L3. Programmation orientée objet. Cours 3

Marie-Pierre Béal (Cours de Rémi Forax)

Méthodes d'instance et méthodes statiques. Records et Classes

Méthodes d'instance et méthodes statiques

On appelle

- une méthode d'instance sur une instance (avec un `.` après l'objet)
- une méthode statique sans instance, sur la classe (avec un `.` après le nom de la classe)

Lors de la déclaration

- une méthode statique est précédée du mot `static`.

Méthodes d'instance et méthodes statiques

`IO.readln` et `Integer.parseInt` sont des méthodes statiques

```
void main(){
  var s = readln("Enter an integer \n");
  println(Integer.parseInt(s));
}
```

```
$ java  --enable-preview ParseIntTest.java
Enter an integer
234
234
```

Méthodes d'instance et méthodes statiques

```
record Taxi(boolean uber) {
  String name() {  // this implicite
    return this.uber? "Uber": "Hubert?";
  }
  static String bar() {  // this n'existe pas ici !
    return "Hello Taxi";
  }
}
void main() {
  println(new Taxi(true).name()); // name méthode d'instance
  println(Taxi.bar());   // bar méthode statique
}
```

```
$ java  --enable-preview TaxiTest.java
Uber
Hello Taxi
```

Et le main ?

```
void main() {
  println("Hello World!");
}
```

Ici la méthode `main()` n'est pas static.

Un main `static` ?

Si on veut un main static, il faut le déclarer `"static"`.
Dans un fichier `HelloWorld2.java` on met :

```
static void main(){
  println("Hello World!");
}
```

```
$ java --enable-preview HelloWorld2.java
Hello World!
```

Classe non-nommée

En Java, si on définit des méthodes sans classe, le compilateur ajoute une classe autour avec le même nom que le nom du fichier.

Si on écrit

```
void main() {
  println("Hello World!");
}
```

le compilateur génère

```
class HelloWorld {
  public HelloWorld() { }  // constructeur par défaut
  void main() {
    java.io.IO.println("Hello World!");
  }
}
```

et lors de l'exécution `new HelloWorld().main()` est appelée

Sans `enable-preview`

Si l'on veut supprimer le `"--enable-preview"`, il faut une classe nommée ET il faut que le main soit déclaré ainsi :
`public static void main(String[] args)`.

On va voir ce que veut dire `"public"` dans quelques slides.

Classe nommée

Dans un fichier `HelloWorld2.java` on met :

```
public class HelloWorld2{
  public static void main(String[] args){
    System.out.println("Hello World!");
  }
}
```

```
$ java HelloWorld2.java
Hello World!
```

On définit ainsi une classe nommée.

- Le nom de la classe doit être le nom du fichier (sans le suffixe `.java`).
- Le nom de la classe (et donc du fichier) doit commencer par une majuscule.

Records

Les records

On va maintenant écrire

- un record `Point` dans un fichier séparé de nom `Point.java`.
- une méthode `main` dans un fichier `Test.java`.

```
// dans le fichier Point.java
record Point(int x, int y) {}
```

Les records

```java
// dans Test.java
void main() {
  var point = new Point(3, 4);
  println(point);
}
```

On peut compiler et exécuter avec

```
$ javac --release 23 --enable--preview *.java
$ ls
Point.class Point.java Test.class  Test.java
$ java --enable-preview Test
Point[x=3, y=4]
```

Les champs

Les champs sont accessibles uniquement entre l'accolade ouvrante et l'accolade fermante du record. Ils ne sont pas accessibles en dehors du record. On dit que les champs sont `private`, qui veut dire non visible à l'extérieur.

```
// dans le fichier Point.java
record Point(int x, int y) {
  double distanceToOrigin() {
    return Math.sqrt(x * x + y * y);
  }
}
```

```
// dans Test.java
void main() {
  var point = new Point(3, 4);
  println(point.x); // ne compile pas
}
```

Un record public

```java
// dans le fichier Point.java
public record Point(int x, int y) {}
```

```java
// dans Test.java
void main() {
  var point = new Point(3, 4);
  println(point.x()); // 3
}
```

Ici on a ajouté un modificateur de visibilité `public` qui signifie que le record sera visible dans tout code situé dans n'importe quel répertoire.

Accesseurs publics

Dans un record, le compilateur ajoute des méthodes publiques de même noms que les champs appelées accesseurs (ici `x()` et `y()`), avec comme code, le code des méthodes `x()` et `y()` généré par le compilateur.
C'est comme si on écrivait

```
public record Point(int x, int y) {
  public int x() {  // il est inutile de l'écrire
    return x;
  }
}
```

inutile signifie qu'il ne faut pas l'écrire (points en moins aux examens si vous l'écrivez).

Remplacer / Redéfinir les méthodes existantes

On peut changer l'implantation des accesseurs ou des méthodes `toString/equals/hashCode`.

```
public record Pair(String first, String second) {
  @Override
  public String toString() {
    return "Pair(" + first + ", " + second + ")";
  }
}
void main() {
  println(new Pair("toto", "titi")); // Pair(toto, titi)
}
```

On utilise l'annotation `@Override` pour aider à la lecture, faire la différence entre une nouvelle méthode et le remplacement d'une méthode existante.

Accès implicite à this

Dans une méthode d'un record, l'accés à un champ ou une méthode n'a pas besoin d'être préfixé par `this` (instance) ou par le nom de la classe (static).

```
public record Point(int x, int y) {
  public double distanceToOrigin() {
    return Math.sqrt(sqr(x) + sqr(y));
    // pas sqr(this.x) + ...
  }
  private static double sqr(int value) {
    return value * value;
  }
}
```

Constructeur canonique

Le constructeur est une méthode spéciale appelée lors du new pour initialiser les champs.

Dans un record, le compilateur génère automatiquement le constructeur canonique (celui qui initialise les champs).

```
public record Person(String name, int age) {
  // généré automatiquement
  public Person(String name, int age) {
    this.name = name;
    this.age = age;
  }
}
```

Redéfinir le constructeur

Il est souvent nécessaire de remplacer le constructeur car on veut empêcher de créer des objets avec des valeurs erronées

```
public record Person(String name, int age) {
  public Person(String name, int age) {
    Objects.requireNonNull(name);
                    // plante (lève une NullPointerException)
                    // si name est null
    if (age < 0) {
      throw new IllegalArgumentException("age < 0");
    }
    this.name = name;
    this.age = age;
  }
}
```

On vérifie les pré-conditions.

Redéfinir le constructeur compact

Le constructeur canonique a une version “compacte”

```
public record Person(String name, int age) {
  public Person { // pas de parenthèses
    Objects.requireNonNull(name, "name is null");
    if (age < 0) {
      throw new IllegalArgumentException("age < 0");
    }
  }
}
```

qui ne laisse apparaître que les pré-conditions.
Le compilateur ajoute les `this.name = name;` etc à la fin du constructeur compact.

equals/hashCode/toString

Dans un record, le compilateur génère aussi les méthodes

- `equals()` : indique si deux objets de type `Point` ont les mêmes valeurs

```
void main(String[] args) {
  var point = new Point(2, 3);
  var point2 = new Point(2, 3);
  println(point.equals(point2));  // true
  var point3 = new Point(4, 7);
  println(point.equals(point3));  // false
  println(point.hashCode()) // 65
}
```

- `hashCode()` : renvoie un entier "résumé", cf cours 4

equals/hashCode/toString

- toString() : renvoie une représentation textuelle

```
void main(String[] args) {
  var point = new Point(2, 3);
  println(point.toString()); // Point[x = 2, y = 3]
  println(point);  // Point[x = 2, y = 3]
}
```

Classes

Avant propos

Une des idées de Java est qu'une personne sur mille (le mainteneur) s'embête à écrire une librairie qui va aider les 999 autres (les utilisateurs) à écrire leurs codes facilement.

Une librairie est un jar (un zip glorifié) qui contient des fichiers classes (les .class).

Le site Maven Central contient

- 43 millions de jars
- des millions d'artefacts

Le site est toujours en croissance exponentielle.

Compatibilité descendante

Pour éviter d'avoir à ré-écrire le code utilisateur à chaque nouvelle version

- Java demande la compatibilité descendante binaire (binary backward compatibility)
- On a le droit d'ajouter de nouvelle fonctionnalités mais on ne doit pas casser les anciennes

Le langage sépare l'API publique

- accessible par les utilisateurs

de l'implantation

- accessible uniquement par les mainteneurs

Classes et membres d'une classe

Java manages to succeed, despite having almost all the defaults wrong.
— Brian Goetz

Membres d'une classe

Une classe contient

- Des champs d'instance ou statiques
  - cases mémoire contenant une valeur
- Des constructeurs (toujours d'instance)
  - méthodes d'initialisation des champs
- Des méthodes d'instance ou statiques
  - Code à exécuter en fonction des paramètres et des valeurs des champs

Quand vous serez plus grands, on pourra aussi mettre des classes dans les classes mais c'est compliqué.

Visibilité

Les champs, constructeurs et méthodes peuvent être public ou private

- S'ils sont public, alors ils font partie de l'API

Il y a d'autres visibilités en Java,

- la visibilité de package (quand on écrit rien)
- la visibilité protected

mais on verra plus tard car leurs cas d'utilisation sont plus confidentiels.

Champs

Champs à initialisation unique

Les champs peuvent

- être initialisés une seule fois par le constructeur (final)
- changer de valeur plusieurs fois

Utiliser des champs final rend le code plus maintenable, plus facile à débugger.

- si un champ final n'a pas la bonne valeur, alors la valeur envoyée au constructeur n'est pas la bonne

Initialisation des champs

Un champ

- final doit être initialisé dans le constructeur
- pas final ne doit pas forcément être initialisé dans le constructeur. Dans ce cas, il est initialisé à une valeur par défaut :
  - null pour les objets, 0 pour les entiers, 0.0 pour les doubles, false pour les booléen, etc.

Attention à ne pas confondre les champs (les cases mémoires des classes) et les variables locales (les cases mémoires des méthodes). Une variable locale doit toujours être initialisée.

Exemple de code compliqué

Ne pas écrire une classe comme celle-ci

```
public class Person {
  private /*pas final*/ String name;
  private /*pas final*/ int age;

  public Person(String name, int age) {
                          // le constructeur est FAUX
    this.name = name;     // cf plus tard
    this.age = age;
  }

  public void updateAge() {
     this.age++;
  }
}
```

Exemple plus simple

```
public class Person {
  private final String name;
  private final int age;

  public Person(String name, int age) {
                          // le constructeur est FAUX
    this.name = name;     // cf plus tard
    this.age = age;
  }
  public void updateAge() {
     this.age++;  // ne compile pas !
  }
}
...
var person = new Person("Ana", 32);
doSomething(person);
// person.name et person.age n'ont pas changé
// pas besoin de regarder le code de doSomething()
```

Faire des mutations

Et si on veut changer la valeur d'un objet

- On fait comme dans `String.toUpperCase()`, on renvoie un nouvel objet

Par exemple

```
public class Person {
  private final String name;
  private final int age;

  public Person(String name, int age) { ... }
  public Person updateAge() {
     return new Person(name, age + 1);
  }
}
```

Classe immutable

Une classe qui a tous ses champs final est une classe dite non mutable ou immutable.

- String est non mutable
- StringBuilder est la version mutable de String
- Les records sont non mutables

Ces classes ont un comportement plus simple

- Rend le code plus facile à lire/débugger
  - Donc plus maintenable
- Mais changer une valeur entraîne une allocation
  - Les GCs de Java sont prévus pour cela (cas où les objets meurent vite)

Champs statiques

Champ static final

Un champ static final est une constante

```
public record Asset(long price) {
  private static final long MAX_TAX = 1_000_000L;

  public long computeTax() {
    return Math.min(MAX_TAX, price / 10);
  }
}
```

Aide à la lecture du code en remplaçant une valeur par un nom

- Aide à la maintenance du code

Champ `static` pas `final` (à ne pas faire)

Un champ static qui n'est pas final est une sorte de variable globale partagée par la classe ou le record.

Il ne faut pas en mettre sauf cas exceptionnel.

Constructeurs

Constructeur

Un constructeur est une méthode d'instance qui initialise les champs

- Ayant le même nom que la classe
- Sans type de retour (c'est toujours void)
- Le premier paramètre est this (souvent implicitement)

On ne peut pas créer un objet sans appeler un constructeur (point d'entrée obligatoire)

- Donc le constructeur doit vérifier que l'on ne crée pas des objets faux (par exemple, une personne avec un age négatif)
- Ceci aide à la maintenance

Préconditions

On appelle préconditions l'ensemble des conditions à vérifier pour que l'objet ne soit pas faux.

```
public class Person {
  private final String name;
  private final int age;

  public Person(String name, int age) { // this est implicite
    Objects.requireNonNull(name, "name is null");
                                        // précondition
    if (age < 0) {
      throw new IllegalArgumentException("age < 0");
                                        // précondition
    }
    this.name = name;
    this.age = age;
  }
}
```

Constructeur généré

Le compilateur ajoute automatiquement un constructeur

- pour un record, si aucun constructeur canonique (qui initialise tous les champs) n'est défini, un constructeur canonique est ajouté
- pour une classe, si aucun constructeur n'est défini, un constructeur public sans paramètre est ajouté

Initialisation des champs à la déclaration

On peut initialiser des champs à la déclaration avec '='

```
public class Garage {
  private final ArrayList<Car> cars = ...
}
```

Le code du '=' est recopié au début de tous les constructeurs

```
public class Garage {
  private final ArrayList<Car> cars;

  public Garage() {
    this.cars = ...
  }
}
```

Surcharge de constructeurs

La "surcharge" de constructeur est le fait d'avoir plusieurs constructeurs.

- Ils doivent avoir des paramètres de types différents
- On utilise this(...) pour appeler un autre constructeur

Astuce pour avoir des valeurs par défaut

```
public class Car {
  private final String color;
  public Car(String color) {
    this.color = Objects.requireNonNull(color);
                        // precondition
  }
  public Car() {
     this("red");   // appel Car(String)
  }
}
```

Surcharge de constructeurs

La surcharge de constructeur est une pratique controversée.

- Du point de vue de l'utilisateur lors de l'écriture du code, cela veut dire qu'il faut faire un choix, donc lire la doc des multiples constructeurs
- Du point de vue du debugging, cela veut dire que l'on peut créer un objet avec des arguments cachés (les valeurs par défaut) ce qui n'aide pas à la compréhension du code

On préfère souvent avoir une façon unique de créer une instance d'une classe.

Méthodes d'instance

Méthode d'instance

Une méthode d'instance est une méthode dont le premier paramètre est this (peut-être implicitement).

On a donc besoin d'une instance pour pouvoir l'appeler

```
public class CarRental {
  ...
  public void rent(CarRental this) { ...
                // ici this est explicite
  }
}
...
var rental = new CarRental(...);
rental.rent()  // appel la méthode rent()
               // avec rental en premier argument
```

Méthode publique et préconditions

Comme pour les constructeurs, les méthodes publiques doivent tester les préconditions.

Ne pas écrire de classe mutable comme celle-ci

```
public class MutablePerson {
  private final String name;
  private /*pas final*/ int age;
  private static int requireAgePositive(int age) {
  // Ne doit pas être public, c'est une méthode utilitaire
    if (age < 0) {
      throw new IllegalArgumentException("age < 0");
    }
    return age;
  }
  public MutablePerson(String name, int age) {
    this.name = Objects.requireNonNull(name);   // preconditions
    this.age = requireAgePositive(age);
  }
  public void setAge(int age) {
    // attention, il faut aussi vérifier l'age ici !!!
    this.age = requireAgePositive(age);  // precondition
  }
}
```

Surcharge de méthode d'instance

Java permet d'avoir plusieurs méthodes avec le même nom si leurs suites de types des paramètres sont différentes.

- Utilisé par PrintStream (car Java n'a pas un type commun pour les objets et les primitifs)
  - `void println(int)`
  - `void println(Object)`
  - `void println(String)`
  - ...

Même problème que pour les constructeurs, on évite de trop utiliser la surcharge en pratique

Méthodes statiques

Méthode statique pour créer des objets

On rappelle qu'une méthode statique est une méthode que l'on appelle sur la classe indépendamment d'une instance

```
public class Car {
  private Car(...) {  // on empêche de créer une instance
    ...               // sans passer par loadCarFromFile
  }
  public static Car loadCarFromFile(Path path) {
    // lit le fichier et crée une instance
    return new Car(...);
  }
}
...
var car = Car.loadCarFromFile(...);
```

Cela permet d'exécuter du code avant d'appeler le constructeur.

Module, Package et import

Package

Une librarie Java (appelé un module) est composée de plusieurs packages.

La librarie par défaut du langage Java est appelée `java.base` et contient les packages :

Pour le JDK (la librairie par défaut de Java)

- java.lang : classes de base du langage
- java.util : classes utilitaires, structures de données
- java.util.regex : expression régulière (cf cours 2)
- java.io : pour faire des entrées/sorties
- java.nio.file : entrées/sorties sur les fichiers
- etc.

La directive import en Java

On peut faire une importation de tous les packages d'un module avec `import module` (JEP 476).

En début de fichier, on écrit :

```
import module java.base;  // ne pas oublier le ';'
```

`import` n'importe pas de fichier au sens de Python/C mais dit que l'on peut utiliser ArrayList à la place de java.util.ArrayList dans le code. Le mot-clef devrait s'appeler "alias" pas "import".

Le `import module java.base` est fait automatiquement sur une classe non-nommée.

La directive import en Java

Ou bien, on spécifie des classes/records appartenant à des packages que l'on veut utiliser

```
import java.util.ArrayList;
```

Exemple

```
public class Hello {
  public static void main(String[] args) {
    var x = 3;
  }
}
```

- Le vrai nom de `String` est `java.lang.String` mais le compilateur importe automatiquement les classes du package `java.lang`.

Exemple

```
import module java.base;
public class Hello {
  public static void main(String[] args) {
    var list = new ArrayList();
  }
}
```

- Le vrai nom de `ArrayList` est `java.util.ArrayList` et le package `java.util` est importé car il est dans `java.base`.

Le code ci-dessus est équivalent au code sans import

```
public class Hello {
  public static void main(String[] args) {
    var list = new java.util.ArrayList();
  }
}
```

toString(), equals() et hashCode()

`toString()`

Méthode appelée automatiquement par la méthode `IO.println` ou par un `PrintStream` (comme `System.out` ou `System.err`) pour transformer un objet en String en vue de l'afficher

```
var object = ...
IO.println(object); // appel object.toString()
System.out.println(object); // appel object.toString()
```

toString() et record

Rappel : dans un record, toString() est déjà implementé et si on veut son propre affichage, il faut redéfinir/remplacer la méthode toString()

```
public record Author(String name, int books) {
  @Override
  public String toString() { // remplace le toString() existant
    return name + " " + books;
  }
}
```

L'annotation @Override demande au compilateur de vérifier que la méthode que l'on veut remplacer existe bien

toString() et classe

Dans une classe, toString() donne un affichage par défaut qui en général ne convient pas. Il faut redéfinir/remplacer la méthode toString()

```
public class Author  {
  private final String name;
  private final int books;
    ....
  @Override
  public String toString() { // remplace le toString() existant
    return name + " " + books;
  }
}
void main(String[] args) {
  var author = new Author("JRR Tolkien", 13);
  println(author);  // JRR Tolkien 13
  // sans redéfinition on aurait obtenu Author@702657cc
}
```

`equals()`, `hashCode()` et record

JDK possède déjà des structures de données, liste, table de hachage, etc. Celles-ci demandent que `equals()` et `hashCode()` soient implantées sur les éléments.

Un record implante automatiquement `equals()` et `hashCode()`

```
public record Author(String name, int books) {...}
...
var list = List.of(new Author("JRR Tolkien", 13));
list.contains(new Author("JRR Tolkien", 13))  // true
```

equals(), hashCode() et classe

Contrairement à un record, une classe n'implémente pas equals/hashCode correctement (il faut implémenter les deux ! !)

```
public class Author {
  private final String name;
  private final int books;
  public Author() { ... }  // obvious code
}
...
var list = List.of(new Author("JRR Tolkien", 13));
list.contains(new Author("JRR Tolkien", 13))  // false
```

Implanter `equals(Object)`

Remplacer boolean `equals(Object)`

- Il faut que la méthode que l'on définit ait la même signature (même visibilité, mêmes paramètres, même type de retour)

```
public class Author {
  private final String author;
  private final int books;
  ...
  @Override
  public boolean equals(Object o) {
    // Attention : ne prend pas un Author en paramètre
    // vérifier que 'o' est bien un Author et
    // tester les champs avec == (primitif)
    // ou equals (objet)
  }
  @Override
  public int hashCode() { ...
  }
}
```

Écrire `equals(Object)`

L'opérateur instanceof permet de tester à l'exécution si l'Object pris en paramètre est bien un Author

```
public class Author {
  private final String name;
  private final int books;
  ...
  @Override
  public boolean equals(Object o) {
    return o instanceof Author author
      && books == author.books
      && name.equals(author.name);
      // On teste le primitif d'abord car == est plus rapide
      // que equals() et && est paresseux
  }
  @Override
  public int hashCode() {  ...
  }
}
```

Implanter `hashCode()` (le contrat objet)

Si deux objets sont égaux au sens de equals()

- `o1.equals(o2) == true`

alors ils doivent avoir la même valeur de hashCode()

- `o1.hashCode() == o2.hashCode()`

```
public class Author {
  private final String author;
  private final int books;
  ...
  @Override
  public boolean equals(Object o) {
    ...
  }
  @Override
  public int hashCode() {
    ...
  }
}
```

Écrire `hashCode()`

Il y a deux façons de combiner des hashCodes

- Si on a deux valeurs, on utilise ^ (le "ou exclusif") entre les deux hashCode
- Si on a plus de deux valeurs, on utilise `java.util.Objects.hash()`

```
public class Author {
  private final String name;
  private final int books;
  ...
  @Override
  public int hashCode() {
    return name.hashCode() ^ Integer.hashCode(books);
    // return Objects.hash(name, books);
    // marche aussi mais plus lent
  }
}
```

Et si on n'implante pas equals correctement

Si on écrit `equals(Author)` au lieu de `equals(Object)` et on oublie le `@Override`

```
public class Author {
  private final String name;
  private final int books;
  ...
  public boolean equals(Author author) { ...
  }
}
```

Le code compile (ahh) mais ne marche pas correctement.

- Pour Java, il y a deux méthodes equals : `equals(Object)` qui est toujours là et `equals(Author)`. Donc il y a surcharge et pas redéfinition.
  - `equals(Author)` ne sera jamais appelé car le code de java.util appelle `equals(Object)`.
  - Toujours mettre `@Override` qui vérifie que l'on remplace bien la méthode.

En mettant tout ensemble

Si on veut qu'une classe puisse être utilisée dans les structures de données prédéfinies de Java, il faut écrire equals et hashCode (les deux ! !)

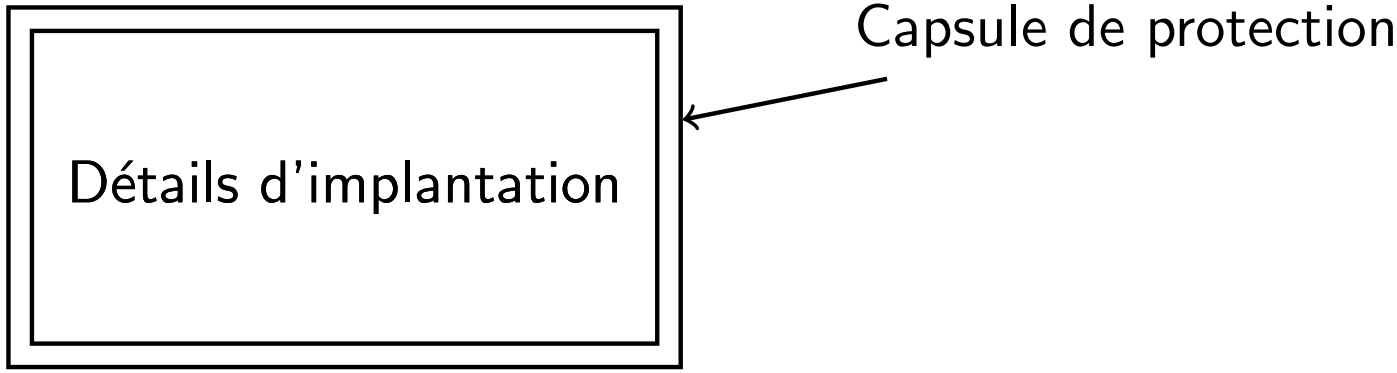
```
public class Car {
  private final String color;
  private final int seats;
  private final boolean fancy;
  ... // obvious constructor
  @Override
  public boolean equals(Object o) {
    return o instanceof Car car && fancy == car.fancy
      && seats == car.seats && color.equals(car.color);
  }
  @Override
  public int hashCode() {
    return Objects.hash(color, seats, fancy);
  }
}
```

Encapsulation

Encapsulation

L'encapsulation, c'est le fait de cacher les détails d'implantation pour faciliter la maintenance du code.

- Les utilisateurs de la classe voient l'API qui ne bouge pas
- Les mainteneurs de la classe changent l'implantation tout en restant compatible avec l'API



Classe vs record

Un record ne permet pas l'encapsulation car les composants d'un record sont visibles par tous.

Contrairement à un record, une classe permet de séparer l'API et l'implantation

- record == classe − encapsulation

Exemple

```
public record Point(int x, int y) { }

ou

public class Point {
  private final int x;
  private final int y;
  public Point(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  public int x() { return x; }
  public int y() { return y; }
  // + toString, equals et hashCode
}
```

Exemple

On veut avoir des coordonnées avec des flottants. Mais on ne veut pas changer tous les codes qui utilisent l'API.

```
Point point = ...
int x = point.x();
int y = point.y();
doSomething(x, y);
```

La mauvaise façon

```
public record Point(double x, double y) { }
            // l'API n'est pas compatible
ou

public class Point {
  private final double x;
  private final double y;
  public Point(double x, double y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  public double x() { return x; }
  public double y() { return y; }
  // + toString, equals et hashCode
}
```

La mauvaise façon

Le code ci-dessous ne compile plus, ahhhhh !

```
Point point = ...
int x = point.x();
int y = point.y();
doSomething(x, y);
```

La bonne façon

```
// public record Point(double x, double y) { }
public class Point {
  private final double x;
  private final double y;
  private Point(double x, double y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  public Point(int x, int y) {
                      // on garde la même API publique
    this((double) x, (double) y);
  }
  public int x() { return (int) x; }
                      // on garde la même API publique
  public int y() { return (int) y; }
                      // on garde la même API publique
  // + toString, equals et hashCode
}
```

La bonne façon

Le code ci-dessous marche maintenant, yeah !

```
Point point = ...
int x = point.x();
int y = point.y();
doSomething(x, y);
```

API ?

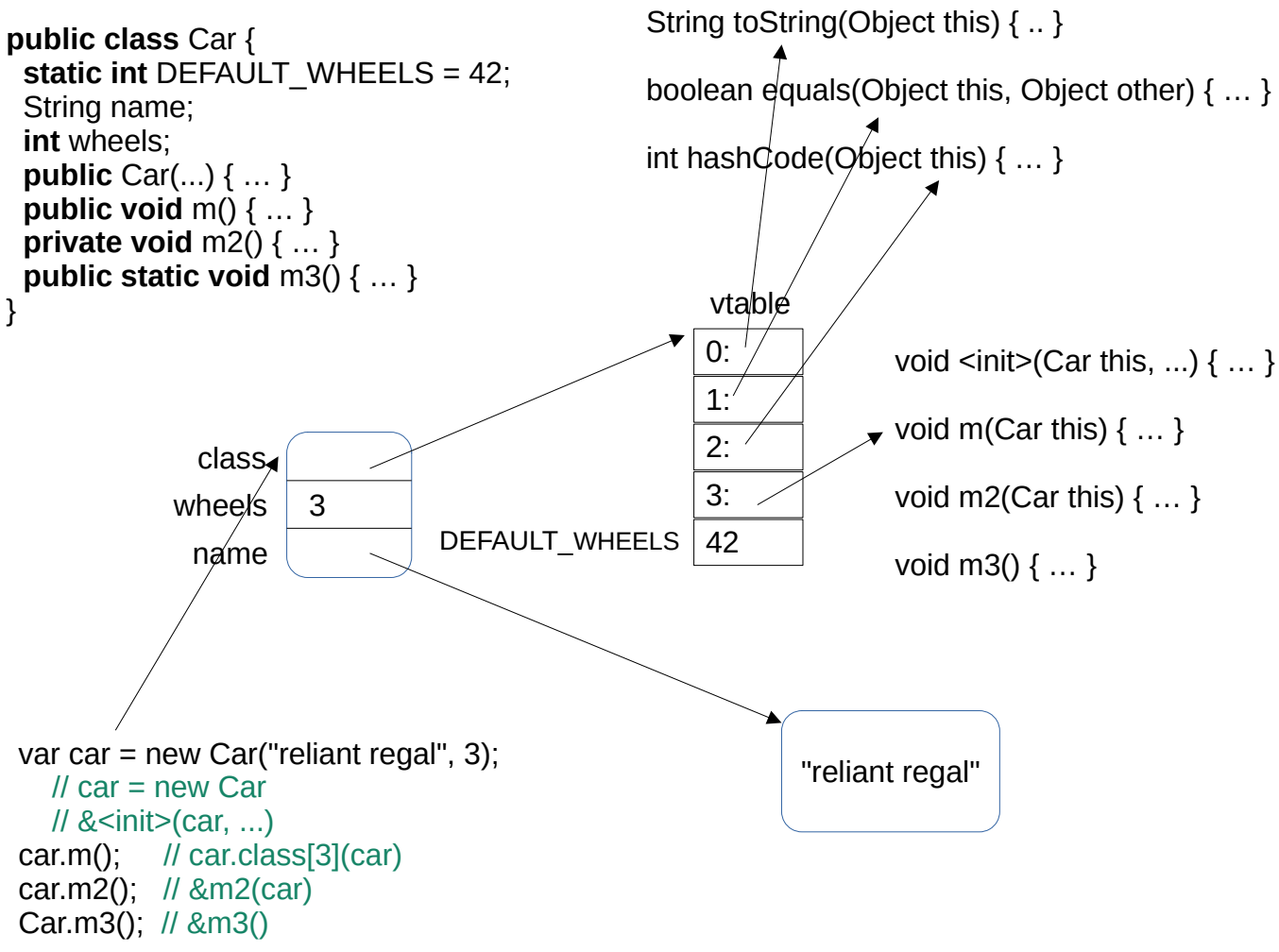
Application Programming Interface

- Point de contact entre deux parties d'un programme
- Ensemble des méthodes d'utilisation d'une classe
  - permet de cacher les détails d'implantation

En Java, l'API est l'ensemble des "membres" public d'une classe publique

- constructeurs et méthodes publics
- les champs ne sont jamais publics (pas maintenable)

En résumé, en mémoire ?


public class Car {
static int DEFAULT_WHEELS = 42;
String name;
int wheels;
public Car(...) { … }
public void m() { … }
private void m2() { … }
public static void m3() { … }
}
String toString(Object this) { .. }
boolean equals(Object this, Object other) { … }
int hashCode(Object this) { … }
vtable
0:
1:
2:
3:
DEFAULT_WHEELS
42
void <init>(Car this, ...) { … }
void m(Car this) { … }
void m2(Car this) { … }
void m3() { … }
class
wheels
3
name
"reliant regal"
var car = new Car("reliant regal", 3);
// car = new Car
// &<init>(car, ...)
car.m(); // car.class[3](car)
car.m2(); // &m2(car)
Car.m3(); // &m3()

Résumé

Une classe définit des champs (cases mémoire), un constructeur (point d'entrée d'initialisation) et des méthodes (fonctions liées à la classe)

Une classe

- Utilise l'encapsulation (privé/public)
- Doit être écrite non mutable par défaut (champs final et private)
- Vérifie les préconditions dans les constructeurs publics et les méthodes publiques
- Ne modifie pas la signature des membres public d'une version à l'autre

Résumé

Un record définit des champs (cases mémoire), un constructeur (point d'entrée d'initialisation) et des méthodes (fonctions liées au record)

Un record

- Ne permet pas l'encapsulation
- A ses champs tous privés et final mais il y a des accesseurs publics à ces champs
- A un constructeur canonique déjà défini mais qui ne vérifie pas les pré-conditions. Il faut écrire un constructeur compact pour vérifier les pré-conditions.
- A des méthodes `equals`, `hashCode`, `toString` déjà définies avec un bon comportement.

Résumé : classes ou records, que choisir ?

- Si l'encapsulation n'est pas nécessaire, on prend un record. Par exemple pour définir un type qui a des champs non mutables (`Point`, `Car`, ...)
- Si un des champs est mutable, par exemple une liste modifiable (`Garage`, ...), on prend une classe. Attention, même si un champ liste est défini `private final`, l'accès à la liste permet d'ajouter des éléments dedans (voir cours suivants).