# Interface

Rémi Forax

# Le problème

Supposons que l’on a plusieurs sortes de vehicule

```
public record Car(int seats) {}
public record Bus(long weight) {}
```

Et que l’on veut les afficher

```
var list = List.of(new Car(3), new Bus(5_000));
for(var vehicle: list) {
  System.out.println(vehicle.toString());
}
```

# Pourquoi ce code marche ?

La liste est typée List<Object>

- Car est un Object
- Bus est un Object
- et Object possède une méthode toString()

```
List<Object> list = List.of(new Car(3), new Bus(5_000));
for(Object vehicle: list) {
  System.out.println(vehicle.toString());   // Object.toString()
}
```

# Et si il y a une méthode commune ?

Ajoutons une façon de calculer les taxes différentes

```
public record Car(int seats) {
  public long computeTax() { return seats * 50; }
}

public record Bus(long weight) {
  public long computeTax() { return weight * 2; }
}
```

Et on veut faire la somme des taxes

```
var list = List.of(new Car(3), new Bus(5_000));

var tax = 0L;
for(var vehicle: list) {
  tax = tax + vehicle.computeTax();  // ne compile pas ! Problème de typage
}                                    // il n'y a pas de méthode Object.computeTax()
System.out.println(tax);             // il nous faut un type équivalent à "Car | Bus"
                                     // qui possède une méthode long computeTax()
```

# Interface

Une interface permet de décrire un **super-type** commun à plusieurs classes. Les classes Car et Bus sont **sous-types** de Vehicle.

```
public interface Vehicle {}
public record Car(int seats) implements Vehicle {
  public long computeTax() { return seats * 50; }
}
public record Bus(long weight) implements Vehicle {
  public long computeTax() { return weight * 2; }
}
```

“implements” indique que l’on est “une sorte de”

# Mais pas suffisant ...

Le code ne marche toujours pas

```
List<Vehicle> list = List.of(new Car(3), new Bus(5_000));

var tax = 0L;
for(Vehicle vehicle: list) {
  tax = tax + vehicle.computeTax();   // ne compile pas !
                                      // pas de méthode
}                                     // Vehicle.computeTax()
System.out.println(tax);
```

Il faut aussi déclarer une méthode computeTax() dans l'interface Vehicle !

# Méthode abstraite

Une méthode abstraite

- est une méthode sans code
- force une classe qui implémente l'interface contenant une méthode abstraite à fournir un code pour cette méthode

On ajoute une méthode abstraite computeTax() à Vehicle

```
public interface Vehicle {
  public abstract long computeTax();
}
```

On demande à ce que la méthode abstraite soit implantée

# Interface + méthode abstraite

dans une interface les méthodes sont **public abstract** par défaut

On obtient le code suivant

```
public interface Vehicle {
  public abstract long computeTax();
}

public record Car(int seats) implements Vehicle {
  @Override
  public long computeTax() { return seats * 50; }
}

public record Bus(long weight) implements Vehicle {
  @Override
  public long computeTax() { return weight * 2; }
}
```

@Override marche aussi avec l'implantation de méthode abstraite, l'annotation n'est pas obligatoire mais elle rend le code plus lisible

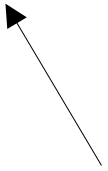
# Et ça marche !

Avec l'interface et la méthode abstraite

```
public interface Vehicle {
  long computeTax();
}

public record Car(int seats) implements Vehicle { … }

public record Bus(long weight) implements Vehicle { … }
```

le code compile ET marche

```
List<Vehicle> list = List.of(new Car(3), new Bus(5_000));

var tax = 0L;
for(Vehicle vehicle: list) {
  tax = tax + vehicle.computeTax();   // appelle Vehicle.computeTax()
}
System.out.println(tax);
```



Il y a de la magie ici, car la méthode Vehicle.computeTax() n'a pas de code !!

# *Dynamic dispatch / Late binding*

Lorsque l’on appelle une méthode sur un type

- A l’exécution, la machine virtuelle regarde la classe de l’objet sur lequel la méthode est appelée et appelle la méthode de cette classe

A la compilation

- L’appel vehicle.computeTax() est typé Vehicle::computeTax()

A l’exécution

- Si la variable vehicle contient
  - un objet de la classe Car, Car::computeTax() est appelée
  - un objet de la classe Bus, Bus::computeTax() est appelée

# Pourquoi c’est intéressant ?

Le code qui utilise l’interface est un code générique

```
long sumAllTaxes(List<Vehicle> vehicles) {
  var tax = 0L;
  for(var vehicle: vehicles) {
    tax = tax + vehicle.computeTax();
  }
  return tax;
}
```

Et en même temps, spécialisé, car la “bonne” méthode computeTax() est appelée

# … mieux encore

Le code est extensible, on peut ajouter des nouveaux sous-types sans changer le code de sumAllTaxes()

```
public record SpaceShuttle(int passengers) implements Vehicle {
  @Override
  public long computeTax() {
     return passengers * 5_000_000;
  }
}
…
List<Vehicle> vehicles = List.of(new Car(5), new SpaceShuttle(7));
System.out.println(sumAllTaxes(vehicle));
```

# En résumé

Une **interface** permet de créer un super-type commun

- Un sous-type doit déclarer qu'il implémente l'interface avec le mot clé **implements**

Une methode **abstraite** "foo" dans une interface force à avoir une méthode commune à tous les sous-types

La notation o.foo() appelle la méthode de la **classe** de la référence "o" à l'exécution automagiquement (**dynamic dispatch**)

Cela permet d'écrire des méthodes génériques, spécialisées et extensibles

# Polymorphisme par sous-typage
# (un poil de théorie)

# Polymorphisme

C’est la responsabilité de l’objet de sélectionner le code à exécuter

- Si l’on veut afficher un objet, on demande à l’objet de s’afficher

C’est pour cela que la notation ‘.’ (dot) a été inventée

- Au lieu de f(o) on écrit o.f() car on demande à l’objet de sélectionner le code à exécuter

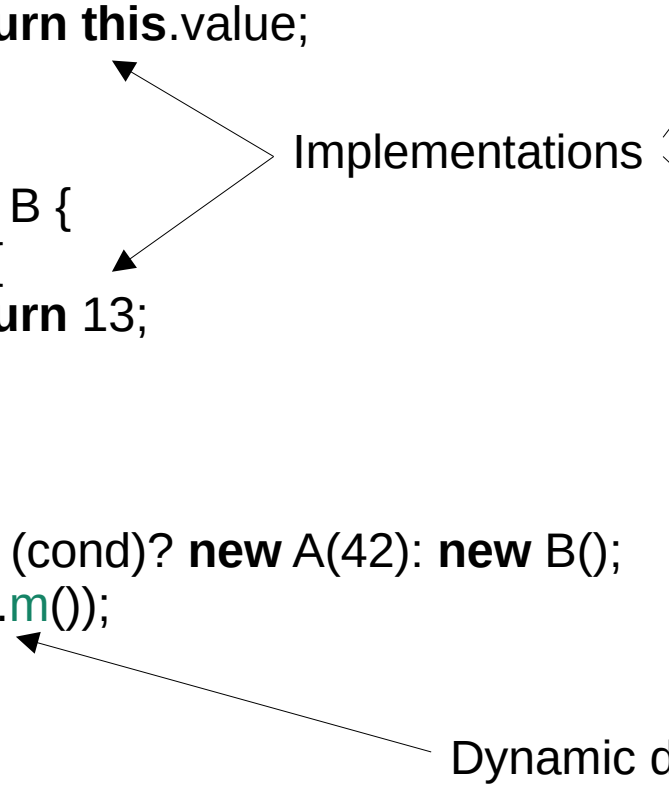
# Langages Typés dynamiquement

JavaScript

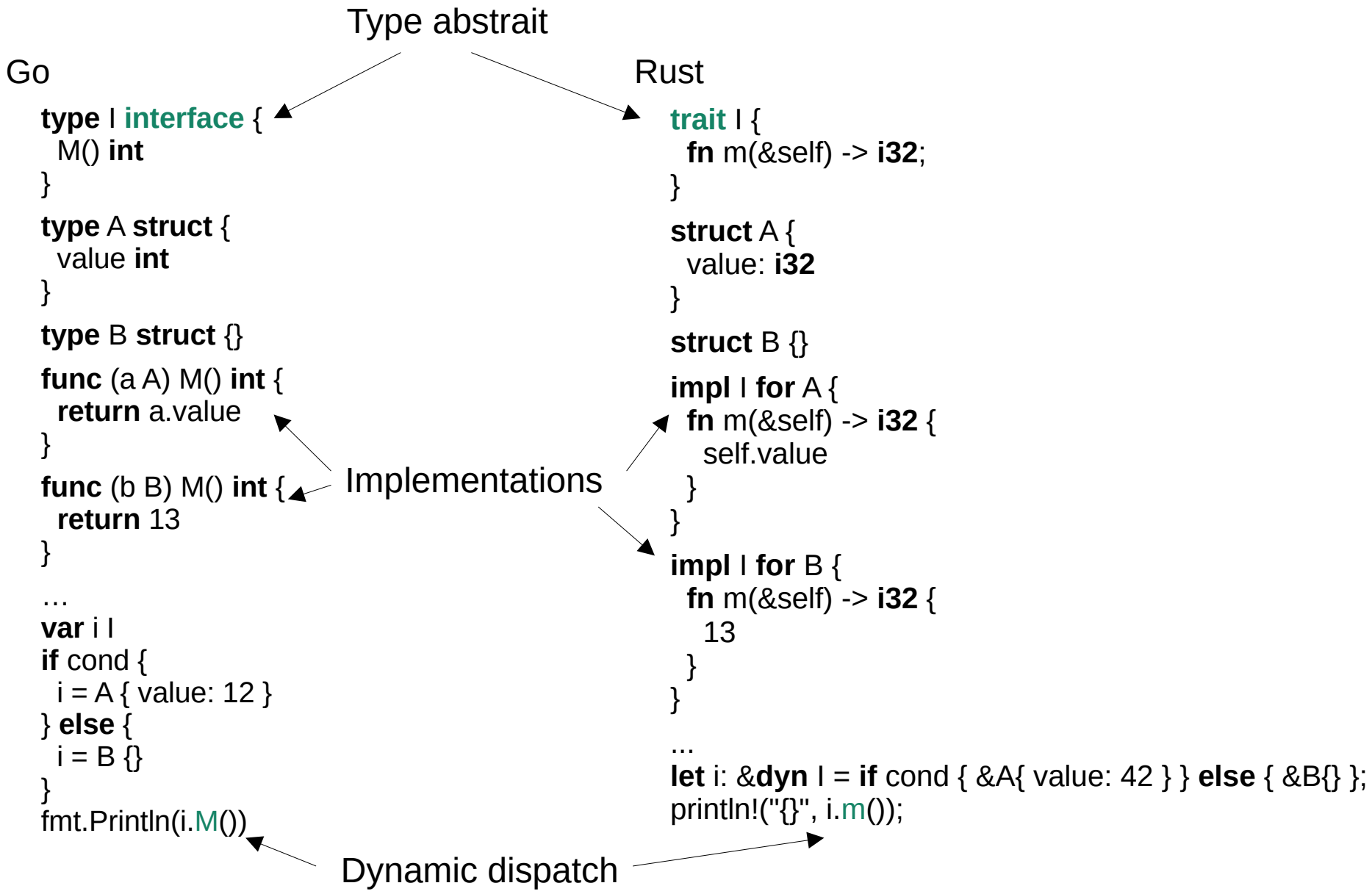
```
class A {
  constructor(value) {
    this.value = value;
  }
  m() {
    return this.value;
  }
}
class B {
  m() {
    return 13;
  }
}
…
let i = (cond)? new A(42): new B();
print(i.m());
```

Python

```
class A:
  def __init__(self, value):
    self.value = value
  def m(self):
    return self.value

class B:
  def m(self):
    return 13

…
i = new A(42) if (cond) else new B()
print(i.m())
```



# Langages Typés statiquement



# Sous-typage

Dans les langages statiquement typés, pour pouvoir faire le polymorphisme, on a besoin

- d'un type abstrait déclarant les méthodes abstraites
- du fait de voir un type plus spécifique (sous-type) comme un type moins spécifique (super type)

Le fait de pouvoir assigner/passer en paramètre un type plus spécifique est appelé sous-typage

```
I i = new A(42);
I i = new B();
```

# Principe de Substitution de Liskov

Barbara Liskov 1988:

> “Let ϕ(x) be a property provable about objects x of type T. Then ϕ(y) should be true for objects y of type S where S is a subtype of T.”

Avec ϕ = méthode appelable

> Si on peut appeler une méthode m sur T, alors on peut appeler m sur S si S est un sous-type T

# Interface & principe de Liskov

En Java, pour qu'une classe "implements" une interface, on doit fournir un code pour toutes les méthodes abstraites

- Donc toutes les méthodes que l'on appelle sur l'interface sont appelables sur la classe
  - La classe est un sous-type de l'interface
  - On peut utiliser la classe A à tous les endroits où l'on attend l'interface I

  A l'exécution, on utilisera le *dynamic dispatch* pour qu'un appel i.m() appelle le code de m dans la classe A

# En terme de *design*

Lorsque l’on écrit une librairie/application, on raisonne souvent dans l’autre sens

- Créer une interface et essayer de tous rentrer dedans ne marche pas comme approche

On regarde les endroits où l’on va gérer des objets différents de la même façon

- Pour cet endroit, on va créer une interface que l’on passe en paramètre
  - Le code qui utilise l’interface est plus important que l’interface en elle même

# Sous-typage multiple

# Implanter plusieurs interfaces

Une classe peut implanter plusieurs interfaces,
cela permet d'utiliser une même classe dans plusieurs contextes

```
public interface Displayable {
  void display(Screen screen);
}

public interface Collidable {
  boolean collideWith(Collidable c);
}

public class Spaceship
    implements Displayable,  Collidable {
  ...
}
```

# Sous-typage multiple

Une même instance peut alors être vue comme une instance d'une interface ou une instance de l'autre interface

```
public class Game {
  private final ArrayList<Displayable> displayables;
  private final ArrayList<Collidable> collidables;
  ...
  public void add(SpaceShip spaceShip) {
    Objects.requireNonNull(spaceShip);
    displayables.add(spaceShip);
    collidables.add(spaceShip);
  }
}
```

# Type scellé (sealed)

# Interface Open / Close

Du point de vue d'une librairie, on a deux sortes d'interfaces

- Les interfaces ouvertes où l'utilisateur de la librairie va fournir une implantation
  - Une interface qui réagit au clic de souris
- Les interfaces fermées où l'on connait toutes les implantations
  - On peut payer par chèque, espèces ou carte bleue

par défaut les interfaces sont ouvertes mais on peut les fermer

# Interface scellée

Le mot clé **sealed** indique que l'on connait tous les sous-types d'une interface et **permits** liste les sous-types

- **public sealed interface** Download
  **permits** UriDownload, FileDownload {}
- **public record** UriDownload(URI uri)
  **implements** Download {}
- **public final class** FileDownload(Path path)
  **implements** Download {}

Dans le cas où le sous type est une classe, il faut qu'elle soit marquée **final**, on verra plus tard pourquoi
(les records sont **final** par défaut)

# Switch sur les types

Une future version de Java (déjà en preview) ajoute un switch sur des objets

```
Download dowload = ...
switch(download) {
  case UriDownload d -> ...
  case FileDowload d -> ...
}
```

Il n’y a pas besoin de **default** car tous les cas sont couverts

# Sum Type et Product Type

Dans les langages fonctionnels comme Caml ou F#, on a deux sortes de types

- Les types produit: P = A x B x C
- Les types somme: S = A | B | C

En Java,

- Un record est un type produit
- Une interface scellée est un type somme

# Membre d’une interface

# Membre d’une interface

Une interface, comme une classe ou un record, peut contenir des membres

- membres sont **public** par défaut et peuvent être déclarés **private** (mais pas d’autre visibilité)

Elle contient

- des champs, mais toujours **static**
- des méthodes d’instance, **abstract** par défaut
  - méthodes **abstract** : doivent être implantées
  - méthodes **default** (par défaut) : peuvent être remplacées
  - méthodes **private**
- des méthodes **static**

# Méthode par défaut

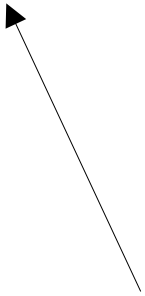
Dans une interface, une méthode par défaut (**default**) est une méthode d'instance pas abstraite qui est utilisée si une sous-classe ne déclare pas la méthode

```
public interface Investment {
  default boolean gambling() { return true; }
}
public record House() implements Investment {
  @Override
  public boolean gambling() { return false; }  // remplace la méthode
}
public record BitCoin() implements Investment {
  // pas de méthode gambling, donc celle de Investment est utilisée
}
```

# main() dans une interface

Comme une interface peut avoir des méthodes **static**, elle peut déclarer un main()

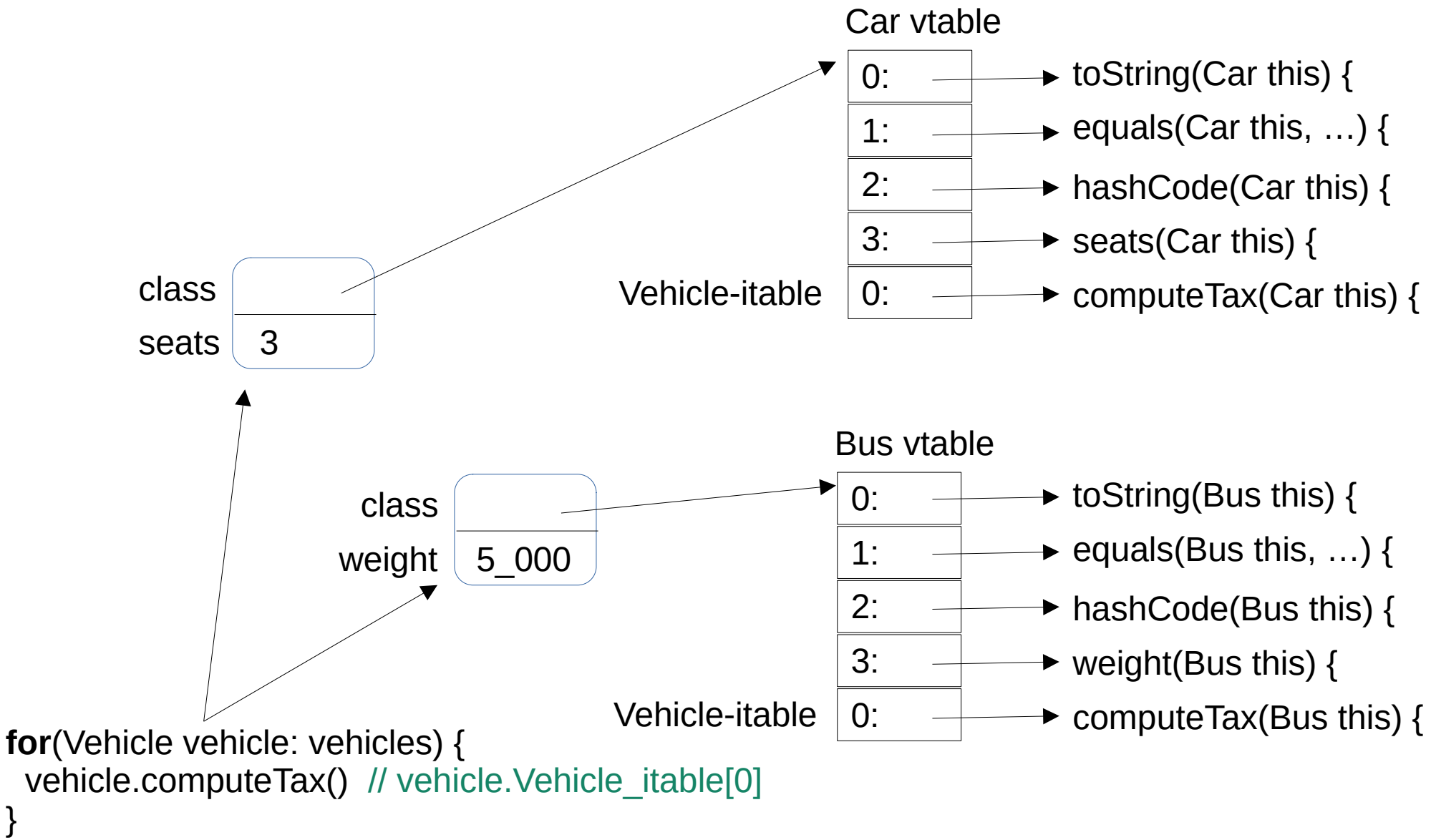
```
public interface HelloMain {
  static void main(String[] args) {
    System.out.println("hello from an interface");
  }
}
```



Pas nécessaire de déclarer main() public,
les membres d'une interface sont public par défaut

# Comment ça marche en mémoire

```
public interface Vehicle { long computeTax(); }
public record Car(int seats) implements Vehicle { long computeTax(Car this) { … } }
public record Bus(long weight) implement Vehicle { long computeTax(Bus this) { … } }
```




```
for(Vehicle vehicle: vehicles) {
  vehicle.computeTax()  // vehicle.Vehicle_itable[0]
}
```

# En résumé

# En résumé

Une **interface** est un type abstrait qui permet de considérer plusieurs classes de la même façon

- Une interface définit des méthodes abstraites qui doivent être implémentées par les sous-classes
- Une sous-classe indique qu'elle implante l'interface avec le mot-clé **implements**
  - Implémenter une interface implique le sous-typage, le fait de pouvoir utiliser une sous-classe à tous les endroits où l'on demande l'interface

Lorsqu'on appelle une méthode abstraite sur une interface, à l'exécution le *dynamic dispatch* regarde quelle est la classe de l'objet pour appeler la bonne méthode