Harmonisation/Propédeutique POO

Anne-Marie Pinna-Dery & Mireille Blay-Fornarino
Version originale par Anne-Marie Pinna-Dery

Certains éléments des leçons ont été rédigés avec l'aide de chatGPT.

Pré-requis : Vous savez tous écrire des fonctions et/ou des procédures qui prennent des arguments et renvoient des valeurs.
Objectifs : Acquérir les premiers principes de la POO que vous approfondirez en cours et les illustrer avec le langage Java, support technique du cours de POO.
Planning :

Les 2 premières séances ont pour objectif de vous présenter les bases de la POO avec la notion de classes et d'instances.

Un test sera fait en début de séance 3 pour vérifier le niveau d'acquisition des concepts de base avant de poursuivre.

Les 2 séances suivantes seront consacrées davantage à la modélisation objet en mettant l'accent sur la création d'une application avec plusieurs classes.

Table des Matières

Étude de cas : Modélisation du fonctionnement de l'harmonisation

Dans votre formation, vous serez confronté à des études de cas, c'est-à-dire la présentation d'un problème client qu'il faut analyser afin d'en comprendre les besoins, puis de proposer et modéliser une solution qui sera implémentée dans un langage de programmation. Pendant cette harmonisation, nous allons procéder de la sorte.
Nous allons développer ensemble l'étude de cas suivante pas à pas.

Etude de cas :
Dans le cadre de la spécialité informatique de Polytech Nice, les premières semaines sont consacrées à une période préliminaire d'introduction aux cours principaux de la première année nommée *Harmonisation*.
Pendant cette période, des enseignants de l'école sont responsables de cours d'introduction qui sont délivrés aux étudiants inscrits en fonction de leurs connaissances préalables dans la matière.
Les principales données importantes sont les suivantes :

1. Un cours est caractérisé par son intitulé (une chaine de caractères), les étudiants inscrits, un niveau de difficulté noté entre 1 (facile) et 5 (difficile) et un enseignant responsable.
2. Plusieurs cours sont proposés (POO, Réseaux, …) aux étudiants entrants en fonction de leur formation préalable mais l'accès reste ouvert aux étudiants qui le souhaitent sous réserve qu'ils s'inscrivent au cours.
3. Chaque étudiant est défini par son nom, prénom et son année de naissance.
4. Un enseignant est également décrit par son nom et prénom mais aussi par le numéro de son bureau par exemple A 321. Les enseignants qui n'ont pas de bureau ont un numéro par défaut qui est « A 0»
5. D'autres informations peuvent être ajoutées pour gérer au mieux les semaines d'introduction comme par exemple une note d'auto-évaluation correspondant à la progression de l'étudiant pendant les semaines.

Ces informations vont nous permettre par un programme de :

1. Obtenir la liste des étudiants inscrits à un cours
2. Obtenir la moyenne d'âge des étudiants d'un cours
3. Obtenir la liste des cours suivis par un étudiant
4. Obtenir le nombre et la moyenne des niveaux de difficulté des cours suivis par un étudiant.

Il est également important de proposer une solution fiable qui permet de travailler avec des informations correctes et cohérentes sur cette période en caractérisant la liste des enseignants impliqués, des cours et des étudiants afin de par exemple

5. Obtenir la liste des cours proposés en Harmonisation
6. Vérifiez qu'un étudiant inscrit à un cours est bien référencé par ce cours
7. Vérifiez que tout enseignant a au moins un cours dont il est responsable

Nous pouvons facilement voir que ce type de problème relativement précis pourrait être repensé ou étendu pour proposer des outils de gestion d'année Polytech.

PARTIE 1- Modéliser une classe simple et l'implémenter en Java

I. La notion de Classe et de variables d'instance

Leçon

Face à un nouveau problème, on réfléchit en identifiant les principaux concepts manipulés dans ce programme. Pour cela on va avoir une réflexion que l'on qualifie ***d'orientée objet***. On ne manipule plus que des **objets** qui contiennent des données et qui savent répondre à des questions en exécutant un code très proche de ce que vous savez faire quand vous écrivez des fonctions ou des procédures. Chaque concept correspond à une *classe*.

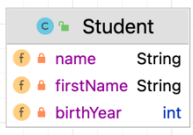
Illustration avec la notion d'*étudiant :*
« Chaque étudiant est défini par un nom, prénom et son année de naissance »

L'étudiant est un "concept important à modéliser" car nous allons devoir la manipuler dans le programme.
Chaque classe a plusieurs **instances** : il y a potentiellement autant d'instances différentes d'étudiants que d'étudiants inscrits en SI3.
Quand on décrit une classe, on peut préciser les données qui permettent de distinguer une instance d'une autre. On appelle ces données des **variables d'instances**.
Par exemple pour un étudiant, il y a au moins 3 variables d'instances :

- le nom (une chaîne de caractères, par exemple "Haddock"),
- un prénom (une chaîne de caractères, par exemple "Archibald"),
- son année de naissance (un entier par exemple 2002)

Le code suivant vous présente une première définition possible de cette classe, la classe **Student**, avec sa visualisation dite UML à gauche. Les variables d'instances *name* et *firstName* sont « private » c'est-à-dire qu'elles ne sont accessibles qu'à l'intérieur de la classe. La classe est définie dans **un fichier** qui porte son nom, ici ***Student.java***

Notez que le nom d'une classe commence par une majuscule en java.
Notez que le nom des variables d'instances commence par une minuscule et si c'est un nom composé, on utilise une majuscule pour distinguer les 2 mots (firstName).




```java
public class Student {
    private String name;
    private int birthYear;
}
```

Questions en groupe

6. Quelles sont les variables d'instance de la classe *Student* ?
7. Que représentent-elles ? Quel est leur type ?
8. Quelle variable a été oubliée ? Quel est son type ?

 Le mot clé *private* permet de protéger les données qui ne seront visibles que dans la classe. On appelle cela **le principe d'encapsulation.**

Question individuelle & Codage

Un **enseignant** est décrit par un nom, un prénom et la référence à son bureau par exemple A 321.

1. Créer la classe **Teacher** (donc bien dans un nouveau fichier qui s'appelle Teacher.java) et définir ses variables d'instances.

II. Constructeurs (V0)

Leçon

Une instance peut être vue comme une boite noire (une structure en mémoire) qui contient ses données.

Pour créer des instances à partir d'une classe (créer les espaces mémoire contenant les données), il faut définir des **constructeurs**.

En l'absence de constructeur explicite, Il existe un constructeur par défaut qui alloue l'espace mémoire, mais avec des valeurs initiales des données dépendantes du type, voire inexistante. Pour pouvoir initialiser une instance à sa création, il vaut mieux implémenter ses propres constructeurs, par exemple Student(String aName, String firstName, int aBirthYear) est un constructeur qui nous permet de créer un étudiant en précisant son nom, son prénom et son année de naissance. Dans le code ci-dessous «this» désigne le nouvel objet.

```
public Student(String aName, String firstName, int aBirthYear) {
    name = aName;
    this.firstName = firstName;
}
```

 public Student(String aName, String firstName, int aBirthYear) est la **signature** du constructeur qui correspond **au nom de la classe** suivi d'autant de paramètres que nécessaire pour initialiser les variables d'instances. La suite entre { et } est le **corps de la méthode**, ici un constructeur, ensemble des instructions qui vont s'exécuter à l'appel du constructeur.

Questions en groupe & Codage individuel

9. Que fait ce constructeur ? Nous avons volontairement défini deux affectations des variables, pourquoi utilise-t-on this à la 2e et pas à la 1e ?
10. Quelle instruction a été oubliée ?

Question individuelle & Codage

11. On souhaite pouvoir créer un Enseignant à partir de son nom et son prénom, uniquement.
12. Ajouter le constructeur correspondant dans la classe **Teacher**

III. Méthodes d'instances, focus sur les accesseurs

Leçon

Quand on décrit une classe, on peut préciser les comportements des instances. On appelle l'expression de ces comportements, **méthodes d'instances**. On dit qu'on invoque une méthode sur une instance lorsqu'on demande à une instance d'exécuter le corps de la méthode à partir de ses propres données.
Une **instance** doit être vue comme une boite noire (une structure en mémoire) qui contient ses données. Pour pouvoir accéder aux données en lecture (resp. en écriture) de l'extérieur de la classe, il faut utiliser une méthode spécifique qu'on appelle **accesseur en lecture,** par exemple String **get**Name(), (resp **en écriture ou mutator,** par exemple void setName(String name)).
On peut également définir une méthode d'instances qui va calculer l'âge d'un étudiant par rapport à une année donnée. Les codes suivants présentent les différentes implémentations associées.

Remarquez l'utilisation de *this* dans setName pour bien distinguer la variable d'instance email de l'objet (*this.name*) du paramétre *name*.

La convention de nommage veut que les accesseurs en lecture aient un nom préfixé par **get** et les accesseurs en écriture par **set.**

void est utilisé quand la méthode ne renvoie pas de valeur (c'est une procédure et non une fonction).

return désigne la valeur renvoyée par une fonction. Bien sûr, la valeur doit être du même type que le type dans la signature de la méthode. Par exemple, dans getName(), email doit être de type **String ou la signature de l'accesseur est incorrecte.**

```
public String getName() {
    return name;
}

public int getBirthYear() {
    return birthYear;
}

public void setName(String name) {
    this.name = name;
}

public void setBirthYear(int birthYear) {
    this.birthYear = birthYear;
}
```

On définit également la méthode suivante :

```
public int ageIn(int year) {
    return year - birthYear;
}
```

Questions en groupe & Codage individuel

13. Quelles sont les variables d'instances utilisées dans ce code ? Quels sont les paramètres ?
14. Ajouter les accesseurs en lecture et écriture au prénom.
15. Que fait la méthode *ageIn* ? que prend-t-elle en paramètre ?

Question individuelle & Codage

16. On souhaite pouvoir accéder en lecture au *nom* de l'enseignant, à son *prénom* et au nom du bureau.

17. On souhaite pouvoir associer à un enseignant un nom de bureau sur la base suivante : *nom du bâtiment* et *numéro*

```
Par exemple, office = building + " " + number;
```

Le + permet de concaténer des chaines de caractères. Notons qu'ici number est un entier et que l'opérateur + fait une conversion automatique en chaine de caractères.

Modifier la classe Teacher pour correspondre à cette spécification.

- Pour vous guider, combien de paramètres sont nécessaires pour enregistrer le nouveau nom d'un bureau ?

IV. Instances et appels aux constructeurs

Leçon

En appliquant le premier constructeur on peut créer une instance « s » d'un étudiant en précisant son nom, son prénom et son année de naissance :

```
Student s = new Student("Doe", "Jane", 2000);
```

Il est possible d'obtenir son nom : s.getName(), de le stocker dans une variable par exemple String sonNom = s.getName() etc.

Le **.** permet **d'envoyer un message** à une instance pour demander d'exécuter une méthode publique de sa classe.

Questions en groupe & Codage individuel

18. Étudiez le code suivant
    i. Que fait le code en ligne 46 ?

System.out.println vous permet d'afficher la chaîne en paramètre sur votre écran.

    ii. Que fait le code en ligne 48 et 49
    iii. Comparez ces deux précédentes lignes de code

```
44 ▶   public static void main(String[] args) {
45         Student s = new Student( herName: "Doe",  firstName: "Jane",  dateOfBirth: 2000);
46         System.out.println(s.getName());
47         System.out.println(s.getFirstName());
48         int age = s.ageIn( year: 2021);
49         System.out.println(age);
50         System.out.println(s.ageIn( year: 2021));
51
```

La **méthode *main*** est une méthode spécifique qui permet d'exécuter du code décrit dans les classes.

19. Ajoutez le code précédent à votre classe *Student*
    public static void main(String[] args) { …

20. Exécutez le code et vérifier la cohérence des résultats obtenus.
21. Définissez une nouvelle instance de Student qui a pour nom « Doe » pour prénom « John » et est née en 2001.
22. Vérifiez vos résultats. Plus tard, vous apprendrez à tester vos codes. Ici, nous "vérifions" simplement en regardant que les codes se comportent bien comme nous l'attendons.
23. Que se passe-t-il si on exécute les instructions suivantes :

```
Student s = new Student("Doe", "Jane", 2000);
System.out.println(s);
System.out.println(s.getName());
s.setName("Haddock");
System.out.println(s.getName());
```

24. Que se passe-t-il si on exécute les instructions suivantes :

```
Student s1 = new Student("Doe", "John", 2000);
Student s2 = new Student("Doe", "Jane", 2000);
s1 = s2;
System.out.println(s1.getFirstName());
s1.setName("Schmitt");
System.out.println(s2.getName());
```

25. Que se passe-t-il si on demande l'exécution des instructions suivantes :
    a) s.setName(Dupo) ;
    b) s.getName(12) ;
    c) s.getNom();

Question individuelle & Codage

1. Ajoutez un « main » dans votre classe **Teacher** et créez des instances de Teacher
2. Vérifiez que vous pouvez bien accéder au nom de l'enseignant.
3. Faites appel à la méthode qui permet de modifier le nom de son bureau et vérifier le résultat obtenu.

V. Visibilités

Leçon

Vous avez dû remarquer la présence des mots clefs **public** et **private**.

Par exemple la déclaration de la classe *Student* est publique, c'est-à-dire que n'importe quelle partie du programme peut y accéder. Nous avons fait de même pour toutes les méthodes que nous avons écrites. Inversement toutes les variables d'instances sont déclarées comme privées dans nos codes. On ne peut y accéder qu'au travers des méthodes publiques définies par la classe, y compris les accesseurs. Il est vivement recommandé de toujours protéger ainsi le contenu de vos instances, on appelle cela **le principe d'encapsulation.**

Questions en groupe & Codage individuel

26. Étudiez le code suivant

a) Que fait le code en ligne 11 ? (Ce code est équivalent à this.isValid…)

b) Que remarquez-vous sur la méthode en ligne 18 ? Pouvez-vous expliquer pourquoi elle est privée ?

c) Que fait-elle ?

d) Que fait le code des lignes 11 à 16 ?

e) Identifiez la présence des returns et des booleans.

f) Quelle valeur est affectée lorsque l'année de naissance est considérée comme erronée ?

27. Implémentez ce code, adaptez-le pour que les dates soient plus réalistes (avoir plus de 15 ans aujourd'hui semblerait une bonne limite 😊) et vérifiez qu'il fonctionne.

```
8       public Student(String aName, String firstName, int dateOfBirth) {
9           name = aName;
10          this.firstName = firstName;
11          if (isValidBirthYear(dateOfBirth)) {
12              this.birthYear = dateOfBirth;
13          }
14          else {
15              this.birthYear = 1901;
16          }
17      }
            1 usage   new *
18      private boolean isValidBirthYear(int dateOfBirth) {
19          return (dateOfBirth >= 1900) && (dateOfBirth <= 2021);
20      }
```

Question individuelle & Codage

1. Modifiez le code de la méthode suivante pour ne modifier le nom du bureau que si le numéro est supérieur à 0 et est strictement inférieur à 500.

```
public void buildOfficeName(String building, int number) {
        this.office = building + " " + number;
    }
}
```

2. On considère à présent que nom du bâtiment doit être une lettre comprise entre A et F. Ces contraintes pourront évoluer et on ne souhaite pas qu'il soit possible

d'y accéder en dehors de la classe. Proposez une implémentation d'une méthode privée qui vérifie que les informations données sont correctes avant de modifier le nom du bureau.

Le code suivant est là pour vous aider.
L'appel à la méthode length() retourne la taille de la chaine de caractère.
L'appel à la méthode charAt() retourne le caractère qui se trouve en position 0 dans la chaine de caractères.

```
if ((building.length() != 1) || (building.charAt(0) < 'A') ||
(building.charAt(0) > 'F')) {
    return false;
}
```

 length et charAt sont des méthodes publiques de la classe String prédéfinies dans Java.

VI. Visibilité en action

Leçon

Nous poursuivons sur la visibilité des variables d'instances « privée ».
Si nous ajoutons le code suivant à la classe Student, il compile parce que dans la classe qui les définit les propriétés, variables ou méthodes, même privées sont accessibles.

```
public static void main(String[] args) {
…
Student s1 = new Student("Doe", "Jonh", 2000);
System.out.println(s1.name + " " + s1.firstName + " agée de " +
s1.ageIn(2023));
if (s.isValidBirthYear(2023))
    s.setBirthYear(2023);
else System.out.println("too young!!");

}
```

Nous définissons à présent une nouvelle classe ainsi :

```
3  public class TestStudents {
       new *
4      public static void main(String[] args) {
5
6          Student s = new Student( aName: "Doe", firstName: "Jane", dateOfBirth: 2000);
7          System.out.println(s);
8          System.out.println(s.getName());
9          s.setName("Haddock");
10         System.out.println(s.getName());
11
12         Student s1 = new Student( aName: "Doe", firstName: "Jonh", dateOfBirth: 2000);
13         System.out.println(s1.name + " " + s1.firstName + " agée de " + s1.ageIn( year: 2023));
14         if (s.isValidBirthYear( dateOfBirth: 2023))
15             s.setBirthYear(2023);
16         else System.out.println("too young!!");
17     }
```

Les lignes 13 et 14 sont en erreur. En effet, il n'est pas possible d'accèder aux variables d'instance privée de la classe Student depuis la classe StudentTests et de même pour la méthode isValidBirthYear.

Questions en groupe & Codage individuel

1. Implémentez ces codes, vérifiez et comprenez.
2. Comment pouvez-vous quand même accéder aux variables d'instance depuis la classe StudentTests ?
3. Pensez-vous qu'il est logique de tester la valeur de l'année en dehors de la classe Student elle-même ? Modifier le code de la classe Student pour n'affecter une nouvelle date de naissance que si elle respecte les contraintes énoncées.

Question individuelle & Codage

1. Créez la classe TeachersTests et vérifiez que le main fonctionne.

VII. Cascades de constructeurs

Leçon

Dans le contexte de la création de plusieurs constructeurs au sein d'une classe en Java, une pratique courante consiste à les faire s'appeler. Cette approche permet d'éviter la duplication de code, tout en simplifiant la création d'objets par le biais de diverses combinaisons d'arguments. De manière concrète, par exemple, un constructeur plus général définit l'initialisation des variables. Un autre constructeur, moins spécifique l'invoque avec des valeurs par défaut. Cette démarche en cascade favorise non seulement la clarté du code, mais aussi sa maintenabilité.

1) Nous souhaitons pouvoir créer des étudiants uniquement avec un nom et un prénom et mettre comme année de naissance dans ce cas 1901.

Nous définissons donc un nouveau constructeur ainsi :

```
public Student(String aName, String firstName) {
    this(aName, firstName, 1901);
}
```

Ce nouveau constructeur qui permet de créer une instance de *Student* sans connaitre son année de naissance et en faisant appel par **this(…) en première ligne du constructeur** au constructeur que vous avez défini précédemment.

2) Nous introduisons une nouvelle variable d'instance dans la classe Student

```
private String email;
```

On ne souhaite pas pouvoir modifier son contenu depuis l'extérieur mais seulement le créer automatiquement à la création de l'instance comme la conjonction du nom et du prénom et de l'adresse de l'université.
On ajoute donc uniquement un accesseur en lecture et on modifie le constructeur pour que l'adresser email soit construite à partir du nom et du prénom et de l'adresse de l'université.

Questions en groupe & Codage individuel

1) Introduisez une nouvelle variable d'instance dans la classe *Student*

```
private String email;
```

2) On ne souhaite pas pouvoir modifier son contenu depuis l'extérieur mais seulement l'affecter automatiquement à la création de l'instance comme la conjonction du nom et du prénom et de l'adresse de l'université.
   a. Ajoutez donc uniquement un accesseur en lecture
   b. Modifiez la construction de l'objet pour affecter la variable *email* par

```
this.email = name + "." + firstName + "@etu.univ-cotedazur.fr";
```

   c. Quel constructeur choisissez-vous de modifier et pourquoi ?

3) Actuellement l'adresse *email* est donc construite à la construction de l'objet et la valeur obtenue est stockée dans la variable d'instance *email*.
   a) Mais que se passe-t-il si vous modifiez le nom de l'étudiant ?
   b) Modifiez votre accesseur en écriture sur le nom, pour que toute modification du nom, respectivement du prénom, mettre à jour la valeur de la variable d'instance représentant *l'email*.
   c) Avez-vous du code dupliqué ? Quelles améliorations proposez-vous pour éviter la duplication de code ?
   d) Une autre solution aurait été de définir, comme nous l'avons fait pour l'âge une unique méthode qui construit *l'email* à la demande. Nous choisissons ici de garder la variable d'instance *email*.
   e) Quels sont d'après vous les avantages et inconvénients de chaque solution ?

Question individuelle & Codage

1. Ajoutez la variable d'instance *email* à Teacher dans les mêmes conditions que précédemment, sauf qu'elle se termine par : "@univ-cotedazur.fr"

2. Mettez à jour le constructeur de la classe **Teacher pour** qu'il affecte par défaut le nom du bureau à « A 0 » et tienne compte la nouvelle variable d'instance *email*.

3. Ajoutez un constructeur qui prend en paramètre le nom, le prénom et le nom du bureau.

VIII. toString

Leçon

Avez-vous remarqué ce qui est affiché si vous exécutez le code suivant ?

```
Student s = new Student("Doe", "Jane", 2000);
System.out.println(s);
```

Vous devez avoir un affichage ressemblant à :
`Student@1f32e575`, ce qui n'est pas très utile.

Par défaut, lorsque l'on demande à afficher un objet, celui s'affiche sous la forme du nom de la classe et une référence mémoire.
Mais il est possible de définir la méthode **toString** dans chaque classe, pour afficher des informations spécifiques à l'objet. La méthode **toString** en Java permet de convertir un objet en une représentation sous forme de chaîne de caractères. Cela facilite l'affichage et le débogage en fournissant une description significative de l'objet. Par défaut, la méthode renvoie le nom de la classe et une référence mémoire, mais elle peut être redéfinie pour afficher des informations spécifiques à l'objet.

Par exemple, soit la méthode suivante définie dans la classe Student

```
public String toString() {
    return "Student : \n\t" + name + "\t " + firstName + ", \n\t" + email +
", \n\t" + birthYear + "\n";
}
```

Nous obtiendrons à présent comme affichage :

Student :
Doe Jane,
Doe.Jane@etu.univ-cotedazur,
2000

Notez que
• \n permet d'aller à la ligne et \t d'ajouter une tabulation
• +avec une variable de type int fait automatiquement la conversion de type de int à String.
• System.out.println appelle automatiquement la méthode toString()
• \' permet d'ajouter un ' dans une String par exemple
"name='" + name + '\'' correspond à name='Doe'

Questions en groupe & Codage individuel

a) Ajoutez la méthode t**oString** à la classe Student
b) Testez-la par des appels à System.out.println avec en paramètre des instances de Student.
c) Adaptez l'affichage à votre convenance.

Question individuelle & Codage

28. Définissez la méthode t**oString** de la classe Teacher.
29. Voici une proposition d'affichage, mais vous pouvez choisir celle qui vous convient :

Teacher: name='Doe',firstName='John',email='Doe.John@univ-cotedazur.fr'., office='A 0'

IX. Constantes

Leçon

Avez-vous remarqué qu'à plusieurs reprises nous avons utilisé une même valeur comme par exemple « A 0 » pour donner un nom par défaut à un bureau, 1901 comme date de naissance par défaut ?
Il est préférable lorsque l'on manipule de telles valeurs qui ne seront jamais modifiées de les définir comme des constantes.

```
static final String DEFAULT_OFFICE = "A 0";
```

En ajoutant **static** à la déclaration de la variable nous exprimons qu'elle sera partagée par toutes les instances de la classe Teacher.
En ajoutant **final** à la déclaration de la variable nous exprimons qu'elle ne pourra pas être modifiée dans le code.

```
public Teacher(String name, String firstName) {
    this.name = name;
    this.firstName = firstName;
    this.office = DEFAULT_OFFICE;
    buildEmail();
}
```

Questions en groupe & Codage individuel

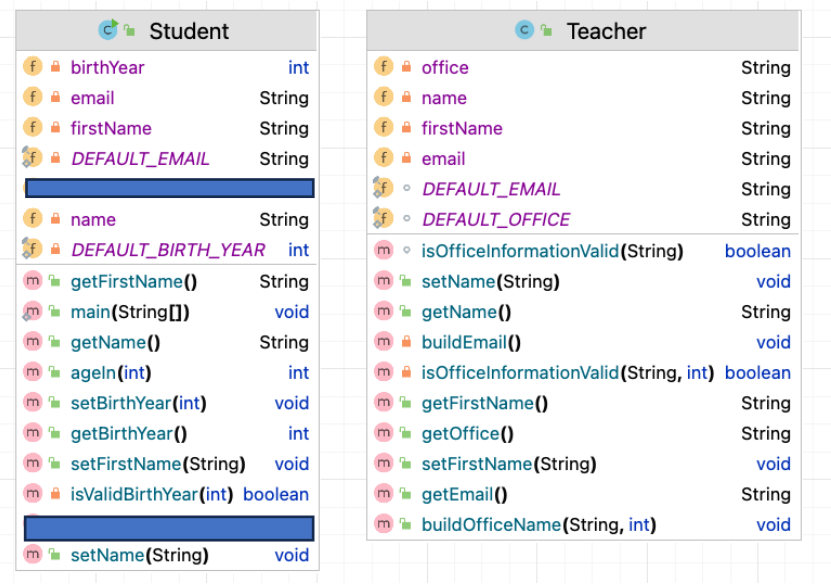
1. Mettez à jour la classe Teacher avec la déclaration de cette nouvelle constante et remplacer dans tout votre code les occurrences de « A 0 »
2. Ajouter une constante dans la classe Student pour représenter l'année de naissance par défaut dont la valeur est 1901 et remplacer toutes les occurrences de 1901.
3. Quelle autre constante pourrait être définie ?

Question individuelle & Codage

1. Vérifiez que vos codes s'exécutent « bien ».

X. Bilan

Vous devriez avoir une classe *Student* et une classe Teacher définies par les éléments suivants.



Nous avons ajouté la méthode suivante pour vérifier dans le constructeur de Teacher que le nom du bureau est valide.

```
boolean isOfficeInformationValid(String officeName) {
    if (officeName.length() <3) {
        return false;
    }
    if ((officeName.charAt(0) < 'A') || (officeName.charAt(0) > 'F')) {
        return false;
    }
    if (officeName.charAt(1) != ' ') {
        return false;
    }

    int number = 0;
    String numberPart = officeName.substring(2,officeName.length() - 1);
    try {
        number = Integer.parseInt(numberPart);
    }
    catch (NumberFormatException e) {
        return false;
    }
    return (number >= 0) || (number <= 500);
}
```

Questions en groupe & Codage individuel

a) Comprenez le code de la méthode qui a été ajoutée et ajoutez-le à votre code en vérifiant dans le constructeur adéquat que le nom du bureau est bien formé.

PARTIE 2 – Relations entre classes

I. Des variables dont le type est une classe

Leçon

En POO quasiment tous les types sont des classes.

Si vous voulez en savoir plus sur les classes Java existantes allez consulter l'API Java : https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/

En particulier vous avez déjà vu la classe **String** dont vous avez utilisé différentes méthodes telles que : charAt.

Vous pouvez, vous aussi, définir l'API des classes que vous créez en écrivant la javadoc (cf. https://www.oracle.com/fr/technical-resources/articles/java/javadoc-tool.html).

Reprenons l'énoncé et la définition de Cours :

Un cours est caractérisé par son intitulé (une chaine de caractères), les étudiants inscrits, un niveau de difficulté noté entre 1 (facile) et 5 (difficile) et un enseignant responsable.

Dans cette définition vous pouvez noter que les étudiants et l'enseignant sont définis par des classes. Voici une implémentation en java possible de la classe Cours et sa représentation graphique.

Dans le code qui suit nous utilisons la notion de liste (List et ArrayList) des étudiants associés à un cours et nous utilisons la méthode **add** pour ajouter un élément à la liste.

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

public class Course {
    private String title;
    private List<Student> students;
    private int difficulty;
    private Teacher professor;

    public Course(String title, int difficulty, Teacher professor) {
        this.title = title;
        this.difficulty = difficulty;
        this.professor = professor;
        this.students = new ArrayList<>();
    }

    public void enroll(Student student) {
        students.add(student);
    }
    public List<Student> getStudents() {
        return students;
    }
```

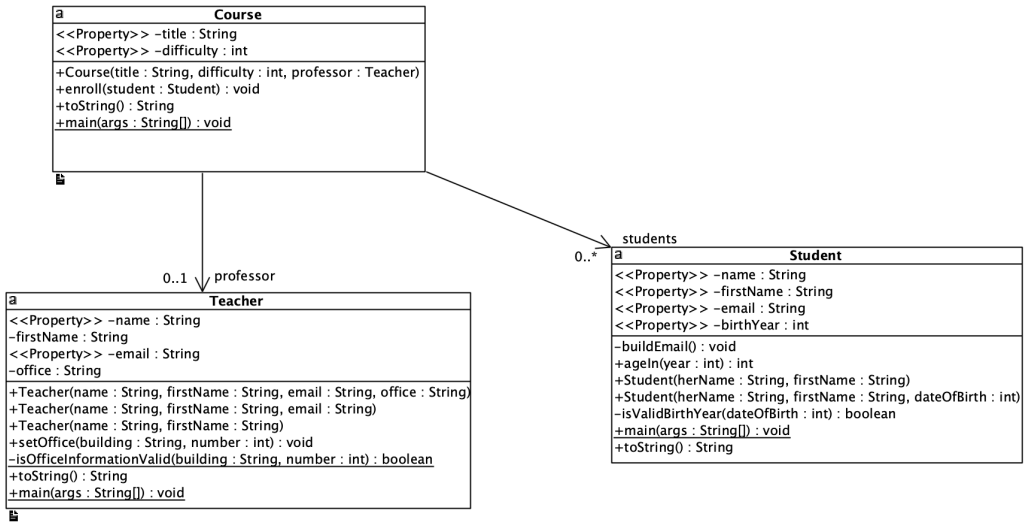
• • •

```
    public static void main(String[] args){
        Course c1 = new Course("Java", 3, new Teacher("Lovelace", "Ada"));
```

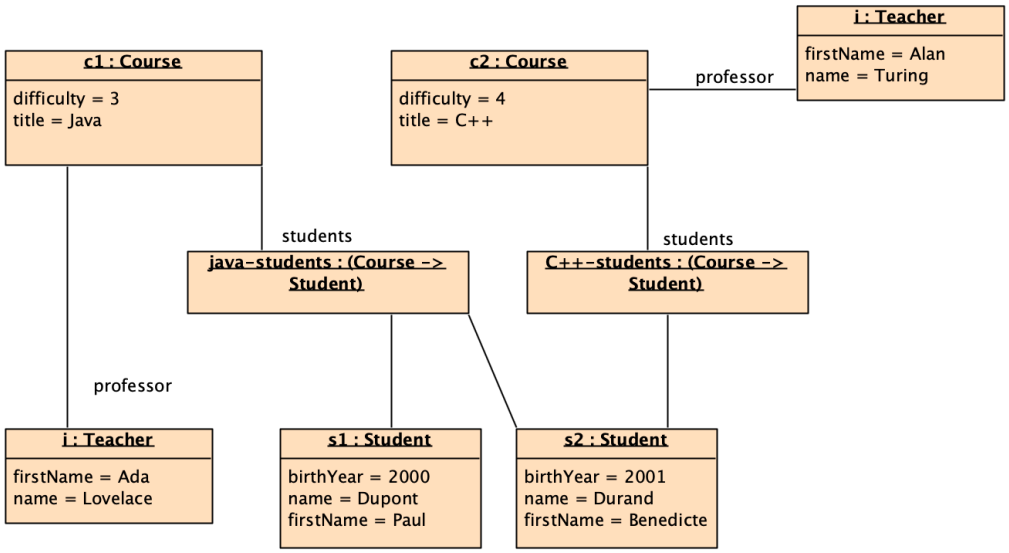
```
        Course c2 = new Course("C++", 4, new Teacher("Turing", "Alan"));
        Student s1 = new Student("Dupont", "Paul", 2000);
        Student s2 = new Student("Durand", "Benedicte", 2001);
        Student s3 = new Student("Smith", "John");
        c1.enroll(s1);
        c1.enroll(s2);
        c2.enroll(s2);
        c2.enroll(s3);
        System.out.println(c1);
        System.out.println(c2);
        System.out.println("Students in java course : ------- \n" +
c1.getStudents());
        System.out.println("Students in C++ course : ------- \n" +
c2.getStudents());
    }

}
```

Ci-dessous nous donnons une représentation graphique de ce code. Lorsque le type d'une variable d'instance est un type défini par votre application nous le représentons ci-dessous par une flèche entre les classes dont la fin vous donne le nom de la variable d'instance.



Le diagramme suivant visualise partiellement (c'est long à faire) les objets qui ont été créés dans le « main » et leurs relations.



Variable d'instance versus Attribut : Une variable d'instance est une variable déclarée au niveau de la classe et qui conserve son état propre à chaque instance (objet) créée à partir de cette classe. Chaque objet a sa propre copie de cette variable, ce qui lui permet de stocker des données uniques. C'est ainsi qu'elles ont été introduites au début de cet énoncé. **Attribut** est un terme plus général qui fait référence aux propriétés ou aux caractéristiques d'une entité. Dans le contexte de la programmation orientée objet, un attribut est souvent implémenté à l'aide de variables d'instance. C'est une manière de modéliser les données et les propriétés des objets. On utilise donc souvent le terme d'attribut à la place de variable d'instance mais dans un contexte objet, il s'agit de la même chose.

Questions en groupe & Codage individuel

b) Comprenez l'ensemble des codes donnés et en particulier
   i. le code d'initialisation de la liste des étudiants
   ii. le code d'ajout un étudiant dans la liste

c) Implémentez en comprenant la classe Course et en ajoutant les accesseurs manquants

d) Modifiez votre code pour vérifier que le coefficient de difficulté est compris en 1 et 5.

e) Est-ce que le System.out.println d'un cours affiche ce que vous souhaitez ou pas ?

Question individuelle & Codage

Une école est composée d'enseignants et d'étudiants.

1. Complétez la classe *School* pour tenir compte de cette spécification.
   un ensemble de cours sont délivrés.
2. Complétez la classe *Harmo* pour tenir compte de cette spécification.

Vous pouvez choisir de représenter l'ensemble des cours délivrés en harmonisation, non par une liste comme nous l'avons fait précédemment mais par un ensemble (Set et HashSet).

Voici des exemples de code :

```
private Set<Course> courses = new HashSet<>();

public void addCourse(Course c) {
    courses.add(c);
}
public Set<Course> getCourses() {
    return courses;
}
```

II. Interactions entre classes

Leçon

Nous avons abordé pour l'instant la construction des relations entre classes dans la déclaration des variables d'instances et avons permis d'ajouter des instances dans un ensemble et une liste, par exemple, des étudiants à un cours, des cours à une harmo etc.

Nous nous intéressons ici à la complexité de ces relations en gérant les relations inverses, un étudiant est inscrit à une liste de cours, donc on ajoute à l'étudiant la liste des cours auxquels il est inscrit. Cela suppose donc que non seulement nous ajoutions la variable *courses* à l'étudiant mais qu'également nous décidions de quand l'affecter.
Faisons le choix suivant :
un étudiant s1 choisit un cours c1 revient à appeler s1.enrollsIn(c1) qui déclenche un appel à c1.enroll(s1). *On peut donc considérer que l'étudiant choisit un cours et que le cours enregistre l'étudiant.*
Nous aurions pu faire un choix inverse ; si pour qu'un étudiant puisse s'inscrire à un cours il faut d'abord que sa demande soit acceptée nous aurions pu avoir : c1.enroll(s1) qui n'appelle s1.enrollsIn(c1) que si la demande est valide.

Questions en groupe & Codage individuel

1. Implémenter dans la classe *Student* la méthode *enrollsIn(Course c)* avec tout ce qui est nécessaire, et testez là.
2. Analysez le code donné ci-dessus qui retourne le dernier étudiant inscrit à un cours.
3. A…. qui renvoie la position d'un étudiant de nom donnée dans un cours
4. Pouvons-nous définir des méthodes similaires avec la notion d'ensemble associée à l'ensemble des cours suivis par un étudiant.

Question individuelle & Codage

Un enseignant connait la liste des cours dont il est responsable. Évidemment un cours dont il est responsable doit avoir pour responsable lui-même.

1. Implémenter cette spécification en tenant bien compte de la bi-directionnalité entre le responsable de cours et la liste des cours dont un enseignant est responsable.

III. Boucles

Leçon

Nous allons à présent parcourir les ensembles ou les listes que vous avez définis.

Dans la classe **Course**

```
public boolean isEnrolled(String  name, String firstName) {

    for (Student s : students) {
        if (s.getName().equals(name) && s.getFirstName().equals(firstName))
{
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

Dans la classe **Harmo**

```
/**
 * Permet de retrouver un étudiant inscrit dans nos listes à partir de son
email
 * @param email
 * @return l'étudiant dont l'émail correspond au paramétre, retourne null
sinon.
 */
public Student findStudent(String email) {
    for (Student student : students) {
        if (student.getEmail().equals(email)) {
            return student;
        }
    }
    return null;
}
```

Questions en groupe & Codage individuel

1. Comprendre les codes
2. Écrire la méthode qui calcule la moyenne d'âge des étudiants inscrits à un cours.
    i. Dans quelle classe définissez-vous cette méthode ?
    ii. Que se passe-t-il si aucun étudiant n'est inscrit au cours ?

Question individuelle & Codage

1. Écrire la méthode qui calcule la moyenne du niveau de difficulté des cours choisis par un étudiant. Dans quelle classe définissez-vous cette méthode ?
2. Écrire la méthode qui calcule la moyenne du niveau de difficulté des cours dont il est responsable. Dans quelle classe définissez-vous cette méthode ?
3. Écrire la méthode qui calcule la moyenne d'âge des étudiants de l'école. Dans quelle classe définissez-vous cette méthode ?
4. Supposons que nous voulions ajouter le fait que les étudiants évaluent leur progression à la fin du cours sur les notions abordées avec un pourcentage. Comment proposez- vous de définir cette donnée et de faire évoluer le code en conséquence ?
   N'hésitez pas à regarder les classes de l'API Java.

IV. Polymorphisme > Overloading

Leçon

Nous vous proposons d'ajouter une nouvelle méthode dans la classe **Harmo.** Nous l'appellons comme précédemment *findStudent* mais changeons ses paramètres.

```
/**
 * Permet de retrouver un étudiant inscrit dans nos listes à partir de son
nom et son prenom
 * @param name
 * @param firstName
 * @return
 */
public Student findStudent(String name, String firstName) {
    for (Student student : students) {
        if (student.getName().equals(name) &&
student.getFirstName().equals(firstName)) {
            return student;
        }
    }
    return null;
}
```

Nous avons défini 2 méthodes " findStudent" qui varient sur leur paramètre d'entrée.

Overloading (Surcharge de méthodes) :

Overloading se produit lorsque vous avez plusieurs méthodes dans une même classe qui portent le même nom mais ont des paramètres différents (type, ordre ou nombre de paramètres différents). Les méthodes surchargées ont donc le même nom mais des signatures de méthode différentes. La résolution de la méthode à appeler se fait au moment de la compilation en se basant sur les arguments passés.

Regardez dans l'API pour les collections les méthodes surchargées proposées.

Questions en groupe & Codage individuel

1. Comment définiriez-vous la méthode qui recherche un ou plusieurs étudiants à partir de son nom uniquement ?

Question individuelle & Codage

Un enseignant connait la liste des cours dont il est responsable.

1. Implémentez cette spécification.
2. Ecrire les méthodes findCours qui font sens pour vous ?

V. Equals

Leçon

Dans la classe Course nous avons défini une méthode isEnrolled …. Nous aimerions mieux pouvoir vérifier si c'est vraiment le meme étudiant, même age, même email, etc. Nous surchargeons donc la méthode et utilisons le contains qui cherche s'il existe un objet egal.

```
public boolean isEnrolled(Student student) {
    return students.contains(student);
}
```

```
        public boolean isEnrolled(String  name, String firstName) {
          //Another solution when defined equals method in Student class
          // return students.contains(student);
          for (Student s : students) {
            if (s.getName().equals(name) && s.getFirstName().equals(firstName)) {
              return true;
            }
          }
          return false;
        }

        public boolean isEnrolled(Student student) {
          return students.contains(student);
        }
```

Questions en groupe & Codage individuel

2. -----

Question individuelle & Codage

Un enseignant connait la liste des cours dont il est responsable.

3. Implémenter cette spécification.

La dernière méthode utilise l'égalité entre objets, au travers de *indexOf*. Vous reverrez cela en cours. Mais nous ajoutons à la classe `Etudiant` la méthode suivante pour pouvoir comparer 2 étudiants sur leurs nom et prénom, uniquement.

```
@Override
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o)
```

```
        return true;
    if (o == null || getClass() != o.getClass())
        return false;
    Etudiant etudiant = (Etudiant) o;
    return Objects.equals(nom, etudiant.nom) && Objects.equals(prenom,
etudiant.prenom);
}
```

VI. REFACTORING et consolidation : facultatif

Leçon

Questions en groupe & Codage individuel

3. On demande à vérifier au niveau de l'harmonisation que seuls des étudiants de l'école sont inscrits aux cours.
4. Un étudiant ne peut avoir que des cours de niveau 1, écrire une méthode qui renvoie le niveau maximum des cours auxquels un étudiant est inscrit. ??
5. Regardez ensemble la classe ? et reprenez les spécifications de X à Y qu'avons-nous oublié de modéliser
6. Est-il possible qu'il manque des accesseurs ?
7. Avez-vous bien testé, commenté …
8. Est-ce que toutes vos instances s'affichent correctement ? Que devez-vous faire pour améliorer les affichages ?

Question individuelle & Codage

Nettoyez, commentez votre code.

4. Implémenter cette spécification. Le niveau ente 1 et 5
5.
6. **FAIRE :**
7. Compléter les accesseurs. Nous n'avons ni vérifié toutes les données ni défini toutes les variables d'instances et les accesseurs.

PARTIE 3 – Héritage entre classes

Prochainement disponible.