Initiation au Génie Logiciel

Cours 3

–

Architecture logicielle

Ce que nous allons voir dans ce cours

Quelques principes de base d'*Architecture logicielle* (orientée objet)

- Encapsulation
- Relation d'association
- Relation d'héritage
- Interfaces/Traits
- Le découpage en packages

L'objectif commun de ces notions est d'*abstraire* un programme

. . . pouvoir l'utiliser ou le concevoir en s'abstrayant des détails

Ces principes seront approfondis en L3 (UE BMO)

Nous verrons la mise en oeuvre de ces principes en Scala ainsi que :

- Les case classes

Plan

Plan

Encapsulation

L'encapsulation abstrait un code du point de vue de son utilisateur :

- masque les détails inutiles (les rend invisibles)
- améliore la visibilité des éléments importants

Exemple 1

```
class Vehicule(m:String){
  def vidange(g:String,n:Int){...}
  def pressionPneus(i:Int){...}
  def demarrer={...}
  val modele=m
  val consomation=
     calculerConso(cylindree(m))
  val cylindree=cylindree(m)
}
```

```
class Vehicule(m:String){
  [redacted]
  def demarrer={...}
  val modele=m
  [redacted]
}
```

Rmq : c'est ce qui manquait à la classe `Graphe` du package `C` du TP2 !

Encapsulation (II)

En Scala (comme en Java), en déclarant un *membre* `private`, on le rend invisible en dehors de l'objet/classe. Membre=(champ/méthode/classe/objet)

Remarque 1 (Visibilité par défaut : `public`)

Si on ne déclare pas un membre `private` il est implicitement visible (comme déclaré `public`).

Remarque 2 (Protège les objets contre des altérations extérieures)

```
class Compte{
  var m=0
  def déposer(x:Int){m=m+x}
  def retirer(x:Int){m=m-x}
}
val c1= new Compte
c1.déposer(1000)

c1.m = c1.m - 200 // réussi! ☹
```

```
class Compte{
  private var m=0
  def déposer(x:Int){m=m+x}
  def retirer(x:Int){m=m-x}
}
val c2= new Compte
c2.déposer(1000)

c2.m= c2.m - 200 // échoue! ☺
```


Encapsulation (III)

Quizz 1 (Ces codes Scala sont-ils corrects ?)

```
class Element(s:String){
  private val c= s
  private def f= s+s
}
val e= new Element("toto")
```

V Oui | R Non

```
object Element{
  private def f={print("toto")}
}
Element.f
```

V Oui | R Non

```
class Element(s:String){
  private val c= s
  def f= c
}
val e= new Element("toto")
println(e.f)
```

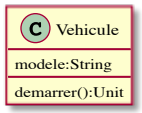
V Oui | R Non

```
object Element{
  private var c=0
  def f(x:Int)={c=x}
}
Element.f(4)
```

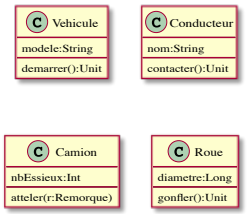
V Oui | R Non

Et après l'encapsulation ?

- On peut voir un objet/classe encapsulé comme un ≪ composant ≫ disposant de valeurs (ici, `modele`) et offrant des opérations (ici, `demarrer`) :



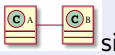
- On peut obtenir des ≪ composants ≫ similaires pour d'autres classes :

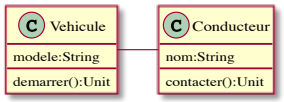


- Pour les combiner on utilise deux relations : l'association et l'héritage

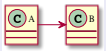
Association d'objets/classes

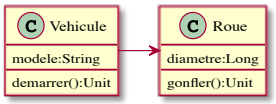
Définition 2 (Relation d'association - association réciproque)

L'*association* entre une classe `A` et une classe `B`, notée  signifie que les objets de classe `A` ≪ ont des ≫ objets de classe `B`, et réciproquement.



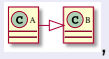
Remarque 3 (Association orientée)

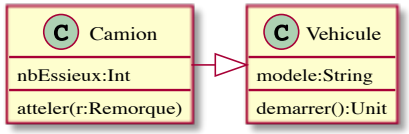
Si la relation n'est pas réciproque, on utilise l'association orientée 



Héritage d'objets/classes

Définition 3 (Relation d'héritage)

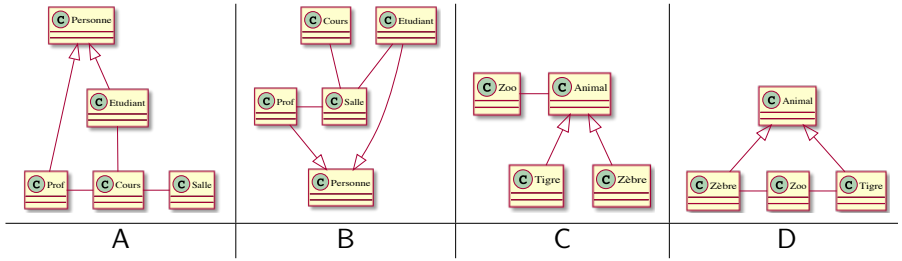
L'héritage entre une classe `A` et une classe `B`, noté  , signifie que les objets de classe `A` ≪ sont des ≫objets de classe `B`. Ainsi, les objets de la classe `A` ont (au moins) tous les champs et opérations de la classe `B`.



Remarque 4 (Lien avec le sous-typage (par exemple en Scala))

La relation d'héritage coïncide avec la relation de sous-typage. Si une classe `A` hérite d'une classe `B`, alors `A` est un sous-type de `B`. Par exemple, `Int` hérite de `Any`.

Diagrammes de classes, le quizz !



Quizz 2

1. *Les diagrammes A,B,C et D sont-ils corrects ?*

   V Oui R Non

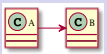
2. *Entre A et B, quel est le diagramme le plus pertinent ?*

   V A R B

3. *Entre C et D, Quel est le diagramme le plus pertinent ?*

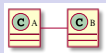
   V C R D

Implantation des associations et héritages en Scala

Implantation d'une association orientée 

On ajoute à la classe `A` un champ contenant une (ou des) références vers des objets de classe `B`. Par exemple :

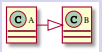
- Un `A` a exactement un `B` : `class A{val objB: B ...}`
- Un `A` a 0, 1, 2,..., n `B` : `class A{val objB: Set[B]...}`
- Un `A` a 0, 1, 2,..., n `B`, et l'ordre des `B` est important : `class A{val objB: List[B]...}`

Implantation d'une association réciproque 

Pour une association réciproque, en plus du code précédent, on ajoute à la classe `B` un champ contenant une (ou des) références vers des objets de `A`. Par exemple, un `A` a exactement un `B` qui a 0, 1, 2,..., n `A` :

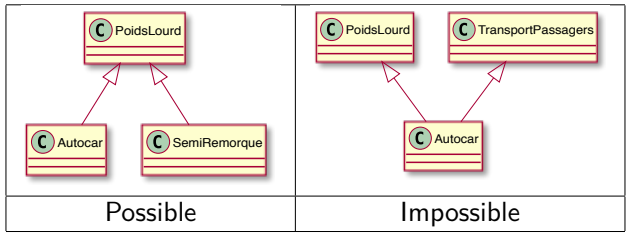
- `class A{val objB: B ...}` et `class B{val objA: Set[A]...}`

Implantation des associations et héritages en Scala (II)

Implantation d'une relation d'héritage  avec `extends`

```
class B { ... code de la classe B }
class A extends B { ... code de la classe A }
```

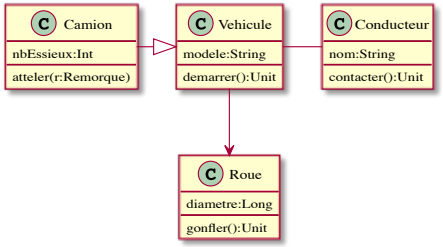
Remarque : En Scala on ne peut hériter que d'une classe au plus !



On en reparlera dans le cours de concepts objets avancés...

Association et héritage en Scala

Les diagrammes obtenus sont nommés *diagrammes de classe*



Exercice 1

Implantez succinctement en Scala le diagramme de classe précédent.

Remarque 5 (Un diagramme de classe peut contenir plus d'informations)

Les types de relations sont plus nombreux, elles peuvent présenter des cardinalités, etc. Vous les étudierez plus en détail en L3 (UE BMO)

Traits

Définition 4 (Traits)

Un trait définit des types d'objets, sans donner leur implantations. On parle aussi de types abstraits (en SI2) ou d'interfaces (en PO/Java).

≪ Une interface est la couche limite entre deux éléments par laquelle ont lieu des échanges et des interactions ≫

Remarque 6 (Les traits facilitent le développement collaboratif)

Un trait déclare un ensemble de champs/méthodes avec leurs types. Il sépare un logiciel en deux parties : une partie utilisatrice des champs/méthodes et une partie implantant ces champs/méthodes.

Traits (II)

Exemple 5 (Trait pour un logiciel manipulant des files d'entiers)

Utilisateurs	Interface	Implanteurs
Une équipe réalise un logiciel *utilisant* des `IntQueue`	`trait IntQueue { def get:Int def put(x:Int) def empty:Boolean }`	Une équipe *implante* le trait `IntQueue` dans une classe `MyQueue`

```
def vider(q:IntQueue):Unit=
  while(!q.empty) q.get

def incAll(q:IntQueue):Unit={
  var l= List[Int]()
  while(!q.empty) l= q.get::l
  for (e<-l.reverse) q.put(e+1)
}
```

```
class MyQueue extends IntQueue{
  private var b= List[Int]()
  def get= {val h=b(0)
            b=b.drop(1)
            h}
  def put(x:Int)= {b=b:+x}
  def empty=b.isEmpty
}
```

Traits (III)

- Le mot clé `extends` précise qu'une classe implante un trait

```
class MyQueue extends IntQueue{
  private var b= List[Int]()
  def get= {val h=b(0); b=b.drop(1); h}
  def put(x:Int)= {b=b:+x}
  def empty=b.isEmpty
 }
```

Remarque 7

Pour implanter un trait, une classe doit implanter tous les champs et méthodes qui n'ont pas d'implantation (en respectant les types de ceux-ci).

- Les utilisateurs de `IntQueue` n'ont pas besoin de connaître l'implantation `MyQueue` pour développer leur partie :

```
def vider(q: IntQueue):Unit= while(!q.empty) q.get
```

- Sauf pour créer un objet de ce type : `val q= new MyQueue`

Traits (IV)

Remarque 8

Abstraire le fonctionnement d'une partie d'un logiciel par un trait, le rend plus robuste à l'évolution de l'implantation de cette partie.

Exemple 6

On peut remplacer l'implantation `MyQueue` de `IntQueue` par une autre sans toucher au code de la partie utilisateur : `vider`, `incAll`.

Dans le TP2, les implantations `D` et `E` sont interchangeables car elles respectent le même **trait**. Ce n'est pas le cas pour `B` et `C`.

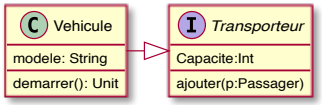
Exercice 2

Quel pourrait être le trait abstrayant le fonctionnement de la classe `Graphe` du TP1, pour pouvoir facilement changer d'implantation de graphes sans changer le code de l'objet `Canalisations`.

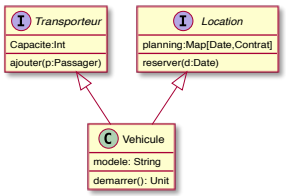
Représentation des traits dans les diagrammes

Représentation des `traits`/`I`nterfaces

Représentation de la relation d'implantation



Une classe/objet peut implanter plusieurs traits :




```
class Vehicule
  extends Transporteur
  with Location {
   ... code de la classe
       Vehicule ...
}
```

Exercice 3 (Complétez la déclaration des classes `Vehicule`, etc.)

Faites apparaître les traits `Location` et `Transporteur`.

Traits (III)

Quizz 3 (Ces codes Scala sont-ils corrects ?)

```
trait A{
  val c:String
}
val a= new A
```

V Oui | R Non

```
class A{
    val c:String
}
val a= new A
```

V Oui | R Non

Quizz 4 (Ces codes Scala sont-ils corrects ?)

```
trait A{
  val c:String
}
object B extends A{
  val c="toto"
}
```

V Oui | R Non

```
trait A{
  def f(x:Int):String
}

class B extends A{
  def f(x:Any):String="oui!"
}
```

V Oui | R Non

Traits (IV)

Exercice 4 (Développement collaboratif d'un navigateur Web)

Le navigateur parcourt des pages localisées par des URLs. Les pages contiennent des éléments clicables ou non (du texte et des images). Le navigateur est muni d'un historique des pages visitées.

- *Quels traits proposeriez-vous (pour au moins 6 équipes) ? avec quels champs/opérations ?*
- *Quelles relations définiriez-vous entre ces traits ? (association/héritage)*

Quizz 5 (Pour le navigateur, quelle est la solution la plus pertinente ?)

```
trait Navigateur{ ... }
class MonNav
      extends Navigateur {
  ... }
```

V

```
trait Navigateur{ ... }
object MonNav
      extends Navigateur {
  ...}
```

R

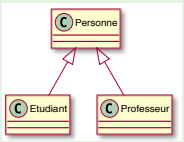
Traits (V)

Les traits facilitent le développement collaboratif mais aussi le sous-typage

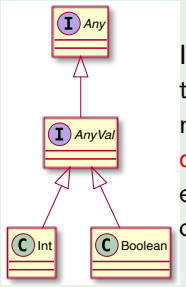
Remarque 9 (Les traits pour le sous-typage)

Un trait permet de définir quelles sont les champs/opérations communes entre plusieurs classes (c'est un super-type). Cela remplace l'héritage quand le super-type **n'a pas d'objets propres**.

Exemple 7 (Différence entre héritage et implantation de traits)



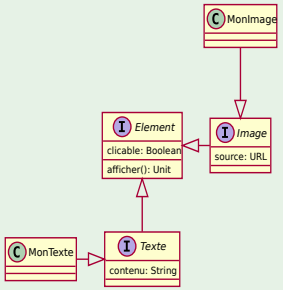
Il peut exister des objets de type Personne qui ne sont ni de type Etudiant ni de type Professeur



Il existe des objets de type Int et Boolean mais il n'existe **pas** d'objets dont le type est uniquement Any ou AnyVal.

Traits (VI)

Exemple 8



- On peut créer des objets de type MonImage ou MonTexte
- Un objet de type MonTexte sera aussi de type Texte et Element
- On ne peut **pas** créer d'objets de type Image, Texte ou Element qui ne soient ni des MonTexte ou MonImage

Plan

Case class/object définissent des types algébriques

≪ Un type algébrique de données est un type de données dont chacune des valeurs est une donnée d'un autre type enveloppée dans un des constructeurs du type. Toutes les données enveloppées sont des arguments du constructeur. La seule manière d'opérer sur les données est d'enlever le constructeur en utilisant le filtrage par motif. ≫

- `case class Rect(x1:Int,y1:Int,x2:Int,y2:Int) // Rectangles`
- Les instances de `case class` sont initialisées sans `new` (c-à-d que les objets de `case class` sont obtenus sans `new`)

```
scala>  val r1= Rect(0,0,5,7)
```

- L'accès aux données de l'objet peut se faire par `match-case`

```
scala>  r1  match {case  Rect(_,_,x,y)  => (x,y)}
(Int,Int) = (5,7)
```

- Par défaut, `toString` et `equals` respectent la structure des objets

```
scala> println(r1)
Rect(0,0,5,7)
```

```
scala>  val r2= Rect(0,0,5,7)
scala>  r1==r2
Boolean = true
```


Case classes et case objects, premier quizz

Quizz 6 (Qu'affichent ces programmes ?)

```
class P(x:Int)
val p= new P(1)
val p2= new P(1)
println(p==p2)
```

V true R false

```
case class P(x:Int)
val p= P(1)
val p2= P(1)
println(p==p2)
```

V true R false

Quizz 7 (Qu'affichent ces programmes ?)

```
class P(x:Int)
val p= new P(1)
val p2= new P(2)
println(p==p2)
```

V true R false

```
case class P(x:Int)
val p= P(1)
val p2= P(2)
println(p==q)
```

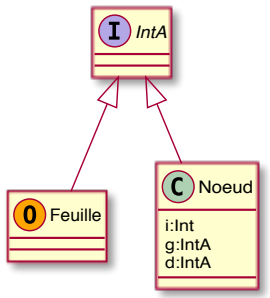
V true R false

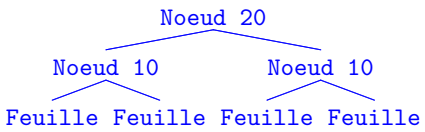
Case classes et case objects : applications

Les case classes permettent de définir simplement et de manipuler efficacement tout type d'objet non mutable

Exemple 9 (Définition des arbres binaires d'entiers par case class)

```
trait IntA   // Arbres binaires d'entiers
case class Noeud(i:Int,g:IntA,d:IntA) extends IntA
case object Feuille extends IntA
```






```
val a1= Noeud(10,Feuille,Feuille)
val a2= Noeud(20,a1,a1)
```


Case classes et le pattern matching par `match-case`

```
sealed trait IntA
case class Noeud(i:Int,g:IntA,d:IntA) extends IntA
case object Feuille extends IntA
```

- `match-case` permet de décomposer les objets issus de case classes

```
def sommetPositif(e:IntA):Boolean= {
  e match {
    case Feuille => false
    case Noeud(e,_,_) => e>0
  }
}
```

Exercice 5 (Définissez la fonction (récursive) suivante)

`dans(i:Int,a:IntA):Boolean` *qui teste si un entier est dans un arbre.*

Case classes et le pattern matching par `match-case` (II)

```
sealed trait IntA
case class Noeud(i:Int,g:IntA,d:IntA) extends IntA
case object Feuille extends IntA
```

- `match-case` peut plonger dans plusieurs niveaux de case classes

```
def filsPositif(e:IntA):Boolean= {
  e match {
    case Noeud(_,Noeud(e,_,_),Feuille) => e>0 //fils gauche
    case Noeud(_,Feuille,Noeud(e,_,_)) => e>0 //fils droit
    case Noeud(_,Noeud(e1,_,_),Noeud(e2,_,_)) => e1>0 || e2>0
    case _ => false
  }
}
```


Case classes et le pattern matching par `match-case` (III)

```
sealed trait IntA
case class Noeud(i:Int,g:IntA,d:IntA) extends IntA
case object Feuille extends IntA

val a= Noeud(2,Noeud(1,Feuille,Feuille),Feuille)
```

Quizz 8 (Ces pattern-matchings sont-ils corrects ?)

```
a match {
  case 2 => false
  case _ => true
}
```

V	Oui
R	Non

```
a match {
  case Noeud(_,_,_) => false
  case _ => true
}
```

V	Oui
R	Non

```
a match {
  case _(2,_,Feuille) => false
  case _ => true
}
```

V	Oui
R	Non

Case classes et le pattern matching par `match-case` (IV)

```
sealed trait IntA
case class Noeud(i:Int,g:IntA,d:IntA) extends IntA
case object Feuille extends IntA
val a= Noeud(2,Noeud(1,Feuille,Feuille),Feuille)
```

Quizz 9 (Quels sont les résultats de ces pattern-matchings ?)

```
a match {
  case Noeud(_,_,Feuille) => 2
  case Noeud(2,_,_) => 3
}
```

V	2
R	3

```
a match {
  case Noeud(x,Noeud(y,Feuille,_),Feuille) => x+y
  case Noeud(x,Feuille,_) => x
}
```

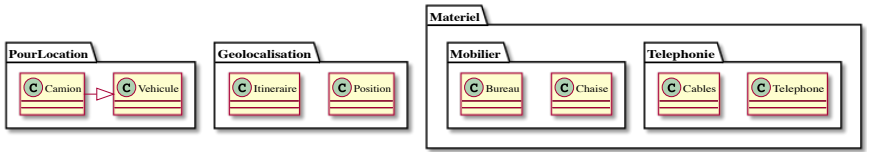
V	2
R	3

```
a match {
  case Noeud(_,x,_) => x
  case Noeud(_,_,x) => Feuille
}
```

V	*Noeud(1,Feuille,Feuille)*
R	*Feuille*

Packages

Pour structurer le code, on introduit des `packages` pour rassembler des classes/objets/traits ayant un lien logique.



Définition 10 (Notation pointée, les chemin d'accès pour les packages)

Comme pour les répertoires dans un système de fichiers, un package `p2` peut être inclus dans un package `p1`, etc. Dans ce cas, depuis le package `p1`, le chemin d'accès au package `p2` sera simplement : `p2`. Depuis le package *contenant* `p1`, le chemin d'accès sera `p1.p2`.

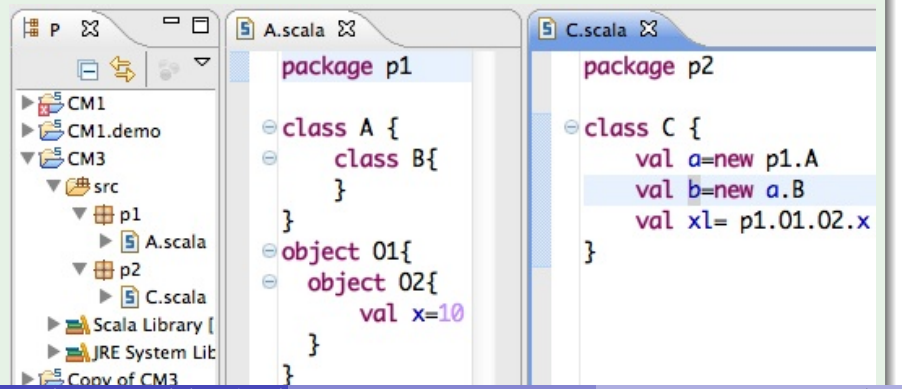
Remarque 10 (Définition du package d'un code Scala avec `package`)

Si `p` est un chemin d'accès à un package, pour placer un code dans le package de chemin `p`, celui-ci doit débuter par `package p`.

Packages et chemins d'accès aux objets/champs/méthodes

- On peut aussi inclure des classes/objets dans d'autres classes/objets
- Pour accéder à un objet/classe/champ/méthode `x` d'un objet `an` on utilise un chemin d'accès `a1.a2. ... an.x` (où `a1 a2 ... an` sont des noms de packages ou d'objets (pas de noms de classes !)

Exemple 11 (Exemple de chemin d'accès (package/objets/classes))



Packages et chemins d'accès (II)

Quizz 10 (Comment accéder au champ `x` ?)

```
package p0.p1.p2
object A{
  val x=10
}
```

```
package p0.p3

object C{
  val lx= ??? x
}
```

V	p1.p2.A.x	R	p0.p1.p2.A.x

```
package p0.p1
class A{
    val x=10
}
```

```
package p0.p2
object C{
val lx= ??? x
}
```

V	val lx= (new p0.p1.A).x)
R	val lx= p0.p1.A.x

Packages et importation de code

Les chemins sont simplifiés en important des classes/objets/champs/méthodes

Définition 12 (`import p.x`)

Importe la classe/objet/champ/méthode `x` de chemin d'accès `p`. Le chemin `p` peut contenir des noms de packages et d'objets mais pas de classes. Si `x` est '_', on importe tous les objets membres du package `p` ou tous les champs/méthodes de l'objet désigné par `p`.

- `import p.C` importe la classe/objet `C` du package de chemin `p`
- `import p._` importe toutes les classes/objets du package de chem. `p`
- `import p.O._` importe les champs/méthodes de l'objet `O` de chem. `p`

Remarque 11 (Classes/objets/méthodes importés par défaut)

```
import java.lang._     // tout le package java.lang
import scala._         // la librairie de base Scala: List,Set,...

import scala.Predef._ // des méthodes prédéfinies: println,...
```


Packages et importation de code (II)

Quizz 11 (Comment accéder au champ `x` ?)

```
package p0.p1.p2
object A{
  val x=10
}
```

```
package p0.p3
import p0.p1._
object C{
  val lx= ??? x
}
```

V	p1.p2.A.x	R	p2.A.x

```
package p0.p1
object A{
  object B{
    val x=10
  }
}
```

```
package p0.p2
import p0.p1.A._
object C{
  val lx= ??? x
}
```

V	x	R	B.x