Bases de la programmation orientée objet
Compléments

Denis Poitrenaud

IUT de l'Université Paris Descartes
Denis.Poitrenaud@ParisDescartes.fr

DUT Informatique – 2ème Semestre

Grandes lignes de ce cours

Qualité logicielle

Qualité logicielle

- La qualité logicielle est un sujet central en génie logiciel (voir `http://fr.wikipedia.org/wiki/Qualité_logicielle` pour une introduction et une bibliographie générale).
- (*extrait*) Parmi les critères de qualité, on distingue :
  - la complétude des fonctionnalités,
  - la précision des résultats,
  - la fiabilité,
  - la tolérance de pannes,
  - la facilité et la flexibilité de son utilisation,
  - la performance,
  - la consistance,
  - l'intégrité des informations,
  - la compatibilité et la portabilité,
  - la simplicité,
  - l'extensibilité,
  - la facilité de correction et de transformation.

Qualité logicielle visée en BPO

- Nous nous focalisons ici uniquement sur les critères internes de qualité (i.e. la qualité des sources)
- Les classes de vos projets doivent respecter ces critères
- Des outils informatiques peuvent vous aider à repérer une bonne part des erreurs les plus courantes
  - **Checkstyle** (`http://checkstyle.sourceforge.net/`)
    Checkstyle is a development tool to help programmers write Java code that adheres to a coding standard.
  - **Findbugs** (`http://findbugs.sourceforge.net/`)
    FindBugs is a program to find bugs in Java programs. It looks for instances of "bug patterns" — code instances that are likely to be errors.
- Les deux logiciels ci-dessus sont disponibles sous la forme de plugins Eclipse
  - `http://eclipse-cs.sourceforge.net`
  - `http://findbugs.cs.umd.edu/eclipse/`

Simplicité et facilité de compréhension

Simplicité et facilité de compréhension

- Un des critères internes de qualité permettant d'obtenir une bonne qualité externe est la simplicité des fichier sources
- Un programmeur (ou un correcteur) devrait pouvoir comprendre les algorithmes mis en œuvre dans un programme à sa simple lecture :
  - Bien choisir les identificateurs (des classes, méthodes, attributs, variables, constantes, etc)
  - Repousser les détails dans des méthodes auxiliaires (privées au besoin)
  - Éviter les variables intermédiaires inutiles.
  - Employer les idiomes classiques de la programmation
  - Exemple :

    return a < b;

    plutôt que

    if (a < b) **return true**; **else return false**;

Autre exemple d'idiome

- 3 boucles différentes pour exécuter `n` fois des instructions

```
for (int i = 1; i <= n; i = i + 1) {
   ...
}
```

```
for (int i = 0; i < n; ++i) {
   ...
}
```

```
int i = 0; // la portée de i n'est pas la même
while (i < n) {
   ...
   i += 1;
}
```

- La seconde est la plus employée $\Longrightarrow$ il faut la privilégier

Cosmétique

Une bonne présentation facilite grandement la lecture et la compréhension

- L'indentation doit être correcte et homogène
  - Réindentation automatique avec Eclipse
    menu `Sources` → `Format`
- Le programme doit pouvoir être imprimé tout en préservant une indentation correcte
  - Chaque ligne ne doit pas dépasser 60 caractères
  - Les tabulations doivent correspondre à 2 espaces
  - Le formatage proposé par Eclipse réorganise automatiquement les lignes pour qu'elles aient la bonne longueur

Respect de l'encapsulation

Respect de l'encapsulation

- Le principe d'encapsulation impose que l'état d'un objet ne puisse être modifié qu'au travers les méthodes

```
public class Etudiant {
  private String nom;
  private ArrayList<Double> notes;

  public Etudiant(String nom) {
    this.nom = nom;
    this.notes = new ArrayList<Double>();
  }

  public void ajouter(Double note) {
    notes.add(note);
  }

  public double moyenne() { ... }

  public String toString() {
    return nom + " (moyenne : " + moyenne() + ")";
  }
}
```


Respect de l'encapsulation ?

- La classe ne permet pas de modifier une note d'un étudiant une fois qu'elle a été ajoutée
- On veut pouvoir créer un étudiant avec une liste de notes initialement non vide
- On ajoute un nouveau constructeur :

```
public class Etudiant {
  ...
  public Etudiant(String nom, ArrayList<Double> notes) {
    this.nom = nom;
    this.notes = notes;
  }
  ...
}
```

- Le principe d'encapsulation est-t-il encore respecté ?

Violation du principe d'encapsulation

```
public class Scolarité {
  public static void main(String[] args) {
    ArrayList<Double> liste = new ArrayList<Double>();
    liste.add(8.);
    liste.add(10.);

    Etudiant e = new Etudiant("toto", liste);
    System.out.println(e.toString());

    liste.set(0, 15.);

    System.out.println(e.toString());
  }
}
```

Ce programme affiche :

```
toto (moyenne : 9.0)
toto (moyenne : 12.5)
```


Copie défensive

- Il faut garder une copie de la liste fournie plutôt que la liste elle-même

```
public class Etudiant {
  ...
  // On conserve une copie de la liste
  public Etudiant(String nom, ArrayList<Double> notes) {
    this.nom = nom;
    // Usage du constructeur par copie
    this.notes = new ArrayList<Double>(notes);
  }

  // De même, nous pouvons introduire un getter
  // mais il doit retourner une copie de la liste
  public ArrayList<Double> getNotes() {
    return new ArrayList<Double>(notes);
  }
  ...
}
```

Respect de l'encapsulation

- On ne doit pas conserver en mémoire des références fournies par l'utilisateur
- Toutefois, peut-on modifier le nom d'un étudiant *a posteriori* ?

```
public class Scolarité {
  public static void main(String[] args) {
    String nom = "toto";
    Etudiant e = new Etudiant(nom);
    e.ajouter(5.);
    System.out.println(e.toString());

    nom = "titi"; // sans effet sur e

    System.out.println(e.toString());
  }
}
```

- La classe `String` n'offre aucune méthode permettant de modifier la chaîne. La copie préventive du nom est donc inutile.

Atomicité des méthodes publiques

Atomicité des méthodes publiques

- Tout constructeur doit initialiser toutes les données de l'objet et les positionner à des valeurs cohérentes
- Toute méthode publique invoquée sur un objet doit laisser ses données dans un état cohérent
- Contre-exemple :

```
public class JeuMalConçu {
  ...
  public void jouer(Coup c) {
    ...
  }

  public void ajouterPoints(Coup c) { ... }

  public void passerAuJoueurSuivant() { ... }
}
```


Atomicité des méthodes publiques

- Solution :

```
public class JeuBienConçu {
  ...
  public void jouer(Coup c) {
    ...
    this.ajouterPoints(c);
    this.passerAuJoueurSuivant();
  }

  private void ajouterPoints(Coup c) { ... }

  private void passerAuJoueurSuivant() { ... }
}
```

Erreurs usuelles

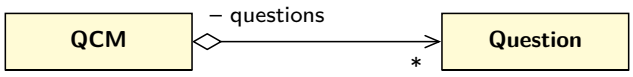
Erreurs usuelles

- Méthodes trop longues (moins lisible)
- Code dupliqué (moins lisible et reproduction des bugs)
- Attributs inutiles (souvent des variables locales mal placées)
- Paramètres inutiles
- Responsabilités mal placées (méthode d'instance au lieu de méthode statique ou à déplacer vers une autre classe)
- Affichages et saisies mal placés (il vaut mieux laisser l'utilisateur de la classe afficher ou saisir les données nécessaires)
- Types de données mal choisis (des chaînes de caractère partout par exemple)
- Nombres (ou chaines, caractères, ...) magiques

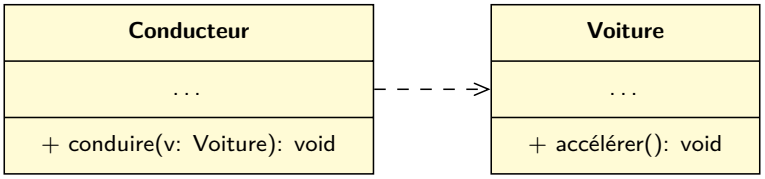
Dépendances

Dépendances inter-classes

- Une classe `A` dépend d'une classe `B` si le code de la classe `A` manipule des données de type `B`
- Dans un diagramme de classe, on distingue la relation d'agrégation (association/composition) :

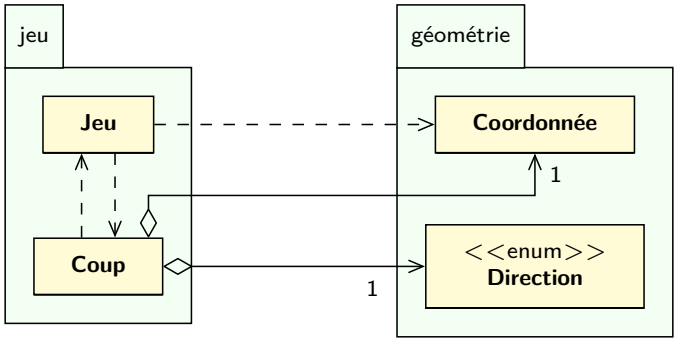


- de la simple relation d'utilisation :

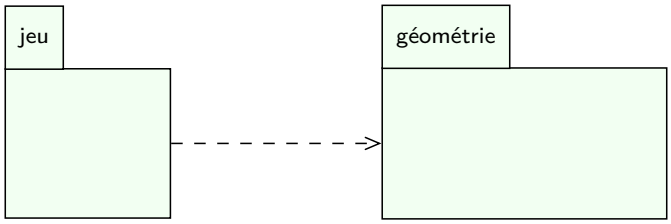


Dépendances inter-paquetages

- Un paquetage `A` dépend d'un paquetage `B` si une classe de `A` dépend d'une classe de `B`



- Diagramme de paquetage



Dépendances inter-paquetages

- Un paquetage est l'unité de livraison (i.e. un ensemble minimal de classes pouvant être fourni à un utilisateur)
- Si un paquetage `A` dépend d'un paquetage `B` alors
  - `B` doit être livré avec `A`
  - si `B` est modifié ou corrigé alors les utilisateurs de `A` doivent être livrés à nouveau

- Les circuits de dépendances entre paquetages ($\texttt{A} \rightarrow \texttt{B} \rightarrow \ldots \rightarrow \texttt{A}$) doivent être évités
- Ils dénotent généralement d'une erreur de conception (classe mal placée, dépendance inutile, ...)

Généricité

Classes génériques

Classes génériques

Les classes peuvent être paramétrées par des types :

```
public class Exemple {
  public static void main(String[] args) {
    // les listes sont paramétrées par le type
    // des éléments qu'elles contiennent
    ArrayList<String> a = new ArrayList<String>();
    a.add("un premier élément");
    a.add("un deuxième élément");

    // les tableaux associatifs par le type des clés
    // et celui des données associées
    HashMap<String, String> annuaire;
    annuaire = HashMap<String, String>();
    annuaire.put("Mickey", "06-62-54-37-43");
    annuaire.put("Daisy", "07-14-78-29-03");
    String tél = annuaire.get("Daisy");
  }
}
```


Définition d'une classe générique

- Le nom de la classe doit être suivi du nom des paramètres formels.
- Ces paramètres seront remplacés par des types concrets à l'instanciation (i.e. lors de l'utilisation).

```
public class Couple<T> {
  private T premier, second;

  public Couple(T un, T deux) {
    premier = un;
    second = deux;
  }
  ...
}
```

Définition d'une classe générique – suite

```
public class Couple<T> {
  ...

  public T getPremier() {
    return premier;
  }

  public T getSecond() {
    return second;
  }

  public String toString() {
    return "(" + premier.toString() + ",␣" +
                 second.toString() + ")";
  }
}
```


Utilisation d'une classe générique

```
public class Appli {
  public static void main(String[] args) {
    Couple<Integer> ci = new Couple<Integer>(1, 2);
    System.out.println(ci.toString());

    Couple<Couple<Integer>> cc;
    cc = new Couple<Couple<Integer>>(ci, ci);
    System.out.println(cc.toString());
  }
}
```

- Le programme affiche :

```
(1, 2)
((1, 2), (1, 2))
```

Utilisation d'une classe générique – suite

Les seuls paramètres génériques effectifs autorisés sont des classes et des tableaux

```
public class Appli {
  public static void main(String[] args) {

    Couple<String> cs; // ok
    cs = new Couple<String>("a", "b");

    Couple<int[]> ct; // ok
    ct = new Couple<int[]>(new int[2], new int[3]);

    Couple<int> ci; // not ok
  }
}
```


Paramètres génériques

- En conséquence, on ne peut appliquer aux données de ces types que ce qui est commun aux classes et aux tableaux $\Longrightarrow$ les protocoles standards :

```
public class Couple<T> {
  ...
  public boolean contient(T e) {
    return premier.equals(e) || second.equals(e);
  }

  public String toString() {
    return "(" + premier.toString() + ",␣" +
                 second.toString() + ")";
  }
}
```

Nous verrons comment aller plus loin dans la 2^{nde} partie du cours.

Méthodes génériques

Définition de méthodes génériques

- Une méthode peut être paramétrée par des types
- Les paramètres génériques formels précèdent le prototype

```
public class Exemple {
  public static <T> T choixAléatoireParmi(T[] tab) {
    Random rd = new Random();
    return tab[rd.nextInt(tab.length)];
  }

public static <T> void permute(Couple<T> c) {
    T tmp = c.getPremier();
    c.setPremier(c.getSecond());
    c.setSecond(tmp);
  }
}
```

Utilisation de méthodes génériques

- Les paramètres génériques formels sont automatiquement déduits de l'invocation de la méthode

```
public class Exemple {
  public static void main(String[] args) {
    Integer[] tab = { 1, 2, 3, 4, 5 };
    // T reçoit Integer
    int i = Exemple.choixAléatoireParmi(tab);
    System.out.println(i);

    Couple<Integer> ci = new Couple<Integer>(1, 2);
    System.out.println(ci);
    // T reçoit Integer
    Exemple.permute(ci);
    System.out.println(ci);
  }
}
```


Objets non modifiables

Objets immuables

Objets immuables

- Un objet est dit immuable si aucune méthode de la classe ne permet de modifier l'état de l'objet.
- Exemple :

```
public final class Coordonnée {
  private final int x, y;

  public Coordonnée(int x, int y) {
    this.x = x; this.y = y;
  }

  public int getX() {
    return x;
  }

  public int getY() {
    return y;
  }
}
```

Objets immuables – suite

- Toutefois, la classe peut offrir des méthodes retournant de nouveaux objets du même type
- Exemple :

```
public class Coordonnée {
  ...

  public Coordonnée déplace(int dx, int dy) {
    return new Coordonnée(x + dx, x + dy);
  }
}
```


Objets immuables – API standard

- La bibliothèque standard propose de nombreuses classes d'objets immuables
- Exemples :
  - `String`,
  - `Integer`, `Long`, `BigInteger`,
  - `Float`, `Double`, `BigDecimal`,
  - `Color`, ...
- Ils offrent différents avantages
  - Il n'est pas nécessaire dans faire des copies défensives pour assurer l'encapsulation
  - Ils n'ont pas à offrir des moyens de les copier (constructeur par copie, `clone`, ...)
  - Ils sont de bons candidats en tant que clé dans les tableaux associatifs

Objets immuables – API standard

La bibliothèque standard permet de rendre immuable une liste.

```
import java.util.*;

public final class Panier {
  private final List<Denrée> articles;

  public Panier(List<Denrée> articles) {
    this.articles = Collections.unmodifiableList(
                      new ArrayList<Denrée>(articles));
  }

  public List<Denrée> getArticles() {
    return articles;
  }

  public double total() {
    double cumul = 0;
    for (Denrée d: articles) cumul += d.getPrix();
    return cumul;
  }
}
```


Énumération avec données associées

Énumération – rappels

```java
package circulation;

public enum Couleur {
  ROUGE, ORANGE, VERT;
}
```

- Un type énuméré défini un type pouvant prendre un nombre limité de valeurs (celles qui sont énumérées)
- Un type énuméré permet de donner des noms symboliques (plus facile à interpréter qu'un code numérique) à des valeurs particulières
- Les valeurs peuvent être vues comme des objets immuables

Énumération – utilisation

```java
import static circulation.Couleur.*;

public class Feu {
  private Couleur couleur = VERT;

  public void suivant() {
    switch (couleur) {
    case VERT :
      couleur = ORANGE; break;
    case ORANGE :
      couleur = ROUGE; break;
    case ROUGE :
      couleur = VERT; break;
    }
  }

  public boolean peutPasser() {
    return couleur == VERT;
  }
}
```

Énumération avec données associées

```
public enum Direction {
  EST(1, 0), OUEST(-1, 0), NORD(0, -1), SUD(0, 1);

  // Données associées
  // Aucune méthode (autre que le constructeur)
  // ne doit les modifier
  private final int dx, dy;

  // Le constructeur ne peut être employé que pour les
  // valeurs ci-dessus (quelque soit sa visibilité)
  Direction(int dx, int dy) {
    this.dx = dx; this.dy = dy;
  }

  public int getDx() { return dx; }

  public int getDy() { return dy; }
}
```


Énumération avec données associées – utilisation

```
public class Coordonnée {
  private int x, y;

  public Coordonnée(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }

  public void déplaceVersLe(Direction d) {
    x += d.getDx();
    y += d.getDy();
  }

  public String toString() {
    return "(" + x + ", " + y + ")";
  }
}
```

Classes internes

Les classes et leur visibilité

Plusieurs classes au sein d'un même fichier

- Un même fichier source peut contenir la définition de plusieurs classes mais une seule peut être déclarée publique
- Les autres classes doivent avoir la visibilité paquetage (et elles pourront être employées uniquement dans le paquetage)
- Le nom du fichier doit correspondre à celui de la classe publique si elle existe ou d'une des classes du fichier (n'importe laquelle) dans le cas contraire

Classes définies au sein d'une autre classe

- La définition d'une classe peut contenir la définition d'autres classes
- Leur visibilité peut être publique, privée ou de niveau paquetage
- Hors de la classe englobante et lorsqu'elles sont visibles, il faut employer leur nom complet (le nom de la classe englobante suivi du nom de la classe englobée) pour les désigner

Les classes internes

- Une classe interne (englobée dans une autre classe) peut être statique ou non-statique
- Une classe interne statique est une classe traditionnelle
- La déclarer au sein d'une autre classe permet de limiter sa visibilité (privée) et/ou de marquer sa fonction utilitaire par rapport à la classe englobante

```
public class Liste {
  private static class Maillon {
    int valeur;
    Maillon suivant;
    public Maillon(int val, Maillon suiv) {
      valeur = val; suivant = suiv;
    }
  }

  private Maillon tête = null;

  public void ajouter(int v) {
    tête = new Maillon(v, tête);
  }
}
```


Classe interne non-statique

- Une classe interne non-statique est une classe dont chaque objet est lié à un objet de la classe englobante
- L'objet englobant est désigné à la construction de l'objet englobé
- L'objet englobé détient une référence vers l'objet englobant
- Cette référence permet à l'objet englobé d'accéder aux données (privées ou non) de l'objet englobant

Classe interne non-statique – Exemple

```
package banque;

public class Banque {
  private String nom;

  public Banque(String n) {
    nom = n;
  }

  public String toString() {
    return nom;
  }

  ....
}
```


Classe interne non-statique – Exemple

```
package banque;

public class Banque {
  ...
  public class Compte {
    // attributs statiques non-constants interdits
    private int num;

    public Compte(int n) {
      num = n;
  }

    public String toString() {
      // accès aux données de l'objet englobant
      // (nom désigne l'attribut nom de la banque)
      return "compte n°" + num + " (" + nom + ")";
    }

    public Banque getBanque() {
      // accès à l'objet englobant
      return Banque.this;
    }
  }
}
```

Classe interne non-statique – Utilisation

```
import banque.Banque.Compte;

public class Appli {
  public static void main(String[] args) {
    Banque b = new Banque("CL");
    Compte c;
    // un compte ne peut être créé qu'au sein
    // d'une banque particulière
    c = b.new Compte(1);
    System.out.println(c.toString());
    System.out.println(c.getBanque().toString());
    // avec une variable anonyme
    c = new Banque("CA").new Compte(2);
    System.out.println(c.toString());
    System.out.println(c.getBanque().toString());
  }
}
```

```
compte n°1 (CL)
CL
compte n°2 (CA)
CA
```