
rogue.nom = "Severus"  
println("${rogue.age}")           // error  
rogue.age = 10                    // error  
println("${rogue.race}")  
rogue.race = "Serpentard"         // error  
println("${rogue.poids}")  
rogue.poids = 42.0                // error  
rogue.courir(100)  
rogue.poidsEnMoins(100)           // error
```

- L'attribut `nom` est `public` (par défaut) : accessible en lecture/écriture
- L'attribut `age` est `private` : aucun accès possible
- L'attribut `race` est `public`, mais immuable : accessible en lecture
- L'attribut `poids` est restreint en écriture : accessible **uniquement** en lecture
- La fonction `courir()` est `public` (par défaut) : accessible
- La fonction `poidsEnMoins()` est `private` : aucun accès possible

Exemple Citoyen : implémentation en Kotlin



- On a déjà précisé beaucoup d'éléments :
 - ▶ types des attributs, méthodes, constructeurs, etc.
- **Comment implémenter les associations ?**
 - ▶ Une association **unidirectionnelle** devient un **attribut** dans la classe "source"
 - ▶ Une association **bidirectionnelle** devient **deux attributs**, un de chaque côté de l'association
 - ▶ Les **rôles** deviennent les **noms** des attributs à ajouter
 - ▶ (ajouter des méthodes pour **mettre à jour** les nouveaux attributs)

```

class Citoyen (nom : String,
               prenom : String) {

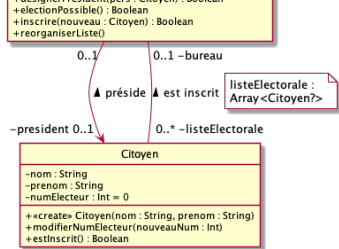
    private var nom : String
    private var prenom : String
    private var numElecteur : Int
    private var bureau : BureauDeVote?

    init {
        this.nom = nom
        this.prenom = prenom
        this.numElecteur = 0
        this.bureau = null
    }

    fun modifierNumElecteur(nouveauNum : Int) { /* todo */ }

    fun estInscrit() = false // todo
}

```



Les méthodes seront **implémentées** dans une **seconde étape**


```

class Citoyen (nom : String,
               prenom : String) {

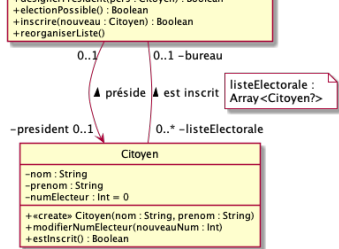
    private var nom : String
    private var prenom : String
    private var numElecteur : Int
    private var bureau : BureauDeVote?

    init {
        this.nom = nom
        this.prenom = prenom
        this.numElecteur = 0
        this.bureau = null
    }

    fun modifierNumElecteur(nouveauNum : Int) { /* todo */ }

    fun estInscrit() = false // todo
}

```



Les méthodes seront **implémentées** dans une **seconde étape**

```

class BureauDeVote (num : Int, maxElecteurs : Int) {

    private val numero : Int
    private var president : Citoyen?
    private val listeElectorale : Array<Citoyen?>

    init {
        numero = num
        president = null
        listeElectorale = arrayOfNulls<Citoyen>(maxElecteurs)
    }

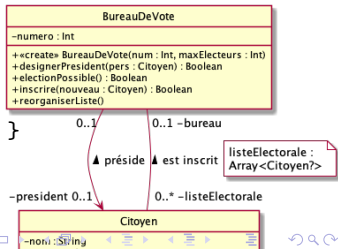
    fun designerPresident(pers : Citoyen) = false // todo

    fun electionPossible() = false // todo

    fun inscrire(nouveau : Citoyen)
        = false // todo

    fun reorganiserListe() { /* todo */ }
}

```



```

fun designerPresident(pers : Citoyen) =
    if (pers.estInscrit()) {
        president = pers
        true
    }
    else false
//
private fun dernierePosition() : Int {
    for (i in 0 until listeElectorale.size)
        if (listeElectorale[i] == null) return i
    return listeElectorale.size
}
//
fun inscrire(nouveau : Citoyen) : Boolean {
    val position = dernierePosition()
    if (nouveau.estInscrit() // nouveau deja inscrit
        || listeElectorale.size == position) // liste pleine
        return false
    listeElectorale.set(position, nouveau)
    nouveau.modifierBureauDeVote(this)
    nouveau.modifierNumElecteur(dernier+1)
    return true
}

```

Résumé UML → Kotlin

UML tous les attributs doivent être typés

- ▶ Les visibilitées doivent être précisées
- ▶ valeurs initiales / par défaut possible

UML il doit y avoir un constructeur : `<<create>>`

Kotlin les associations UML deviennent des attributs Kotlin

- ▶ association bidirectionnelle : 2 attributs
- ▶ association unidirectionnelle : un attribut dans la classe source
- ▶ les rôles nomment ces nouveaux attributs

Kotlin une cardinalité 0..1 donne un type nullable : `X?`

Kotlin une cardinalité 0..* ou 1..* donne un type `Array<X?>`
(ou une autre collection)

Kotlin les visibilitées doivent être respectées

Kotlin On respecte **scrupuleusement** tous les noms donnés en UML

On reviendra plus tard sur

- des précisions sur les constructeurs
 - ▶ écriture simplifiée
 - ▶ constructeurs secondaires
- **Héritage**
 - ▶ classes abstraites et généralisation
 - ▶ interfaces et réalisation
- redéfinition de `toString()` de `equals(...)`
- redéfinition des opérateurs `+`, `==`, `>` ...