



Programmation orientée objet en
Java

Types de données, classes, objets et constructeurs

Dominique Blouin

Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris

dominique.blouin@telecom-paris.fr





Objectifs d'apprentissage

- **Types scalaires et leurs opérateurs.**
- **Classes, objets et constructeurs.**
- **Types références.**
- **Variables de classes et d'instance**
- **A propos de Java...**

Les types de base (scalaires) en Java

- **Variable** : zone de mémoire nommée.
- Toute variable ou donnée manipulée par le langage Java possède un **type**.
 - Comme en langage C.
- Lorsqu'une variable est déclarée, le programmeur déclare son type.
 - La variable ne pourra contenir que des valeurs de ce type.
- Java est un langage **fortement typé**.
 - A l'opposé de Python ou de Javascript par exemple.

Le type **int**

- Un attribut ou une variable nommée **var** de type **int** se déclare ainsi :
int var;
- Un attribut de type **int** est initialisé par défaut avec la valeur **0**.
- Une variable de type **int** peut être explicitement initialisée avec l'opérateur d'affectation :
int var = 0;
- C'est une très bonne pratique d'écrire **explicitement** l'initialisation.
- Les valeurs entières sont représentées en entiers signés de 32 bits et donc comprises entre -2147483648 et 2147483647.

Autres types de base

Type	Signification	Valeurs possibles
char	Caractère	Jeu de caractères Unicode notés ' a ', ' b ',...
byte	Entier très court	
short	Entier court	-32768 à 32767
int	Entier	-2 147 483 648 à 2 147 483 647
long	Entier long	-9223372036854775808 à 9223372036854775807
float	Flottant (réel)	$1.4 \cdot 10^{-45}$ à $3.4 \cdot 10^{38}$
double	Flottant double	$4.9 \cdot 10^{-324}$ à $1.7 \cdot 10^{308}$
boolean	Booléen	true ou false

■ Initialisation par défaut des variables :

- Les variables dont le type est numérique sont initialisées avec la valeur **0**.
- Les variables de type **boolean** sont initialisées avec **false**.

Opérateurs arithmétiques

- Java connaît les principales opérations arithmétiques qui permettent de construire des expressions :

```
int xVar = 20;  
int yVar = xVar * xVar; // Multiplication  
int zVar = xVar + yVar; // Addition  
xVar = zVar / xVar; // Division
```

```
yVar = zVar % xVar; // Modulo (rest of the division)
```

```
int uVar = (zVar * (xVar + yVar)) - xVar; // Parentheses
```

- Les opérateurs arithmétiques fonctionnent également avec les **float** et les **double** (à l'exception de %).

Opérateurs de comparaison

- Les opérateurs de comparaisons permettent de comparer les nombres. Ils renvoient une valeur de type **boolean**.

- Exemples :

```
boolean myBool0 = (xVar <= yVar);  
boolean myBool1 = (xVar < yVar);  
boolean myBool2 = (xVar == yVar); // Equality  
test  
boolean myBoolB3 = (xVar != yVar);  
boolean myBoolB4 = (xVar > yVar);  
boolean myBool5 = (xVar >= yVar);
```

Opérateurs logiques

- Les opérateurs logiques agissent sur les booléens.

- Exemples :

```
boolean myBool0 = (xVar < yVar) && (xVar > zVar); //
```

Logical and

```
boolean myBool1 = (xVar < yVar) || (xVar > zVar); //
```

Logical or

```
boolean myBool2 = ! myBool1 // Logical negation
```


Le type Classe

- Supposons que l'on écrive un programme traitant de concepts géométriques dans un plan. On créera alors une classe **Point** pour décrire un point d'un plan :

```
class Point {  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
}
```

- Un point est caractérisé par ses **deux coordonnées** dans le plan.
 - On déclare donc deux **attributs** dans la classe nommés **xCoord** et **yCoord**.
 - Ils sont de type **int**, ce qui signifie qu'ils peuvent prendre des valeurs entières (0, positives ou négatives).

Le type référence

- Si une classe est définie (par exemple la classe **Point** de notre exemple), il est possible de créer un **objet** de cette classe.
- Pour cela, il faut déclarer une **variable** pouvant contenir une **référence** sur un objet de la classe **Point**.
- Celle-ci se déclare ainsi :
Point myPoint;
- Une variable est une zone de mémoire nommée et typée :
 - Ici, le nom est **myPoint**.
 - Elle ne peut contenir que des valeurs d'un certain **type**.
 - Ce type est une **référence** sur un **objet** de la classe **Point**.
 - C'est le même principe que pour une variable de type **struct** en langage C.

Initialisation de variable de type référence

- Une variable de type référence doit être initialisée, possiblement avec une valeur très particulière qui s'écrit **null**.
- Cette variable ne référence alors aucun objet.
- Toute tentative d'envoyer un message en utilisant une variable de référence non valorisée (de valeur **null**) se traduira par une erreur à l'exécution et par l'arrêt du programme si cette erreur n'est pas gérée.
 - A voir plus tard lors du cours sur la **gestion des exceptions...**

Création d'un objet

- La variable nommée **myPoint** est une variable de type **référence** sur un **objet** de la classe **Point**.
- On peut alors créer un objet de la classe **Point** avec l'instruction **new** :
myPoint = new Point();
- Le symbole **=** est appelé **symbole d'affectation** :
 - La variable à **gauche** du symbole **reçoit** la valeur à **droite** du symbole.
 - Ici, la valeur est une **référence** sur un **objet** de la **classe Point** qui est créé par l'instruction **new**.
- Une erreur commune chez les débutants est de confondre le symbole d'affectation (**=**) des langages de programmation avec le symbole d'égalité (**=**) des mathématiques.
 - Dans les langages de programmation, le symbole d'égalité s'écrit **==**.

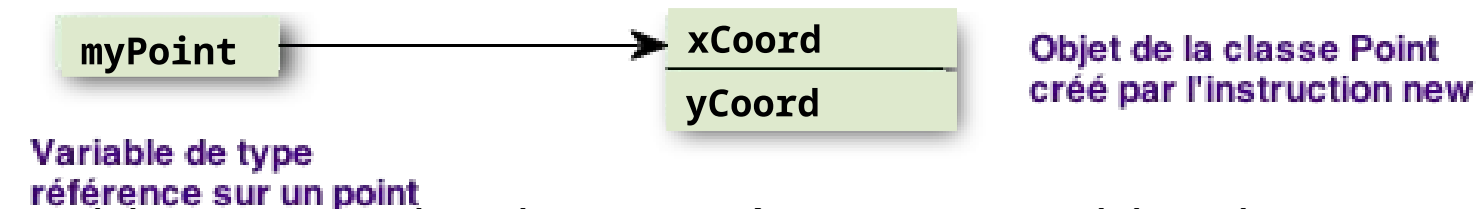
Création d'un objet

- On peut regrouper la déclaration de la variable et la création de l'objet :

```
Point myPoint = new Point();
```

- Dans les deux cas, le résultat est le même.

- Illustration de ce qui se passe en mémoire :

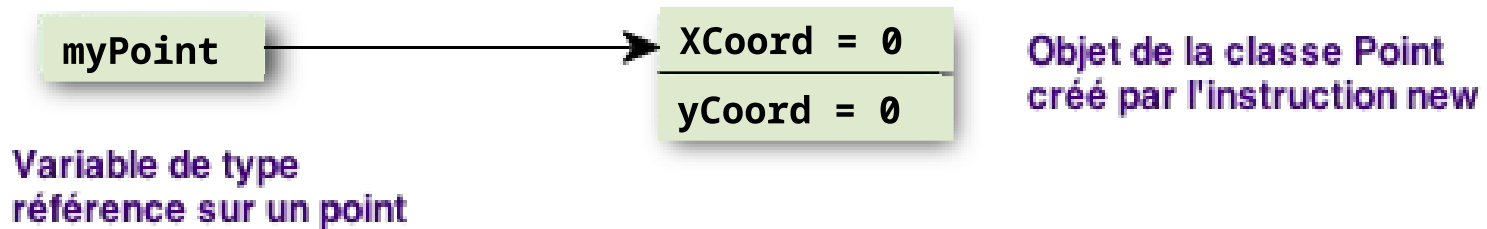


La référence est représentée par une **flèche** vers l'objet référencé.

On notera que **myPoint** ne contient pas le point mais une **référence** vers la **mémoire** qui stocke les données du point (ses coordonnées).

Initialisation des attributs d'un objet

- Quelles sont les valeurs des attributs **xCoord** et **yCoord** après la création de l'objet ?



- La spécification de Java nous apprend que les données (variables et attributs) de type **int** sont initialisées avec la valeur **0**.
- Attention, cela est vrai en Java mais pas pour tous les langages de programmation!
 - D'où l'importance d'initialiser les variables **explicitement**.

Les constructeurs

- Nous avons vu que Java initialise les attributs avec des valeurs par défaut.
 - Par exemple, un attribut de type **int** sera initialisé à **0**.
- Cependant, on peut vouloir initialiser les attributs avec des valeurs autres que les valeurs par défaut.
- Pour cela, il faut définir un **constructeur spécifique**.

Les constructeurs

- Un **constructeur** se présente comme une **méthode** (fonction dans une classe) qui a le **même nom** que la classe.
- Elle aura éventuellement des **paramètres** mais aucun type pour une valeur de retour.

- Exemple :

```
class Point {  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
  
    Point(int xCoordInit,  
          int yCoordInit) {  
        xCoord = xCoordInit;  
        yCoord = yCoordInit;  
    }  
}
```

- On peut alors créer un **Point** en utilisant le constructeur :
Point myPoint = new Point(23, 67);

Les constructeurs

- Il est possible de définir plusieurs constructeurs dans une classe.
- Cela permet de définir des initialisations différentes des attributs.
- Exemple de constructeur pour **coordonnées polaires** :

```
Point(double rho,  
      double theta) {  
    xCoord = (int)(rho * Math.cos(theta));  
    yCoord = (int)(rho * Math.sin(theta));  
}
```

```
Point myPoint = new Point(10.12, 1.34); // Angle in  
radians
```

Les constructeurs

- Une classe peut avoir autant de constructeurs que nécessaire.
 - Chaque constructeur propose une initialisation particulière.
- Chaque constructeur devra avoir des **paramètres différents** des autres constructeurs, soit en nombre, soit en types, ou les deux.
- Le constructeur utilisé lors de la création d'un objet est déterminé par les types des paramètres donnés à l'instruction **new**.
 - new Point(23, 67)** utilisera un constructeur ayant deux paramètres de type **int**
 - new Point(10.62, 1.67)** utilisera un constructeur ayant deux paramètres de type **double**.
- C'est pour cela que différents constructeurs doivent être déclarés avec des **paramètres différents**.
- Si un ou plusieurs constructeurs existent dans une classe, alors la création d'un objet devra obligatoirement utiliser l'un de ces constructeurs.
- Sinon un **constructeur par défaut** (n'ayant aucun paramètre) sera fourni automatiquement, bien que pas nécessairement visible dans le code.

Appel de constructeur et mot clé **this**

- Il est possible qu'un constructeur fasse appel à un autre constructeur.
- Cela se fait avec le mot clé **this** suivi des paramètres entre parenthèses.
- Ce mot clé **this** sert à spécifier que l'on parle d'un **élément de la classe** dans laquelle le code est écrit (i.e., le constructeur à appeler).

```
Point(double rho, double theta) {  
    this((int)(rho * Math.cos(theta)),  
        (int)(rho * Math.sin(theta)));  
}
```

- Cet appel de constructeur doit être la **première instruction** du constructeur appelant.
- Le mot clé **this** peut également être utilisé pour spécifier que l'on parle d'un **attribut** de la classe et ainsi éviter une **ambiguïté de nommage** avec les paramètres.

```
9 Point(int xCoord,  
10     int yCoord) {  
11     xCoord = xCoord;  
12     yCoord = yCoord;  
13 }  
14
```

```
Point(int xCoord,  
      int yCoord) {  
    this.xCoord = xCoord;  
    this.yCoord = yCoord;  
}
```

L'envoi de message entre les objets : les méthodes

- Pour qu'un objet puisse recevoir un message, il doit déclarer une **méthode** associée au type de message souhaité.
- L'en-tête d'une méthode est composé de:
 - Le mot clé de visibilité (à voir plus tard) .
 - Le type de la réponse, ou **void** s'il n'y a pas de réponse.
 - Le nom de la méthode.
 - La parenthèse ouvrante (.
 - La liste des paramètres avec leurs noms et leurs types.
 - La parenthèse fermante) .
- L'en-tête est aussi appelé **signature** de la méthode.

L'envoi de message entre les objets : les méthodes

- Exemple : afficher les coordonnées d'un point.

```
class Point {  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
  
    Point(int xCoord,  
          int yCoord) {  
        this.xCoord = xCoord;  
        this.yCoord = yCoord;  
    }  
  
    void writeCoordinates() {  
        System.out.print("x = ");  
        System.out.println(xCoord);  
        System.out.print("y = ");  
        System.out.println(yCoord);  
    }  
}
```

- Pour accéder à un attribut ou à une méthode d'un objet, on utilise le caractère « . ».

```
Point myPoint = new Point(10, 10);  
myPoint.writeCoordinates();
```

Autre solution

- Accéder directement aux attributs de la classe :

```
Point myPoint = new Point(10, 10);  
System.out.print("x = ");  
System.out.println(myPoint.xCoord);  
System.out.print("y = ");  
System.out.println(myPoint.yCoord);
```
- Quelle est la meilleure solution entre l'accès direct aux attributs et l'utilisation de la méthode **writeCoordinates()** ?

Délégation et non-intrusion

- Une bonne pratique de l'OO est d'éviter d'agir depuis l'extérieur sur l'état d'un objet (**non-intrusion**).
- Ainsi, on évitera autant que possible les opérations de lecture et d'écriture des attributs.
- On va donc demander à l'objet de type **Point** d'afficher ses coordonnées (principe de **délégation**).
- La meilleure manière :

```
Point myPoint = new Point(10, 10);  
myPoint.writeCoordinates();
```

Variables de classes et d'instance

- Chaque objet d'une classe possède ses propres valeurs d'attributs.
- Donc, les objets d'une même classe n'ont aucun lien entre eux, aucune valeur partagée, si ce n'est leur classe.
- Cependant, tout ce qui est déclaré dans la classe, les méthodes par exemple, est **partagé** par tous les objets de la classe.
- Il peut cependant arriver que les instances d'une même classe aient besoin d'une **valeur partagée**.

Exemple : compter le nombre total de points instanciés

```
class Point {  
    static int numberOfPoints = 0;  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
  
    Point(int xCoord,  
          int yCoord) {  
        this.xCoord = xCoord;  
        this.yCoord = yCoord;  
  
        numberOfPoints = numberOfPoints + 1;  
    }  
  
    void writeNumberOfPoints() {  
        System.out.print("Number of points = ");  
        System.out.println(numberOfPoints);  
    }  
}
```

Exemple : qu'est-ce qui sera affiché à la console?

```
Point point1 = new Point(0, 4);  
Point point2 = new Point(5, 9);  
Point point3 = new Point(9, 0);  
  
point1.writeNumberOfPoints();  
point2.writeNumberOfPoints();
```

Exemple : qu'est-ce qui sera affiché à la console?

```
Point point1 = new Point(0, 4);  
Point point2 = new Point(5, 9);  
Point point3 = new Point(9, 0);
```

```
point1.writeNumberOfPoints();  
point2.writeNumberOfPoints();
```

- L'attribut **numberOfPoints** est déclaré avec le mot clé **static**.
- C'est une variable de **classe** : sa valeur est **détenue par la classe**.
- Elle est partagée par **tous les objets (instances)** de la classe.
- Ainsi, la même valeur **3** du nombre de points sera affichée pour chaque instance **point1** et **point2**.
- Comme nous le verrons plus tard, dans la pratique, les variables de classe sont **peu utilisées**.

Méthode de classe

- Une méthode peut aussi être qualifiée avec le mot clé **static**.

```
class Point {  
    static int numberOfPoints = 0;  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
  
    Point(int xCoord,  
          int yCoord) {  
        this.xCoord = xCoord;  
        this.yCoord = yCoord;  
  
        numberOfPoints = numberOfPoints + 1;  
    }  
  
    static void writeNumberOfPoints() {  
        System.out.print("Number of points = ");  
        System.out.println(numberOfPoints);  
    }  
}
```

Appel d'une méthode de classe

```
Point point1 = new Point(0, 4);  
Point point2 = new Point(5, 9);  
Point point3 = new Point(9, 0);
```

```
point1.writeNumberOfPoints();  
Point.writeNumberOfPoints();
```

- Une méthode de classe est exécutée par la **classe**, et non pas par l'objet.
- En conséquence il n'est pas nécessaire de connaître une **instance particulière** pour appeler la méthode.
- Par ailleurs, une méthode de classe n'a accès qu'aux **variables de classe**.
- Si on accède à une variable d'instance dans une méthode de classe, il y aura une **erreur de compilation**.

Exécuter un programme Java

- Tout programme Java doit contenir au moins une classe qui aura une **méthode de classe** qui sera appelée au tout début du programme :

```
public static void main(String[] args) {  
    Point myPoint = new Point(10, 10);  
    myPoint.writeCoordinates();  
}
```

- **void main(String[] args)** : signature requise pour indiquer le point d'entrée du programme.
- **String[] args** : La classe **String** sera introduite au prochain cours...

Bonnes pratiques de nommage dans le code

- L'**anglais** est la langue de l'informatique. Utilisez donc l'anglais pour nommer vos programmes, écrire vos commentaires, etc.
- Utiliser des lettres autres que celles de l'alphabet anglais risque de créer des problèmes.
 - Eviter les lettres accentuées par exemple.
- Choisir des noms **représentatifs** (éviter les noms à quelques lettres) et les **capitaliser**.

```
class Point {  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
  
    Point(int xCoord,  
          int yCoord) {  
        this.xCoord = xCoord;  
        this.yCoord = yCoord;  
    }  
  
    void writeCoordinates() {  
        ...  
    }  
}
```

Autres règles de nommage

- Le nom d'une classe commence par une **majuscule**.
- Le nom des variables, attributs, et méthodes par une **minuscule**.

```
class Point {  
    int xCoord;  
    int yCoord;  
    ...  
    void writeCoordinates() {  
        ...  
    }  
}
```

- Cela permet d'identifier le type de ces éléments plus facilement lors de la lecture du code.

A propos de Java

- Java a été créé en 1991 par Sun Microsystems. L'objectif était la programmation de petits appareils comme des télécommandes.
- Java fut ensuite appliqué à la programmation d'applications dans les navigateurs Web : les applets.
- Java porte son nom à cause de la boisson préférée de ses concepteurs.
- Sun Microsystems a été racheté par Oracle.



A propos de Java

- Java est un langage de programmation généraliste utilisé par l'industrie dans une multitude de domaines.
- Le JDK (Java Development Kit) propose un très grand nombre de bibliothèques qui forment une boîte à outils pour le développement de logiciels.
 - Dans cet enseignement, nous apprendrons à utiliser cette boîte à outils.
- Des communautés de développeurs proposent sur le Web des solutions (un ensemble de classes) plus ou moins élaborées, génériques, éprouvées et documentées, permettant le développement d'applications en général à grande échelle.
 - Exemple : les fondations [Eclipse](#) et [Apache](#).
- C'est une des grandes forces de Java.

Portabilité de Java

- Une caractéristique importante de Java est sa **portabilité** :
 - Une même application peut s'exécuter sur différents ordinateurs, en faisant abstraction des spécificités du matériel et du système d'exploitation.
- Pour une architecture classique de compilateur, le compilateur produit, à partir du programme, un fichier d'octets, le fichier **exécutable**, qui est exécutable par l'UAL.
 - Ce fichier exécutable est **dépendant** du processeur et du système d'exploitation.
- Java est un langage portable car il est mis en œuvre par une **machine virtuelle**.

Portabilité de Java

- Cette **machine virtuelle** cache les détails du processeur et du système d'exploitation en leur substituant (ou en émulant) un **environnement d'exécution** qui est toujours le même sur tous les ordinateurs.
- Une machine virtuelle est un ordinateur qui n'existe pas. Ses caractéristiques (processeur, mémoire, système d'exploitation, entrées-sorties, etc.) sont définies par un document papier.
- Le compilateur de Java produit un fichier **exécutable par une machine virtuelle**.
- Une machine virtuelle Java s'appelle **JVM** (Java Virtual Machine).

Portabilité de Java

- Un fichier exécutable Java n'est pas exécuté directement par l'ordinateur.
- Un programme émulant la JVM exécute le fichier exécutable.
- Des programmes émulant la JVM existent pour tous les ordinateurs et tous les systèmes d'exploitation.
- Devise de SUN : **Compile once, run everywhere.**