

Java 8 : Expression Lambda

Achref El Mouelhi

Docteur de l'université d'Aix-Marseille
Chercheur en programmation par contrainte (IA)
Ingénieur en génie logiciel

`elmouelhi.achref@gmail.com`



Plan

- 1 Classe anonyme
- 2 Implémentation par défaut
- 3 Interface fonctionnelle
- 4 Expression Lambda
- 5 Interfaces fonctionnelles prédéfinies
 - `Function<T, R>`
 - `BiFunction<T1, T2, R>`
 - `BinaryOperator<T>`
 - `Consumer<T>`
 - `Predicate<T>`
 - `BiPredicate<T, R>`
 - `IntFunction<T>`
 - `ToIntFunction<T>`
 - `Supplier<T>`
 - Autres interfaces fonctionnelles prédéfinies
- 6 Références de méthodes

Classe anonyme ?

- Déclarée au moment de l'instanciation de sa classe mère, qui peut être
 - concrète
 - abstraite
 - interface
- Pouvant accéder aux attributs et méthodes de la classe englobante

Java

Dans un Java Project, commençons par créer la classe `Personne` suivante

```
package org.eclipse.model;

public class Personne {

    private String nom;
    private String prenom;
    private int age;

    public Personne(String nom, String prenom, int age) {
        this.nom = nom;
        this.prenom = prenom;
        this.age = age;
    }

    // + getters et setters + toString()
}
```

Considérons la classe abstraite suivante

```
package org.eclipse.model;  
  
public abstract class IMiseEnForme {  
    public abstract void afficherDetails();  
}
```

Créons une instance de la classe fille anonyme de `IMiseEnForme` dans `Personne`

```
public class Personne {  
  
    private String nom;  
    private String prenom;  
    private int age;  
  
    public IMiseEnForme iMiseEnForme = new IMiseEnForme() {  
  
        @Override  
        public void afficherDetails() {  
            // TODO Auto-generated method stub  
            System.out.println("nom = " + nom + ", prenom = " + prenom);  
        }  
    };  
  
    public Personne(String nom, String prenom, int age) {  
        this.nom = nom;  
        this.prenom = prenom;  
        this.age = age;  
    }  
  
    // + getters et setters  
}
```

Java

Avec le code suivant, avons nous réellement instancier une classe abstraite ?

```
public IMiseEnForme iMiseEnForme = new IMiseEnForme() {  
  
    @Override  
    public void afficherDetails() {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        System.out.println("nom = " + nom + ", prenom = " + prenom);  
    }  
  
};
```

Réponse : non

- iMiseEnForme : nom de l'instance de la classe fille anonyme dérivée de IMiseEnForme
- Une classe fille d'une classe abstraite doit implémenter ses méthodes abstraites : d'où la présence de l'annotation @Override sur la méthode afficherDetails()

Java

Pour tester et vérifier que `iMiseEnForme` est une instance de la classe fille anonyme dérivée de `IMiseEnForme`

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        System.out.println(personne.getClass());
        System.out.println(personne.getClass().getSuperclass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass().getSuperclass());
    }
}
```


Java

Pour tester et vérifier que `iMiseEnForme` est une instance de la classe fille anonyme dérivée de `IMiseEnForme`

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        System.out.println(personne.getClass());
        System.out.println(personne.getClass().getSuperclass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass().getSuperclass());
    }
}
```

Le résultat sera

```
nom = el mouelhi, prenom = achref
class org.eclipse.model.Personne
class java.lang.Object
class org.eclipse.model.Personne$1
class org.eclipse.model.IMiseEnForme
```

Remarques

À la compilation, deux fichiers d'extension `.class` seront générés

- Le premier : `Personne`
- Le deuxième : `Personne$1` pour la classe anonyme \Rightarrow 1 étant l'indice de cette classe anonyme (les classes anonymes seront numérotées dans l'ordre et la première aura l'indice 1)

© Achref EL

Remarques

À la compilation, deux fichiers d'extension `.class` seront générés

- Le premier : `Personne`
- Le deuxième : `Personne$1` pour la classe anonyme \Rightarrow 1 étant l'indice de cette classe anonyme (les classes anonymes seront numérotées dans l'ordre et la première aura l'indice 1)

Remarques générales

- Une classe anonyme n'a pas d'identificateur et ne peut donc être instanciée qu'une seule fois (d'où son nom).
- Une classe anonyme est implicitement considérée comme finale (et ne peut donc pas être abstraite)

Transformons la classe abstraite précédente en interface

```
public interface IMiseEnForme {  
    public abstract void afficherDetails();  
}
```

Java

Testons le `main` précédent

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        System.out.println(personne.getClass());
        System.out.println(personne.getClass().getSuperclass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass().getSuperclass());
    }
}
```

Java

Testons le `main` précédent

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        System.out.println(personne.getClass());
        System.out.println(personne.getClass().getSuperclass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass());
        System.out.println(personne.iMiseEnForme.getClass().getSuperclass());
    }
}
```

Le résultat sera

```
nom = el mouelhi, prenom = achref
class org.eclipse.model.Personne
class java.lang.Object
class org.eclipse.model.Personne$1
class java.lang.Object // car une interface n'est pas réellement une classe mère
```

Implémentation par défaut ?

- Jusqu'à **Java 7**, une interface ne peut contenir que des méthodes abstraites.
- Depuis **Java 8**, une interface peut proposer une implémentation par défaut pour ces méthodes.

Ajoutons une méthode avec une implémentation par défaut à notre interface

IMiseEnForme

```
package org.eclipse.model;

public interface IMiseEnForme {
    public void afficherDetails();

    default public void afficherNomComplet(String nom, String prenom) {
        System.out.println(nom + " " + prenom);
    }
}
```


Java

Pour tester

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        personne.iMiseEnForme.afficherNomComplet(personne.getNom(),
            personne.getPrenom());
    }
}
```

Java

Pour tester

```
package org.eclipse.test;

import org.eclipse.model.Personne;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
        personne.iMiseEnForme.afficherDetails();
        personne.iMiseEnForme.afficherNomComplet(personne.getNom(),
            personne.getPrenom());
    }
}
```

Le résultat sera

```
nom = el mouelhi, prenom = achref
el mouelhi achref
```

Interface fonctionnelle ?

- interface contenant une seule méthode abstraite
- pouvant contenir plusieurs méthodes avec une implémentation par défaut
- introduite dans **Java 8**
- utilisée souvent avec **Lambda expression**

Interface fonctionnelle, pourquoi ?

- code plus facile à lire, écrire et maintenir (une seule méthode abstraite par interface)
- supprimer le maximum de logique applicative d'un programme

Java

On peut ajouter une annotation Java 8 (`@FunctionalInterface`) pour vérifier si on a bien respecté la contrainte

```
package org.eclipse.model;

@FunctionalInterface
public interface IMiseEnForme {
    public void afficherDetails();

    default public void afficherNomComplet(String nom, String prenom) {
        System.out.println(nom + " " + prenom);
    }
}
```

En ajoutant une nouvelle méthode abstraite, une erreur (**Invalid '@FunctionalInterface' annotation ; IMiseEnForme is not a functional interface**) s'affiche

```
package org.eclipse.model;

@FunctionalInterface
public interface IMiseEnForme {
    public void afficherNomMajuscule();

    public void afficherDetails();

    default public void afficherNomComplet(String nom, String prenom) {
        System.out.println(nom + " " + prenom);
    }
}
```

Java

Le code permettant d'instancier la classe anonyme implémentant l'interface `IMiseEnForme` suivant

```
public IMiseEnForme iMiseEnForme = new IMiseEnForme() {  
  
    @Override  
    public void afficherDetails() {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        System.out.println("nom = " + nom + ", prenom = " + prenom );  
    }  
  
};
```

Java

Le code permettant d'instancier la classe anonyme implémentant l'interface `IMiseEnForme` suivant

```
public IMiseEnForme iMiseEnForme = new IMiseEnForme() {  
  
    @Override  
    public void afficherDetails() {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        System.out.println("nom = " + nom + ", prenom = " + prenom );  
    }  
  
};
```

Peut être réécrit en utilisant les expressions Lambda

```
public IMiseEnForme iMiseEnForme = () -> System.out.println("nom = " +  
    nom + ", prenom = " + prenom);
```


Remarques

- L'utilisation des expressions Lambda pour instancier une classe anonyme ne fonctionne que si cette dernière implémente une interface ayant une seule méthode abstraite \Rightarrow interface **fonctionnelle**.
- `iMiseEnForme` n'est plus le nom d'un objet de la classe anonyme mais plutôt le nom de l'expression Lambda.

Expressions Lambda

- permettent d'implémenter et d'instancier les interfaces fonctionnelles (une sorte d'instance d'interface fonctionnelle)
- doivent avoir les mêmes paramètres et valeur de retour (signature) que la méthode abstraite de l'interface fonctionnelle
- existent depuis **Java 8**
- utilisent `->` pour séparer la partie paramètres et la partie traitement

Java

Expressions Lambda

- permettent d'implémenter et d'instancier les interfaces fonctionnelles (une sorte d'instance d'interface fonctionnelle)
- doivent avoir les mêmes paramètres et valeur de retour (signature) que la méthode abstraite de l'interface fonctionnelle
- existent depuis **Java 8**
- utilisent `->` pour séparer la partie paramètres et la partie traitement

Syntaxe

```
NomInterface nomLambdaExpression = ([arguments]) -> {  
    traitement  
};
```

Considérons l'interface fonctionnelle suivante

```
package org.eclipse.model;

@FunctionalInterface
public interface ICalcul {
    public int operationBinaire(int x, int y);
}
```

© Achref EL MOUËLHAJ

Considérons l'interface fonctionnelle suivante

```
package org.eclipse.model;

@FunctionalInterface
public interface ICalcul {
    public int operationBinaire(int x, int y);
}
```

Définissons une expression lambda dans `main` qui permettra de calculer la somme (le `return` est implicite ici)

```
ICalcul plus = (int x, int y) -> x + y;
```

Considérons l'interface fonctionnelle suivante

```
package org.eclipse.model;

@FunctionalInterface
public interface ICalcul {
    public int operationBinaire(int x, int y);
}
```

Définissons une expression lambda dans `main` qui permettra de calculer la somme (le `return` est implicite ici)

```
ICalcul plus = (int x, int y) -> x + y;
```

Pour calculer la somme de deux entiers 3 et 5, il faut faire

```
System.out.println(plus.operationBinaire(3, 5));
// affiche 8
```

Typage de paramètre non obligatoire

```
ICalcul plus = (x, y) -> x + y;
```

© Achref EL MOUELHI

Typage de paramètre non obligatoire

```
ICalcul plus = (x, y) -> x + y;
```

Accolades obligatoires à partir de deux instructions

```
ICalcul plus = (x, y) -> {  
    int resultat = x + y;  
    return resultat;  
};
```


Une expression lambda peut utiliser une variable (ou un attribut) définie dans le contexte englobant

```
int i = 2, j = 3;  
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> x * i + y * j;
```

© Achref EL MOU

Java

Une expression lambda peut utiliser une variable (ou un attribut) définie dans le contexte englobant

```
int i = 2, j = 3;  
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> x * i + y * j;
```

Pour tester

```
System.out.println(calculComplexe.operationBinaire(3, 5));  
// affiche 21
```

Java

Une expression lambda ne peut redéfinir une variable (ou un attribut) définie dans le contexte englobant (**Ceci est faux car `i` a été déclaré et initialisé juste avant**)

```
int i = 2, j = 3;
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> {
    int i = 5;
    return x * i + y * j;
};
```

© Achref EL M...

Java

Une expression lambda ne peut redéfinir une variable (ou un attribut) définie dans le contexte englobant (**Ceci est faux car `i` a été déclaré et initialisé juste avant**)

```
int i = 2, j = 3;
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> {
    int i = 5;
    return x * i + y * j;
};
```

Une expression lambda ne peut modifier la valeur d'une variable (ou un attribut) définie dans le contexte englobant (**Ceci est faux**)

```
int i = 2, j = 3;
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> {
    i++;
    return x * i + y * j;
};
```

Une solution possible pour le problème précédent

```
int i = 2, j = 3;  
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> {  
    int k = i + 1;  
    return x * k + y * j;  
};
```

© Achref EL

Une solution possible pour le problème précédent

```
int i = 2, j = 3;
ICalcul calculComplexe = (x, y) -> {
    int k = i + 1;
    return x * k + y * j;
};
```

Pour tester

```
System.out.println(calculComplexe.operationBinaire(3, 5));
// affiche 24
```

Expressions Lambda

- Une expression lambda \Rightarrow interface fonctionnelle
- Faudrait-il créer une interface fonctionnelle chaque fois qu'on a besoin de définir et exécuter une expression lambda ?

© Achref EL M

Expressions Lambda

- Une expression lambda \Rightarrow interface fonctionnelle
- Faudrait-il créer une interface fonctionnelle chaque fois qu'on a besoin de définir et exécuter une expression lambda ?

Solution

- **Java 8** nous propose une quarantaine d'interfaces fonctionnelles
- Ces interfaces sont définies dans `java.util.function`

Java

```
java.util.function.Function<T,R>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `R apply(T t)`
- Un seul paramètre d'entrée : variable de type `T`
- Valeur de retour : variable de type `R`

Java

Considérons l'objet de type `Personne` suivant

```
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
```

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Considérons l'objet de type `Personne` suivant

```
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
```

Définissons une expression lambda qui prend comme entrée un objet de type `Personne` et qui retourne son nom concaténé à son prénom

```
Function<Personne, String> personneToString = (Personne p) -> p  
    .getNom() + " " + p.getPrenom();
```

Java

Considérons l'objet de type `Personne` suivant

```
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);
```

Définissons une expression lambda qui prend comme entrée un objet de type `Personne` et qui retourne son nom concaténé à son prénom

```
Function<Personne, String> personneToString = (Personne p) -> p  
    .getNom() + " " + p.getPrenom();
```

Pour l'exécuter, on appelle la méthode `apply`

```
String nomComplet = personneToString.apply(personne);  
  
System.out.println(nomComplet);  
// affiche el mouelhi achref
```

Java

On peut simplifier l'expression précédente en supprimant les parenthèses et le type du paramètre d'entrée

```
Function<Personne, String> personneToString =  
    p -> p.getNom() + " " + p.getPrenom();
```

© Achref EL MOUL

Java

On peut simplifier l'expression précédente en supprimant les parenthèses et le type du paramètre d'entrée

```
Function<Personne, String> personneToString =  
    p -> p.getNom() + " " + p.getPrenom();
```

Pour tester

```
String nomComplet = personneToString.apply(personne);  
  
System.out.println(nomComplet);  
// affiche el mouelhi achref
```

Java

Exercice 1

Écrire une expression lambda `capitalize`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une chaîne de caractère,
- retournant la même chaîne en remplaçant le premier caractère par sa majuscule.

Java

Exercice 1

Écrire une expression lambda `capitalize`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une chaîne de caractère,
- retournant la même chaîne en remplaçant le premier caractère par sa majuscule.

Résultat attendu

```
System.out.println(capitalize.apply("wick"));  
// affiche Wick
```


Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<> (Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

© Achref EL MOUELHI ©

Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<> (Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

Exercice 2

Écrire une expression lambda `majeurs`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant une liste contenant les noms de personnes majeures.

Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<> (Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

Exercice 2

Écrire une expression lambda `majeurs`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant une liste contenant les noms de personnes majeures.

Résultat attendu

```
System.out.println(majeurs.apply(personnes));  
// affiche [dalton, benamar]
```

Java

Correction

```
Function<List<Personne>, List<String>> majeurs = liste -> {  
    List<String> noms = new ArrayList<>();  
    for (Personne personne : liste) {  
        if (personne.getAge() >= 18) {  
            noms.add(personne.getNom());  
        }  
    }  
    return noms;  
};
```

Exercice 3

Écrire une expression lambda `listToString`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une liste de `String`,
- retournant la concaténation de toutes les chaînes de la liste
 - Première lettre de chaque élément en majuscule
 - Éléments concaténés séparés par le caractère espace

La méthode `andThen()`

permet le chaînage des fonctions

Java

Considérons les deux expressions lambda suivantes

```
Function<Personne, String> personneToString = p -> p.getNom() + " " + p.getPrenom();  
Function<String, Integer> strToInt = str -> str.length();
```

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Considérons les deux expressions lambda suivantes

```
Function<Personne, String> personneToString = p -> p.getNom() + " " + p.getPrenom();  
Function<String, Integer> strToInt = str -> str.length();
```

On peut définir une troisième qui est le chaînage des deux précédents

```
// on applique personneToString ensuite strToInt  
Function <Personne, Integer> personneToInt = personneToString.andThen(strToInt);  
  
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);  
int longueur = personneToInt.apply(personne);  
System.out.println(longueur);  
// affiche 17
```


Java

Considérons les deux expressions lambda suivantes

```
Function<Personne, String> personneToString = p -> p.getNom() + " " + p.getPrenom();  
Function<String, Integer> strToInt = str -> str.length();
```

On peut définir une troisième qui est le chaînage des deux précédents

```
// on applique personneToString ensuite strToInt  
Function <Personne, Integer> personneToInt = personneToString.andThen(strToInt);  
  
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);  
int longueur = personneToInt.apply(personne);  
System.out.println(longueur);  
// affiche 17
```

Type de la valeur de retour de la première = Type du paramètre d'entrée de la deuxième.

On peut aussi utiliser `compose` qui permet le chaînage mais dans le sens inverse

```
// on applique personneToString ensuite strToInt
Function<Personne, Integer> personneToInt = strToInt.compose(
    personneToString);

int longueur = personneToInt.apply(personne);
System.out.println(longueur);
// affiche 17
```

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `personnesToString`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant une chaîne contenant les noms de personnes majeures séparés par le caractère espace : première lettre de chaque nom en majuscule.

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `personnesToString`

- de type `Function`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant une chaîne contenant les noms de personnes majeures séparés par le caractère espace : première lettre de chaque nom en majuscule.

Résultat attendu

```
System.out.println(personnesToString.apply(personnes));  
// affiche Dalton Benamar
```

Java

```
java.util.function.BiFunction<T1,T2,R>
```

- Interface fonctionnelle similaire à `Function` possédant une méthode `apply` avec la signature `R apply(T1 t1, T2 t2)`
- Paramètres d'entrée : variable de type `T1` et une deuxième de type `T2`
- Valeur de retour : variable de type `R`

Java

Exemple

```
BiFunction <String, Integer, Character> getChar = (str, i) -> str.charAt(i);
```

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Exemple

```
BiFunction <String, Integer, Character> getChar = (str, i) -> str.charAt(i);
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `apply()`

```
char resultat = getChar.apply("Bonjour", 2);  
System.out.println(resultat);  
// affiche n
```

Java

Exemple

```
BiFunction <String, Integer, Character> getChar = (str, i) -> str.charAt(i);
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `apply()`

```
char resultat = getChar.apply("Bonjour", 2);  
System.out.println(resultat);  
// affiche n
```

Le chaînage est possible avec `andThen()`

Exercice 1

Écrire une expression lambda `nombreOccurrences`

- de type `BiFunction`,
- prenant comme premier paramètre un caractère
- prenant comme deuxième paramètre une chaîne de caractères
- retournant le nombre d'apparition du premier paramètre dans le deuxième.

Java

Exercice 1

Écrire une expression lambda `nombreOccurrences`

- de type `BiFunction`,
- prenant comme premier paramètre un caractère
- prenant comme deuxième paramètre une chaîne de caractères
- retournant le nombre d'apparition du premier paramètre dans le deuxième.

Résultat attendu

```
System.out.println(nombreOccurrences.apply('a', "alain"));  
// affiche 2
```

Exercice 2

Écrire une expression lambda `somme`

- de type `BiFunction`,
- prenant deux paramètres de type `Integer`
- retournant la somme des deux paramètres.

© Achref

Java

Exercice 2

Écrire une expression lambda `somme`

- de type `BiFunction`,
- prenant deux paramètres de type `Integer`
- retournant la somme des deux paramètres.

Résultat attendu

```
int resultat = somme.apply(5, 7);  
System.out.println(resultat);  
// affiche 12
```

Java

Une solution possible

```
BiFunction <Integer, Integer, Integer> somme = (a, b) -> a + b;
```

© Achref EL MOUELHI

Java

Une solution possible

```
BiFunction <Integer, Integer, Integer> somme = (a, b) -> a + b;
```

Remarque

Si les deux paramètres et la valeur de retour sont tous de même type, alors on peut simplifier la déclaration en utilisant l'interface fonctionnelle `BinaryOperator`.

Java

```
java.util.function.BinaryOperator<T>
```

- Similaire à `BiFunction` mais avec un seul type générique
- Interface fonctionnelle possédant une méthode `apply` avec la signature `T apply(T t1, T t2)`
- Paramètres d'entrée : deux variables de type `T`
- Valeur de retour : valeur de type `T`

Java

Exemple

```
BinaryOperator<Integer> somme = (a, b) -> a + b;
```

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Exemple

```
BinaryOperator<Integer> somme = (a, b) -> a + b;
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `apply()`

```
System.out.println(somme.apply(5, 7));  
// affiche 12
```

Java

Exemple

```
BinaryOperator<Integer> somme = (a, b) -> a + b;
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `apply()`

```
System.out.println(somme.apply(5, 7));
```

```
// affiche 12
```

Le chaînage est possible avec `andThen()`

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `max`

- de type `BinaryOperator`,
- prenant deux paramètres de type `int`
- retournant le max des deux.

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `max`

- de type `BinaryOperator`,
- prenant deux paramètres de type `int`
- retournant le max des deux.

Résultat attendu

```
System.out.println(max.apply(2, 7));  
// affiche 7
```

Java

```
java.util.function.Consumer<T>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `accept` avec la signature `void accept(T t)`
- Paramètre d'entrée : variable de type `T`
- Pas de valeur de retour : elle consomme l'objet reçu en paramètre

Java

Exemple

```
Consumer <Personne> ageIncrement = p -> p.setAge(p.getAge() + 1);
```

© Achref EL MOUELHI

Java

Exemple

```
Consumer <Personne> ageIncrement = p -> p.setAge(p.getAge() + 1);
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `accept()`

```
Personne personne = new Personne("el mouelhi", "achref", 34);  
ageIncrement.accept(personne);
```

```
System.out.println(personne);  
// affiche Personne [nom=el mouelhi, prenom=achref, age=35]
```

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `supprimerMineurs`

- de type `Consumer`,
- prenant un paramètre de type liste de `Personne`
- supprimant les mineurs de la liste.

© Achref

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `supprimerMineurs`

- de type `Consumer`,
- prenant un paramètre de type liste de `Personne`
- supprimant les mineurs de la liste.

Résultat attendu

```
supprimerMineurs.accept(personnes);  
System.out.println(personnes);  
// affiche [Personne [nom=dalton, prenom=jack, age=18],  
           Personne [nom=benamar, prenom=sophie, age=20]]
```

```
java.util.function.Predicate<T>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `boolean test(T t)`
- Paramètre d'entrée : variable de type `T`
- Type de valeur de retour : un booléen précisant si le paramètre `t` respecte le test.

Java

Exemple

```
Predicate <Personne> contrainteAge = p -> p.getAge() >= 18;
```

© Achref EL MOUELHI

Java

Exemple

```
Predicate <Personne> contrainteAge = p -> p.getAge() >= 18;
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `test()`

```
if (contrainteAge.test(personne)) {  
    System.out.println("Vous êtes adulte");  
}  
// affiche Vous êtes adulte
```

Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<> (Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

© Achref EL MOUELHI ©

Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<>(Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

Exercice 1

Écrire une première expression lambda `any`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant `true` s'il existe une personne majeur dans la liste, `false` sinon.

Considérons la liste suivante

```
List<Personne> personnes = new ArrayList<> (Arrays.asList(  
    new Personne("wick", "john", 16),  
    new Personne("dalton", "jack", 18),  
    new Personne("maggio", "carol", 17),  
    new Personne("benamar", "sophie", 20)  
));
```

Exercice 1

Écrire une première expression lambda `any`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant `true` s'il existe une personne majeur dans la liste, `false` sinon.

Résultat attendu

```
System.out.println(any.test(personnes));  
// affiche true
```

Exercice 2

Écrire une deuxième expression lambda `all`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant `true` si toutes les personnes de la liste sont majeures, `false` sinon.

© Actif

Java

Exercice 2

Écrire une deuxième expression lambda `all`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre une liste de `Personne`,
- retournant `true` si toutes les personnes de la liste sont majeures, `false` sinon.

Résultat attendu

```
System.out.println(all.test(personnes));  
// affiche false
```

Java

Exercice 3

Écrire une deuxième expression lambda `estPremier`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre un `Integer`,
- retournant `true` si le paramètre est un nombre premier, `false` sinon.

© Achref L.

Java

Exercice 3

Écrire une deuxième expression lambda `estPremier`

- de type `Predicate`,
- prenant comme paramètre un `Integer`,
- retournant `true` si le paramètre est un nombre premier, `false` sinon.

Résultat attendu

```
System.out.println(estPremier.test(6));  
// affiche false
```

```
System.out.println(estPremier.test(5));  
// affiche true
```

Java

```
java.util.function.BiPredicate<T,R>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `test` avec la signature
`boolean test(T1 t1, T2 t2)`
- Paramètres d'entrée : une variable de type `T1` et une de type `T2`
- Type de valeur de retour : un booléen précisant si les paramètre `t` et `r` respectent le test.

Java

Exemple

```
BiPredicate <Personne, Integer> contrainteAge =  
    (p, x) -> p.getAge() >= x;
```

© Achref EL MOUËL

Java

Exemple

```
BiPredicate <Personne, Integer> contrainteAge =  
    (p, x) -> p.getAge() >= x;
```

Pour exécuter, on appelle la méthode `test()`

```
if (contrainteAge.test(personne, 18)) {  
    System.out.println("Vous êtes adulte");  
}  
// affiche Vous êtes adulte
```

Exercice 1

Écrire une expression lambda `containsLength`

- de type `BiPredicate`,
- prenant comme premier paramètre une liste de `String`,
- prenant comme deuxième paramètre un entier,
- retournant `true` si la liste contient un élément dont la taille correspond au deuxième paramètre, `false` sinon.

© Achref L.

Exercice 1

Écrire une expression lambda `containsLength`

- de type `BiPredicate`,
- prenant comme premier paramètre une liste de `String`,
- prenant comme deuxième paramètre un entier,
- retournant `true` si la liste contient un élément dont la taille correspond au deuxième paramètre, `false` sinon.

Résultat attendu

```
var noms = new ArrayList<String>(Arrays.asList("wick", "dalton", "benamar", "maggio"));
System.out.println(containsLength.test(noms, 3));
// affiche false
System.out.println(containsLength.test(noms, 4));
// affiche true
```


Exercice 2

Écrire une expression lambda `exists`

- de type `BiPredicate`,
- prenant comme premier paramètre une liste de `Personne`,
- prenant comme deuxième paramètre une `Personne`,
- retournant `true` si la liste contient le deuxième paramètre, `false` sinon.

Java

Exercice 2

Écrire une expression lambda `exists`

- de type `BiPredicate`,
- prenant comme premier paramètre une liste de `Personne`,
- prenant comme deuxième paramètre une `Personne`,
- retournant `true` si la liste contient le deuxième paramètre, `false` sinon.

Résultat attendu

```
System.out.println(exists.test(personnes, new Personne("wick", "john",  
16)));  
// affiche true
```

Java

```
java.util.function.IntFunction<T>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `apply` avec la signature `T apply(Integer t)`
- Paramètre d'entrée : variable de type `Integer`
- Valeur de retour : valeur de type `T`

Java

Exemple

```
IntFunction <String> parity = i -> (i % 2 == 0) ? "pair" : "impair";
```

© Achref EL MOUELHI

Java

Exemple

```
IntFunction <String> parity = i -> (i % 2 == 0) ? "pair" : "impair";
```

Pour tester

```
System.out.println(parity.apply(4));  
// affiche pair  
  
System.out.println(parity.apply(5));  
// affiche impair
```

Exercice 1

Écrire une expression lambda `diviseurs`

- de type `IntFunction`,
- prenant comme paramètre un `Integer`,
- retournant une liste contenant tous ses diviseurs.

© Actif

Java

Exercice 1

Écrire une expression lambda `diviseurs`

- de type `IntFunction`,
- prenant comme paramètre un `Integer`,
- retournant une liste contenant tous ses diviseurs.

Résultat attendu

```
System.out.println(diviseurs.apply(10));  
// affiche [1, 2, 5, 10]
```

Exercice 2

Écrire une expression lambda `premiers`

- de type `IntFunction`,
- prenant comme paramètre un `Integer` nommé `n`,
- retournant une liste contenant tous les nombres premiers $\leq n$.

© Act

Java

Exercice 2

Écrire une expression lambda `premiers`

- de type `IntFunction`,
- prenant comme paramètre un `Integer` nommé `n`,
- retournant une liste contenant tous les nombres premiers $\leq n$.

Résultat attendu

```
System.out.println(premiers.apply(10));  
// affiche [1, 2, 3, 5, 7]
```

Java

```
java.util.function.ToIntFunction<T>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `applyAsInt` avec la signature `Integer apply(T t)`
- Paramètre d'entrée : valeur de type `T`
- Valeur de retour : `Integer`

Java

Exemple

```
ToIntFunction<String> length = (str) -> str.length();
```

© Achref EL MOUËL

Java

Exemple

```
ToIntFunction<String> length = (str) -> str.length();
```

Pour tester

```
System.out.println(length.applyAsInt("Bonjour"));  
// affiche 7
```

Java

Considérons la liste suivante

```
List<String> marques = Arrays.asList("peugeot", "ford", "mercedes", "cooper");
```

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Considérons la liste suivante

```
List<String> marques = Arrays.asList("peugeot", "ford", "mercedes", "cooper");
```

Exercice

Écrire une expression lambda `maxLength`

- de type `ToIntFunction`,
- prenant comme paramètre une liste de `String`,
- retournant la longueur de la chaîne contenant le plus grand nombre de caractères.

Java

Considérons la liste suivante

```
List<String> marques = Arrays.asList("peugeot", "ford", "mercedes", "cooper");
```

Exercice

Écrire une expression lambda `maxLength`

- de type `ToIntFunction`,
- prenant comme paramètre une liste de `String`,
- retournant la longueur de la chaîne contenant le plus grand nombre de caractères.

Résultat attendu

```
System.out.println(maxLength.applyAsInt(marques));  
// affiche 8
```

Java

```
java.util.function.Supplier<T>
```

- Interface fonctionnelle possédant une méthode `get` avec la signature `T get()`
- Paramètre d'entrée : aucun
- Valeur de retour : valeur de type `T`

Java

Exemple

```
Supplier <Double> reel = () -> Math.random() * 100;
```

© Achref EL MOUËL

Java

Exemple

```
Supplier <Double> reel = () -> Math.random() * 100;
```

Pour tester

```
System.out.println(reel.get());  
// affiche un nombre réel entre 0 et 100
```

Exercice

Écrire une expression lambda `getRandomLetter`

- de type `Supplier`,
- retournant un caractère alphabétique aléatoire.

© Achref L.

Java

Exercice

Écrire une expression lambda `getRandomLetter`

- de type `Supplier`,
- retournant un caractère alphabétique aléatoire.

Résultat attendu

```
System.out.println(getRandomLetter.get());  
// affiche un caractère
```

Autres interfaces fonctionnelles prédéfinies

- `DoubleFunction`, `DoubleConsumer`,
`DoubleBinaryOperator`, `DoublePredicate`,
`DoubleSupplier`...
- `LongFunction`, `LongConsumer`, `LongBinaryOperator`,
`LongPredicate`, `LongSupplier`...
- `UnaryOperator`
- ...

Java

Références de méthodes

permet de définir une méthode abstraite d'une interface fonctionnelle

© Achref EL MOUELHI ©

Java

Références de méthodes

permet de définir une méthode abstraite d'une interface fonctionnelle

Syntaxe

```
FirstPart::secondPart
```

Java

Références de méthodes

permet de définir une méthode abstraite d'une interface fonctionnelle

Syntaxe

```
FirstPart :: secondPart
```

Explication

- `FirstPart` : le nom d'une classe, interface ou objet
- `SecondPart` : le nom d'une méthode

Java

Étant donné le contenu de la classe `Main` suivant

```
public class Main {  
    public static int somme(int x, int y) {  
        return x + y;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
    }  
}
```

Java

Étant donné le contenu de la classe `Main` suivant

```
public class Main {  
    public static int somme(int x, int y) {  
        return x + y;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
    }  
}
```

Hypothèse

On veut utiliser l'interface fonctionnelle `ICalcul` pour qu'elle retourne la somme de `x` et `y`.

Un solution possible **mais redondante**

```
public class Main {  
    public static int somme(int x, int y) {  
        return x + y;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        ICalcul iCalcul = (a, b) -> a + b;  
    }  
}
```

© Achref EL MOU

Un solution possible **mais redondante**

```
public class Main {  
    public static int somme(int x, int y) {  
        return x + y;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        ICalcul iCalcul = (a, b) -> a + b;  
    }  
}
```

Avec Java 8, on a la possibilité de référencer une méthode existante

```
public class Main {  
    public static int somme(int x, int y) {  
        return x + y;  
    }  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        ICalcul iCalcul = Main::somme;  
    }  
}
```

Exemple avec un Consumer

```
public class Main {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        Consumer <Personne> afficher = System.out::print;  
        afficher.accept(personne);  
        // affiche Personne [nom=el mouelhi, prenom=achref, age=34]  
    }  
}
```

© Achref EL MOU

Exemple avec un Consumer

```
public class Main {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        Consumer <Personne> afficher = System.out::print;  
        afficher.accept(personne);  
        // affiche Personne [nom=el mouelhi, prenom=achref, age=34]  
    }  
}
```

Exemple avec un constructeur

```
public class Main {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        Supplier <Personne> constructeur = Personne::new;  
        Personne p = constructeur.get();  
        System.out.println(p);  
        // affiche Personne [nom=null, prenom=null, age=0]  
    }  
}
```