



# CSC4102: Programmation orientée objet en JAVA et construction de logiciel

Denis Conan, avec Christian Bac

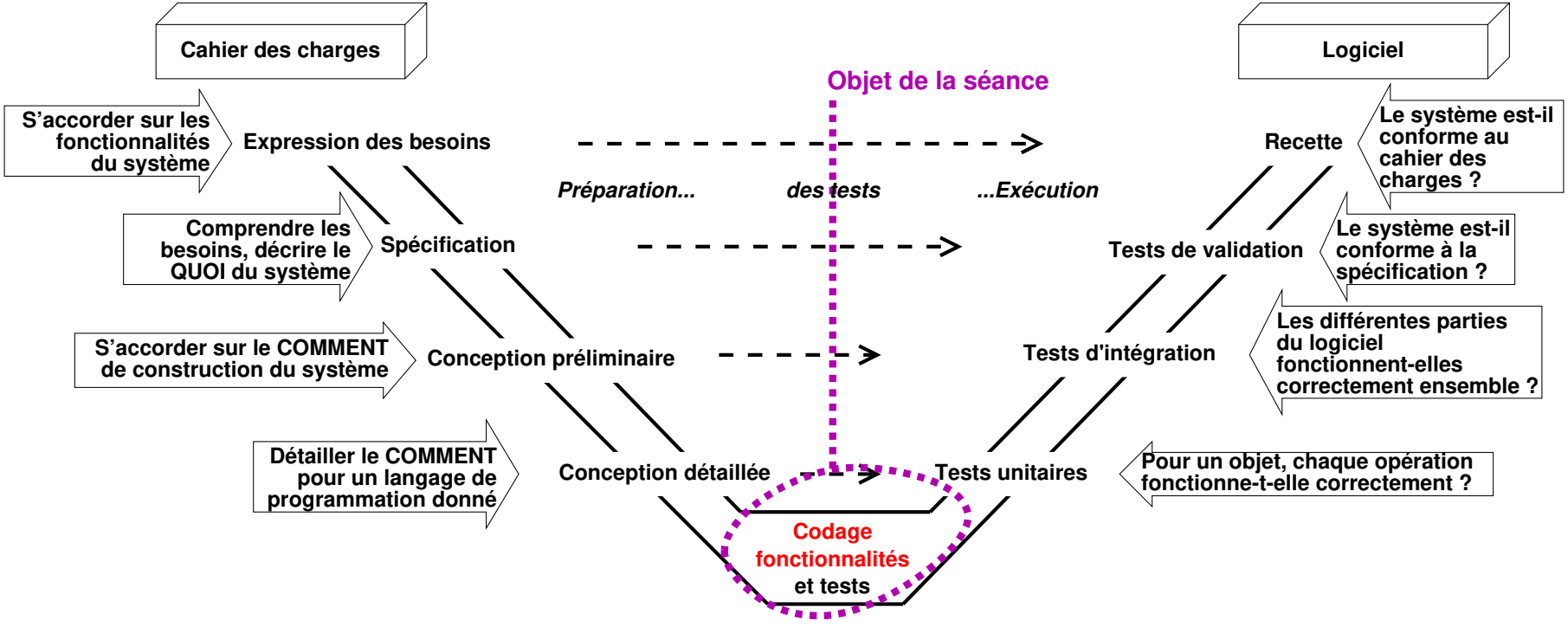
Janvier 2024

# Sommaire

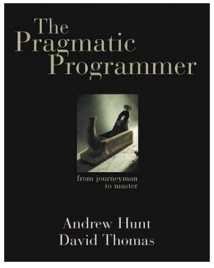
# 1 Motivations et objectifs de la séance

# 1.1 Contexte — Où en sommes-nous ?

- Mise en place du processus de construction du logiciel
- Première ébauche des classes (sans les exceptions et sans les tests)
- À venir dans la séance 6
  - Gestion des cas d'erreur avec les exceptions ainsi que programmation des tests



# 1.2 Qui demande à outiller la construction du logiciel ?




Un éditeur de texte comme `emacs` ou un environnement de développement comme `Eclipse` ne suffisent-ils pas ?

Section 42 de « *The Pragmatic Programmer : From journeyman to master* »

[Hunt and Thomas, 2000]

- *We were once at a client where all the developers were using the same IDE. Their system administrator gave each developer a set of instructions on installing add-on packages to the IDE.*
  - *These instructions filled many pages—pages full of click here, scroll there, drag this, double-click that, and do it again [...]*
- *We want to check out, build, test, and ship with a single command.*
- Dans ce module, nous utilisons MAVEN + GITLAB CI
  - Pour construire notre application et la tester à chaque commande `git push`

# 1.3 Quels sont les objectifs de la séance ?

- En chemin vers un premier noyau fonctionnel de l'application
  - Attributs et opérations des premiers cas d'utilisation
    - Uniquement ceux nécessaires pour la réalisation des premiers cas d'utilisation
  - Ce cours : programmation sans prise en compte des cas d'erreurs
- Outillage de la construction du logiciel
  - Étude de MAVEN : squelette de configuration fourni au démarrage du dépôt
    - Nous faisons le « pari » que nous gagnerons du temps ensuite
      - « *Let the computer do the repetitions, the mundane—it will do a better job of it than we would. We've got more important and more difficult things to do.* » [Hunt and Thomas, 2000]

# 2 Retours sur l'héritage

# 2.1 Transtypage

- Vers le haut (en anglais, *upcast*) = implicite : une référence d'une classe `T` peut référencer toute instance de la classe `T` ou de ses classes enfants
- Vers le bas (en anglais, *downcast*) = explicite : une référence d'une classe `S` dérivée d'une classe `T` peut recevoir une référence de la classe `T` si et seulement si :
  - L'objet référencé est autorisé : bien du type `S` ou d'un de ses types dérivés
  - Le changement de type est explicite vers le nouveau type

Classe `seance5.mediathequesimplifiee.transtypage.ExempleTranstypage`

```
1       Document doc = null;
2       Audio audio=new Audio("3","Rock␣bottom","Rober␣Wyatt","73","Progressif");
3       doc = audio; // transtypage vers le haut, upcast
4       System.out.println("doc␣est␣un␣Document␣:␣"+ (doc instanceof Document)
5         + ";␣doc␣est␣un␣Audio␣:␣" + (doc instanceof Audio));
6       audio = (Audio) doc; // transtypage vers le bas, downcast
7       System.out.println("audio␣est␣un␣Document␣:␣"+(audio instanceof Document)
8         + ";␣audio␣est␣un␣Audio␣:␣" + (audio instanceof Audio));
```

```
doc est un Document : true; doc est un Audio : true
audio est un Document : true; audio est un Audio : true
```

# 2.2 Redéfinition (en anglais, *overriding*)

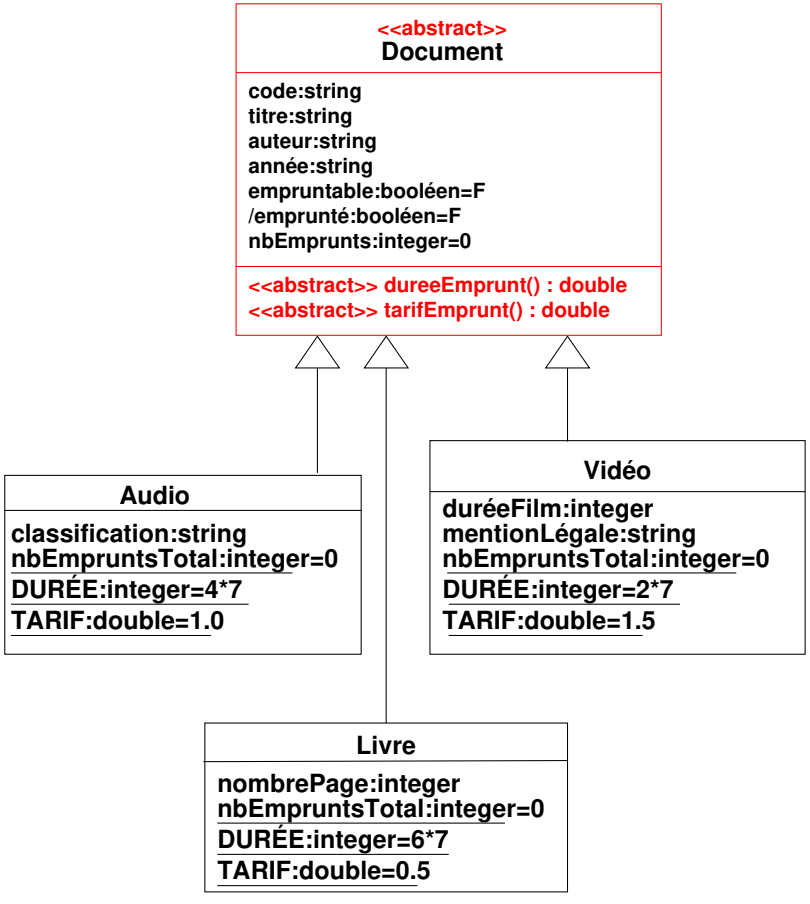
- Redéfinition possible des méthodes publiques ou protégées héritées
  - C'est le principe de substitution de Liskov&Wing (polymorphisme d'inclusion)
- Mettre l'annotation `@Override` = vérification du prototype par le compilateur
- Quelle méthode est appelée ? $\Longrightarrow$ liaison dynamique
  - Redéfinition la plus proche dans l'arbre d'héritage de la classe actuelle

Classe `seance5.mediathequesimplifiee.liaisontardive.ExempleLiaisonTardive`

```
1      Document doc = new Document("C007", "Le␣seigneur␣des␣anneaux", "Tolkien",
           "1950");
2      Audio audio = new Audio("C003", "Rock␣bottom", "Rober␣Wyatt", "1973", "
           Progressif");
3      System.out.println(doc.toString());
4      System.out.println(audio.toString());
5      doc=audio; //transtypage vers le haut, type formel/actuel=Document/Audio
6      System.out.println(doc.toString()); // appel de toString de Audio
```

```
Document [code=C007, titre=Le seigneur des anneaux, auteur=Tolkien, annee=1950, empruntable=false,
emprunte=false, nbEmprunts=0]
Audio [classification=Progressif, toString()=Document [code=C003, titre=Rock bottom, auteur=Rober
Wyatt, annee=1973, empruntable=false, emprunte=false, nbEmprunts=0]]
Audio [classification=Progressif, toString()=Document [code=C003, titre=Rock bottom, auteur=Rober
Wyatt, annee=1973, empruntable=false, emprunte=false, nbEmprunts=0]]
```

# 2.3 Classes abstraites




- Classe abstraite `Document` qui ne peut pas être instanciée
  - Raison 1 : on ne veut pas d'instance
  - Raison 2 : des méthodes ne sont pas définies
- Spécialisation nécessaire jusqu'à obtenir des classes instanciables
  - P.ex. la classe `Audio`

$\Longrightarrow$ La classe abstraite impose un comportement commun à toutes les classes enfants

- Possibilité de créer des tableaux ou des collections de références de type de la classe abstraite

# 2.3.1 Exemple de classe abstraite

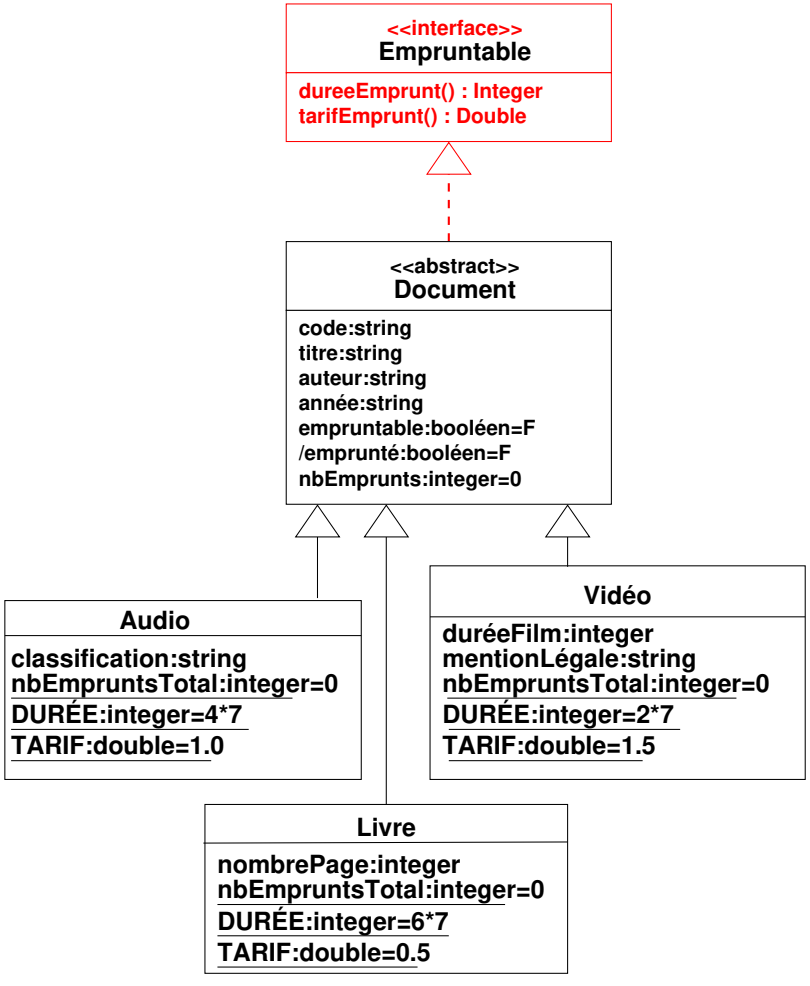
Classe seance5.mediathequesimplifiee.classeabstraite.Document

```
1 public abstract class Document {
2   // ...
3   public boolean emprunter() {
4     emprunte = true; genre.emprunter(); nbEmprunts++; return true; }
5   public abstract int dureeEmprunt(); // non definie
6   public abstract double tarifEmprunt(); // non definie
7   // ...
```

Classe seance5.mediathequesimplifiee.classeabstraite.Audio

```
1   // ...
2   @Override // redefinition avec respect du prototype
3   public boolean emprunter() { super.emprunter(); nbEmpruntsTotal++; return
        true; }
4   @Override // definition avec respect du prototype
5   public int dureeEmprunt() { return DUREE; }
6   @Override // definition avec respect du prototype
7   public double tarifEmprunt() { return TARIF; }
8   // ...
```

# 2.4 Interfaces




- Les membres d'une interface sont principalement[1] des méthodes abstraites
- Une interface est déclarée avec le mot réservé `interface`
- Une interface peut hériter (`extends`) de plusieurs interfaces
- Une classe peut implémenter (`implements`) une ou plusieurs interfaces
  - Rappel : une classe n'hérite (`extends`) que d'une seule classe

1. Depuis la version 5, possibilité de définir des constantes (*public* + *final*), et depuis la version 8, possibilité de définir des *default methods* ainsi que des méthodes *static*

# 2.4.1 Exemple d'interface

Interface seance5.mediathequesimplifiee.exempleinterface.Empruntable

```
1 public interface Empruntable {
2     int dureeEmprunt(); // definition d'un prototype (contrat)
3     double tarifEmprunt(); // definition d'un prototype (contrat)
4 }
```

Classe seance5.mediathequesimplifiee.exempleinterface.Document

```
1 public abstract class Document implements Empruntable { // implementation
```

Classe seance5.mediathequesimplifiee.exempleinterface.Audio

```
1 public final class Audio extends Document { // heritage
2   // ...
3   @Override // respect du prototype de l'interface
4   public int dureeEmprunt() { return DUREE; }
5   @Override // respect du prototype de l'interface
6   public double tarifEmprunt() { return TARIF; }
7   // ...
```

# 2.5 Classe ou interface scellée

- Pour contrôler les classes ou interfaces de la hiérarchie
  - P.ex., les seules classes enfants de la classe parente `Document` sont les classes enfants `Audio`, `Livre`, et `Video`
- Dans le module, nous n'obligeons pas à utiliser ce concept

*Classe* `eu.telecomsudparis.csc4102.etudesdecas.mediatheque.document.Document`

```
1 public abstract sealed class Document implements Empruntable, Serializable
      permits Audio, Livre, Video {
```

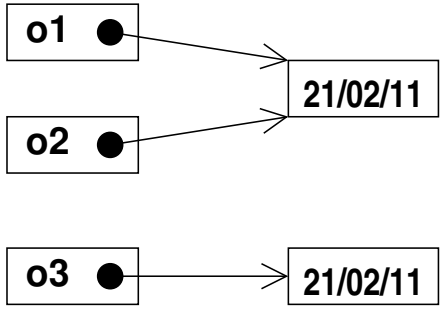
. Classe et interface scellées introduites dans la version 15.

# 3 Retours sur égalité et hachage

# 3.1 Égalité de contenu — Méthode `equals`

## Égalité de référence *Versus* égalité de contenu d'objet

- `o1 == o2` $\triangleq$ références égales
  (même objet en mémoire)
- `o1.equals(o3)` $\triangleq$ contenus égaux
  (objets peut-être différents en mémoire)




Classe `seance5.collections.ExempleCalendarEquals`

```
1       Date initial = Calendar.getInstance().getTime(); // valeur initiale
2       Calendar o1 = Calendar.getInstance(); o1.setTime(initial);
3       Calendar o2 = o1; // egalite de reference
4       Calendar o3 = // meme valeur initiale
5         Calendar.getInstance(); o3.setTime(initial);
6       System.out.println("o1 == o2 : " + (o1 == o2)
7                + ",\t" + "o1.equals(o2) : " + (o1.equals(o2)));
8       System.out.println("o1 == o3 : " + (o1 == o3)
9                + ",\t" + "o1.equals(o3) : " + (o1.equals(o3)));
```

Traces d'exécution :

```
o1 == o2 : true, o1.equals(o2) : true
o1 == o3 : false, o1.equals(o3) : true
```

# 3.1.1 Méthode equals avec instanceof

Classe seance5.mediathequesimplifiee.equalshashcode.ClientAvecInstanceof

```
1   private String nom, prenom, adresse;
2   private int nbEmpruntsEnCours = 0, nbEmpruntsDepasses = 0,
        nbEmpruntsEffectues = 0;
3   private Date dateRenouvellement, dateInscription;
4   private int codeReduction = 0;
```

Méthode equals (égalité de contenu) : clients « égaux » $\triangleq$ mêmes noms et mêmes prénoms

```
1   @Override // Default implementation in Object is (this == obj)
2   public boolean equals(final Object obj) { // Generated with Eclipse
3     if (obj == null) { return false; }
4     if (this == obj) { return true; }
5     if (!(obj instanceof ClientAvecInstanceof c)) { return false; }
6     return (nom.equals(c.nom) && prenom.equals(c.prenom));
7   }
```

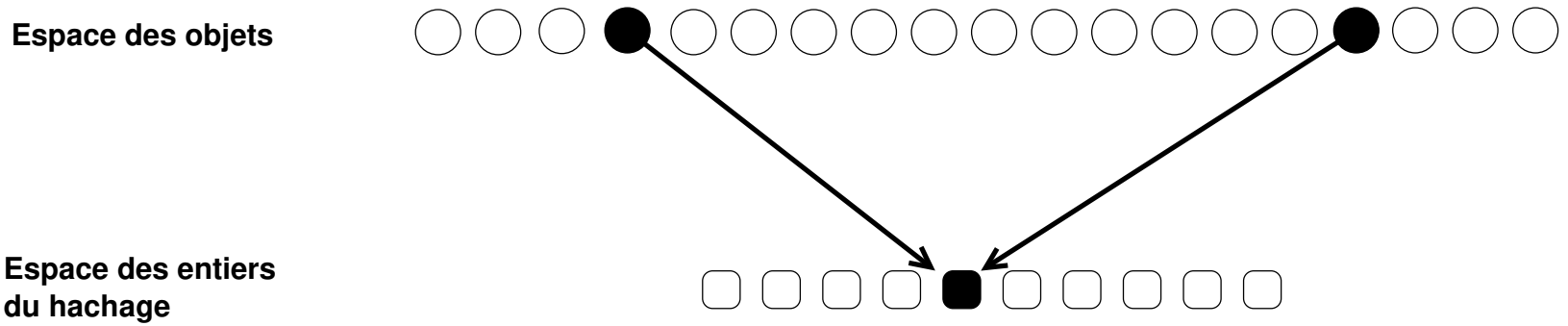
- Dans ECLIPSE, menu *Source* puis *Generate `hashCode()` and `equals()`*
  - Lors de la génération, cocher la case « Use "instanceof" to compare types »

. Comme suggéré par J. Bloch [Bloch, 2008], notre préférence va à cette façon de faire, c'est-à-dire equals mis en œuvre avec instanceof

. Depuis JAVA 14, instanceof avec transtypage dans une variable donnée

# 3.2 Hachage — Méthode `hashCode`

- Méthode utilisée pour calculer un indice dans certaines collections, plus précisément les dictionnaires
- Contrat de base :
  - Doit retourner la même valeur lorsqu'elle est appelée plusieurs fois sur le même objet
  - $\forall o_1, o_2 : o_1\texttt{.equals(}o_2\texttt{)} \implies o_1\texttt{.hashCode() = }o_2\texttt{.hashCode()}$
    - La contraposée n'est pas vraie
      - Peut retourner la même valeur pour deux objets différents
        - C'est la limite du hachage



# 3.2.1 Exemple hashCode

Classe seance5.mediathequesimplifiee.equalshashcode.Client

```
1    private String nom, prenom, adresse;
2    private int nbEmpruntsEnCours = 0, nbEmpruntsDepasses = 0,
          nbEmpruntsEffectues = 0;
3    private Date dateRenouvellement, dateInscription;
4    private int codeReduction = 0;
```

Méthode hashCode : mêmes attributs que ceux utilisés dans equals (nom, prénom)

```
1    @Override // Default implementation in Object is native (VM dependent)
2    public int hashCode() { // Generated with Eclipse
3      final int prime = 37;
4      final int magic = 17;
5      int result = magic;
6      if (nom != null) { result += nom.hashCode(); }
7      if (prenom != null) { result = prime * result + prenom.hashCode(); }
8      return result;
9    }
```

- Algorithme utilisé par Eclipse = celui de J. Bloch [Bloch, 2008]
  - Dans ECLIPSE, menu *Source* puis *Generate `hashCode()` and `equals()`*

# 4 Énumumération et enregistrement (`record`)

- Énumération = type énuméré en JAVA Classe `seance5.enumeration.Dimension`

```
1 public enum Dimension { A4, A5, LETTER; }
```

- *Records* = classe `final` avec générations du constructeur et des accesseurs
  - Des attributs de visibilité privés et immuables (`final`)
  - Un constructeur canonique qui affecte les attributs
  - Des accesseurs pour tous les attributs
  - Les méthodes `equals` et `hashCode`, et `toString`
- Ajouts/Redéf. : « constructeur compact », attributs de classe, méthodes

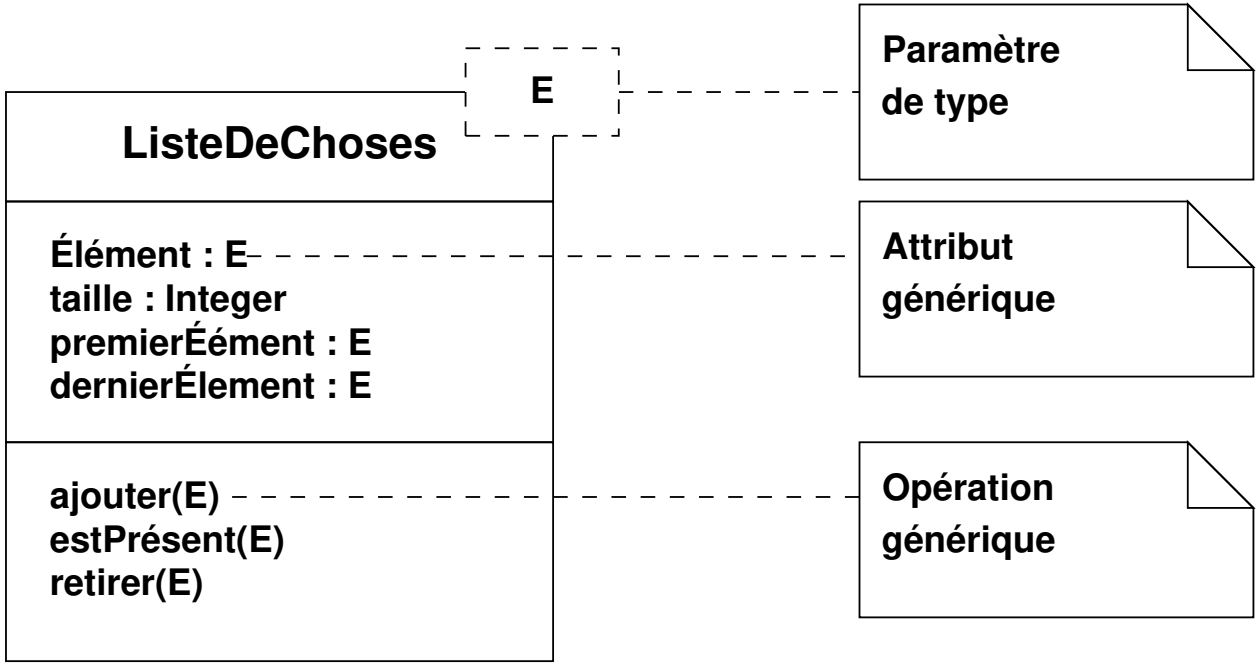
*Record* `seance5.records.Enregistrement`

```
1  public record Enregistrement(String id, String attr) implements Serializable{
2    private static final long serialVersionUID = 1L;
3    public Enregistrement { // no params, assignments implicit at the end
4      Objects.requireNonNull(id, "id␣ne␣peut␣pas␣etre␣null");
5      Objects.requireNonNull(attr, "attr␣ne␣peut␣pas␣etre␣null"); }
6    @Override public boolean equals(final Object obj) {
7      if (this == obj) { return true; }
8      if (!(obj instanceof Enregistrement other)) { return false; }
9      return Objects.equals(id, other.id); }
10   @Override public int hashCode() { return Objects.hash(id); } }
```

. Mais, pas de *extends* (classe enfant de `java.lang.Record`), pas d'autres attributs d'instance

# 5 Retours sur les classes paramétrées (par un type)

- Polymorphisme paramétrique ; *generics* dans la terminologie JAVA




- Paramètre de type = classe associée à la classe des objets manipulés
- Classe associée spécifiée entre « <> »
  - P.ex. `ArrayList<String> myStringArray = new ArrayList<>();`

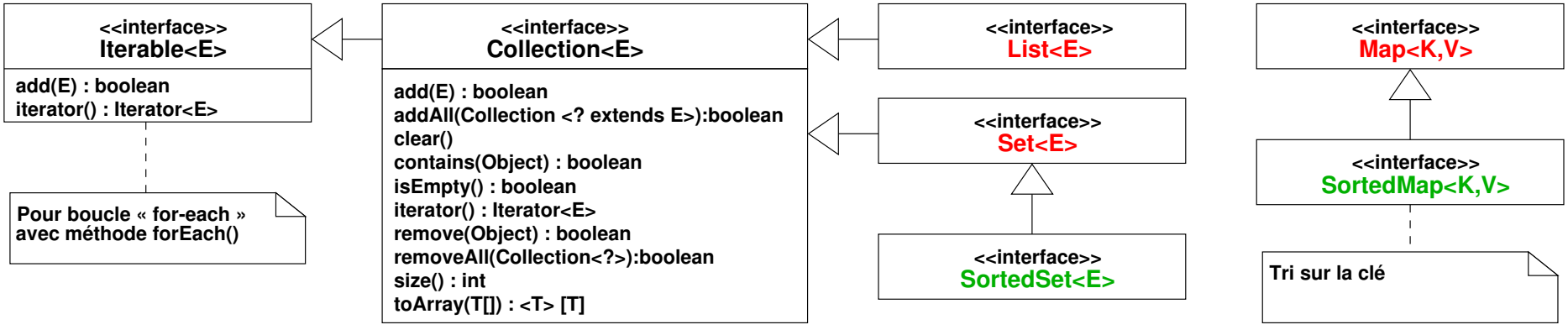
# 6 Bibliothèque, avec l'exemple des collections

# 6.1 Organisation des bibliothèques

- P.ex. les collections pour les associations avec des multiplicités $\neq$ `0..1`
- Conceptuellement, une bibliothèque =
  - + Interface = types de données abstraits
    - — Les interfaces constituent un standard de fait du langage
  - + Classes concrètes = structures de données
    - — Les classes concrètes sont les mises en œuvre de référence
    - — Possibilité de construire de nouvelles mises en œuvre
  - + Algorithmes = méthodes de classe pour trouver, trier, etc.
    - — Méthodes polymorphiques, donc applicables à beaucoup de classes concrètes

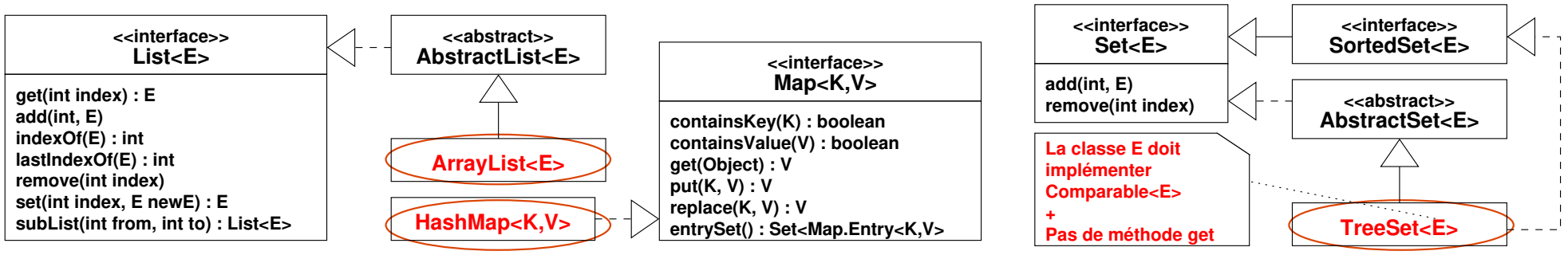
. Autres langages : *C++ Standard Template Library* (STL), *Smalltalk's collection hierarchy*

# 6.2 Quelques interfaces




- `List<E>` avec doublons possibles (liste), `Set<E>` sans doublon (ensemble)
- `Map<K,V>` apparie une clé ($k \in K$) à un objet ($v \in V$) (dictionnaire)
  - La clé $k$ indentifie de façon unique $v$
- Toutes les interfaces sont paramétrées avec un ou plusieurs types
- Certaines méthodes sont dites optionnelles dans la documentation
  - Une classe concrète peut ne pas « supporter » des méthodes optionnelles. Dans ce cas, la mise en œuvre lève l'exception `UnsupportedOperationException`

# 6.3 Quelques classes concrètes




- Différentes catégories de classes concrètes
  - Mises en œuvre de base
  - Mises en œuvre pour la concurrence d'accès (cf. `java.util.concurrent`)
  - Mises en œuvre spécifiques, p.ex. avec tri des éléments
- Uniquement trois mises en œuvre de base nécessaires dans ce module
  - Pour les collections de petite taille, `ArrayList` ≡ tableau de taille dynamique
  - Pour les collections de grande taille, `HashMap` ≡ dictionnaire
  - Pour les petites collections, `TreeSet` ≡ Ensemble trié

# 6.4 Algorithmes dans la classe `Collections`

- `sort` : tri d'une liste (*merge sort algorithm*)
- `reverse` : réordonne en sens inverse
- `fill` : remplissage avec un élément donné
- `copy` : d'une liste à une autre
- `swap` : permuter deux éléments donnés
- `addAll` : ajouter tous les élements d'une liste
- `binarySearch` : pour trouver un élément
- `frequency` : compte le nombre d'occurrences
- `disjoint` : pas d'éléments en commun
- `min` et `max` : selon l'opérateur de tri
- `shuffle` : mélange aléatoire des éléments

Classe `seance5.collections.ExempleTriListe`

```
1  import java.util.Arrays;
2  import java.util.Collections;
3  import java.util.List;
4  public class ExempleTriListe {
5    public static void main(String[] args) {
6      List<String> liste = Arrays.asList("x", "d", "e", "d");
7      Collections.sort(liste); // methode generique de tri sur une liste
8      System.out.println(liste);
9    }
10 }
```

# 6.5 Dictionnaires `Map<K,V>`

- La classe associée à la clé doit redéfinir les méthodes `hashCode()` et `equals()`
  - Si la clé d'une classe contient plusieurs attributs
    alors il faut créer une classe pour rassembler ces attributs[2] (concept de n-uplet)

Classe `seance5.collections.ClefClient`

```
1  public final class ClefClient {
2          private String nom;
3          private String prenom;
4           */
5          public ClefClient(final String n, final String p) { // ...
6          @Override
7          public boolean equals(final Object obj) { // ...
8          @Override
9          public int hashCode() { // ...
10 }
```

Classe `seance6.mediathequesimplifiee.pourlestests.Mediatheque`

```
1      private Map<ClefClient, Client> lesClients;
```

2. Sinon, besoin de créer des objets factices pour obtenir un élément

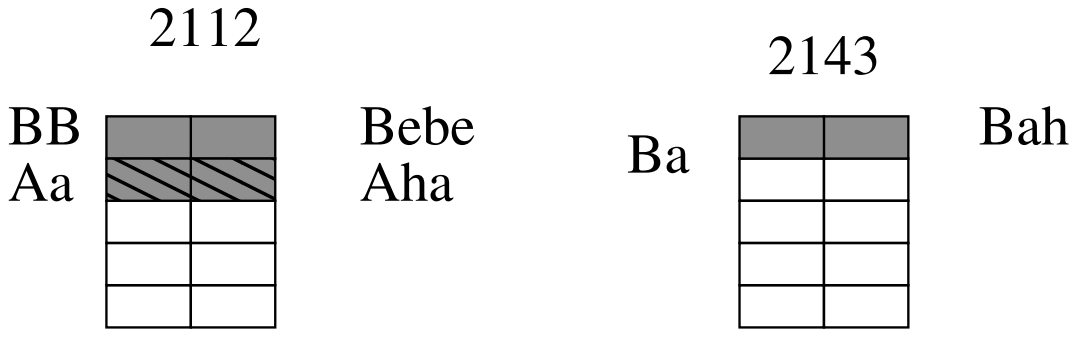
# 6.6 Structure d'une HashMap, equals et hashCode

Classe seance5.collections.ExempleHashMap

```
1 Map<String, String> hm = new HashMap<>();
2 hm.put("Ba", "Bah"); hm.put("Aa", "aha"); hm.put("BB", "bebe");
3 for (Entry<String,String> e : hm.entrySet()) {
4   System.out.println(e.getKey() + " ( " + e.getValue().hashCode() + " ) : " + e
        .getValue()); }
```

Traces d'exécution

```
Clef hashCode() : Valeur
Aa   (2112)     : aha
BB   (2112)     : bebe
Ba   (2143)     : Bah
```




- Recherche d'une valeur $v$ à partir d'une clé $k$ :
  1. `hashCode(`$k$`)` donne l'ensemble $\mathcal{K}$ des clés ayant même valeur de hachage
  2. `equals(`$k$`)` permet de trouver la bonne clé dans le petit ensemble $\mathcal{K}$, puis permet de trouver la valeur $v$

# 6.7 Parcours de collections

- Construction *for-each* : utilise implicitement un itérateur
  - Pas d'accès à l'itérateur $\Longrightarrow$ pas de suppression d'élément dans la boucle

Classe `seance5.collections.ExempledeParcoursDeCollection`

```
1 for (Entry<String,Integer> entry:dictionnaire.entrySet()) {
2   System.out.print(entry.getKey() + "->" + entry.getValue() + ",␣");
3   // dictionnaire.remove(entry.getKey()); //=> exception ConcurrentModif...
4 }
```

- Construction avec `while` et un itérateur explicite
  - `hasNext()` : retourne vrai si l'itérateur contient encore une élément
  - `next()` : retourne l'élément suivant
  - `remove()` : supprime le dernier élément retourné par `next()` de la collection[3]

Classe `seance5.collections.ExempledeParcoursDeCollection`

```
1 Iterator<String> itElem = liste.iterator();
2 while (itElem.hasNext()) { // iterateur explicite
3   String elem = itElem.next(); System.out.print(elem + ",␣");
4   itElem.remove(); // suppression possible
5 }
```

- Cf. `...ExempledeParcoursDeCollection` pour des exemples de parcours

3. Possible, mais un peu dangereux et à éviter

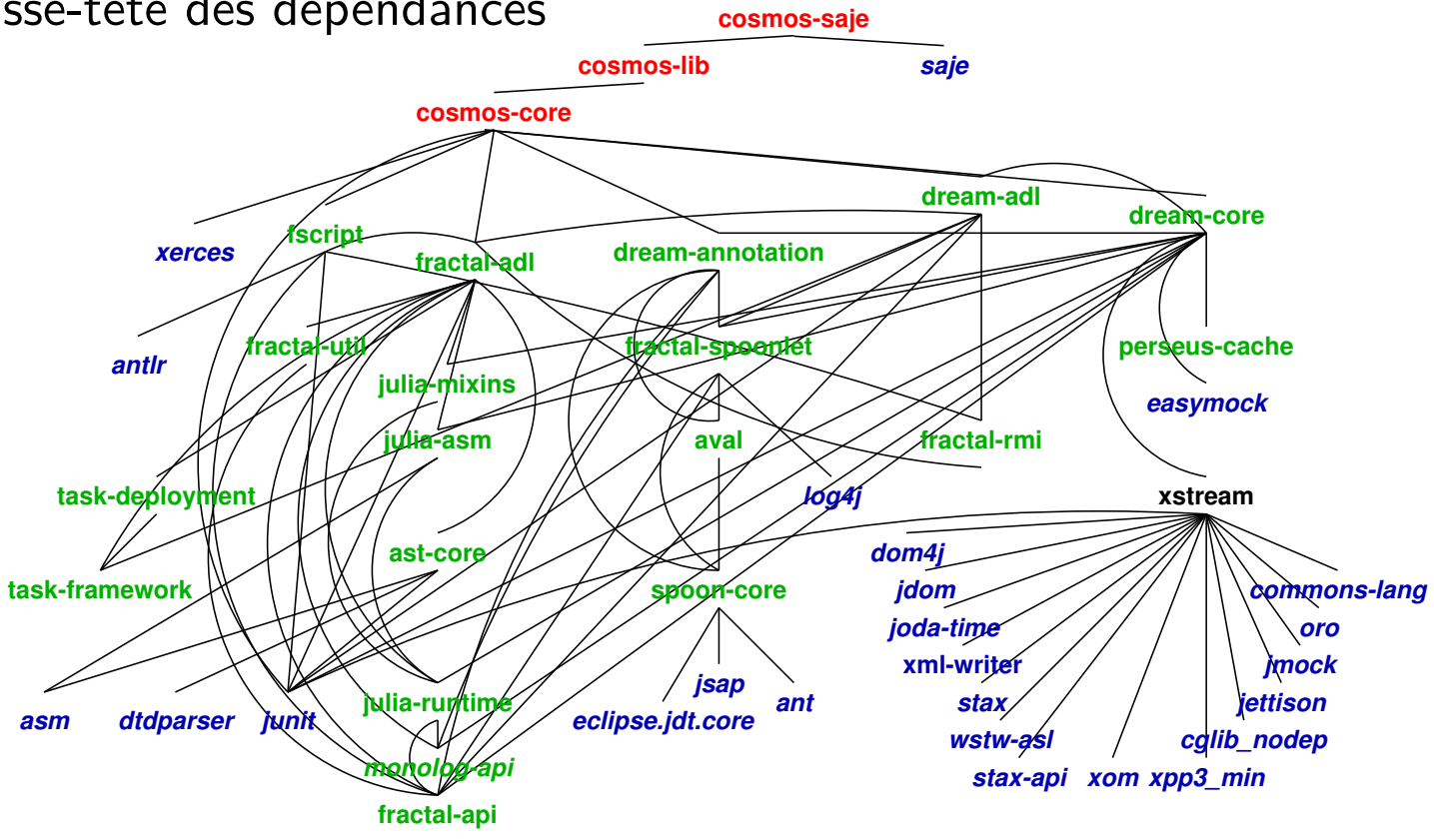
# 7 Construction de logiciel avec Maven



. https://maven.apache.org et http://books.sonatype.com/mvnex-book/reference/index.html

# 7.1 Motivations — Pourquoi Maven ?

- Toujours le même processus de construction : `javac`, `javadoc`, `jar`, etc.
- Logiciels décomposés en de multiples modules
- Le casse-tête des dépendances

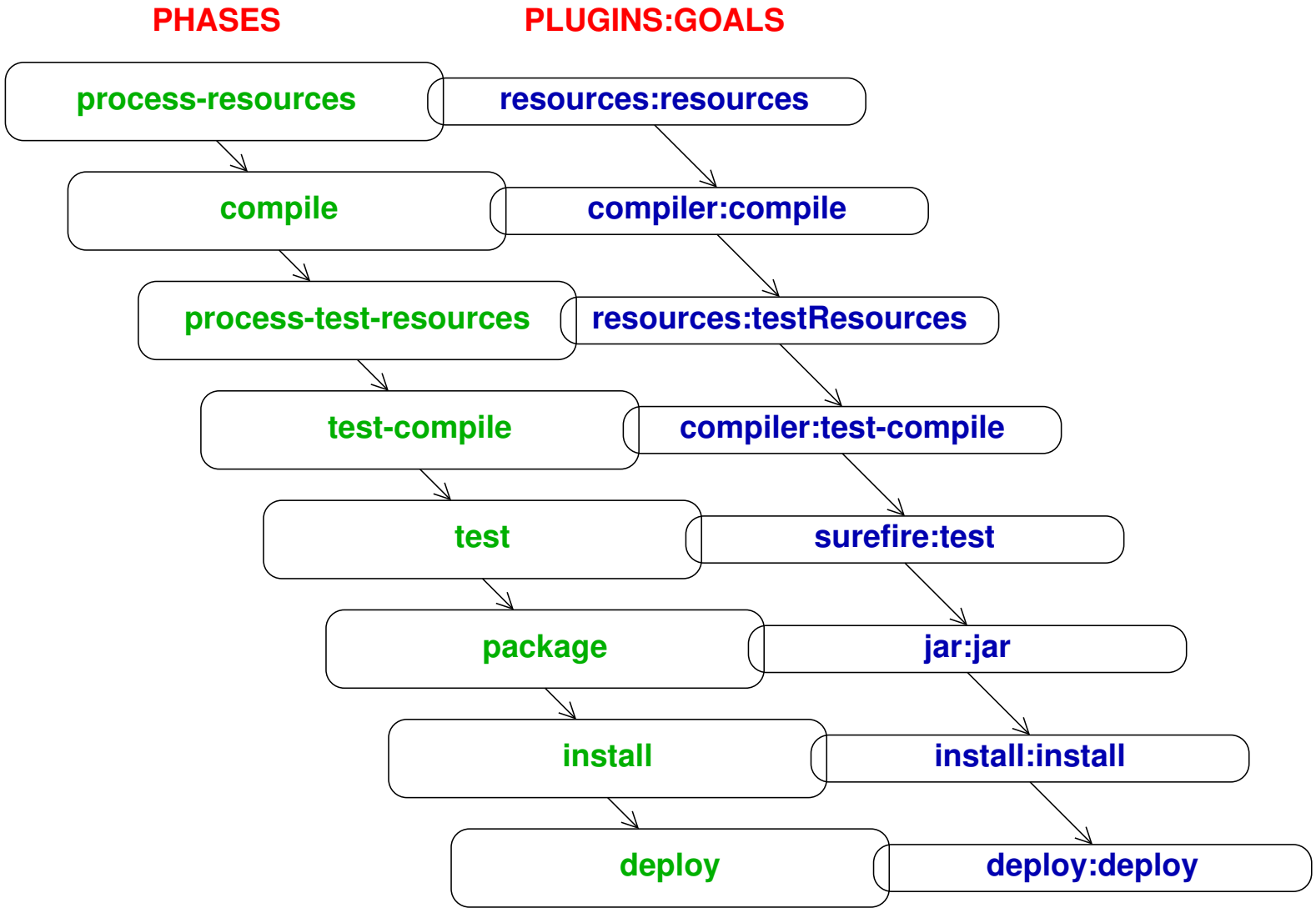



- Pour les curieux, amélioration par rapport à `make` et `Ant`

# 7.2 Dépôt et arborescence standard

- Dépôts (*Repositories*)
  - Beaucoup de dépôts sont disponibles
    - P.ex. `https://mvnrepository.com/` ou `https://search.maven.org/`
  - Dépôt local dans le répertoire: `~/.m2/repository`
    - Peuplé comme un *cache* des dépôts distants
- Arborescence standard — version simplifiée
  - `pom.xml`: POM (*Project Object Model*), toujours au niveau le plus élevé
    - Déclaration de configuration du processus de construction du module
  - `LICENSE.txt` et `README.md`
  - `src/main/java`: code source du module
  - `src/test/java`: code source des tests du module
  - `target`: tous les contenus générés (`*.class`, `*.jar`, site Web Javadoc...)

# 7.3 Processus de construction, version simplifiée



# 8 Mise en pratique en TP (2h) + HP (3h)

- Étude du module MAVEN préparé, création du projet Eclipse
  Découverte de la bibliothèque eu.telecomsudparis.csc4102.util (dates, console)
- Début de la programmation de l'application
  - Classes, attributs, constructeurs, méthodes `invariant()`
  - Au besoin, méthodes `equals` et `hashCode`, voire `toString`
  - On programme des cas d'utilisation
    - Et non « une classe complète, puis une autre, etc. »
- Rendu de la séance en HP: diag. PlantUML + `readme.md` + code JAVA
  - Si vous mettez à jour des diagrammes de conception par exemple, vérifiez bien que les images `svg` et `png` sont à jour!

# Références I


Bloch, J. (2008).
*Effective Java, 2nd Edition*.
Addison-Wesley.

Hunt, A. and Thomas, D. (2000).
*The Pragmatic Programmer: From journeyman to master*.
Addison-Wesley.

Maven (2016).
Apache Maven Project.
https://maven.apache.org.

O'Brien, T., Brian, J., van Zyl, J., Xu, J., Locher, T., Fabulich, D., Redmond, E., and Snyder, B. (2016).
Maven by Example.
http://books.sonatype.com/mvnex-book/reference/index.html.
Creative Commons License.