POO-IG

Programmation Orientée Objet et Interfaces Graphiques

Cristina Sirangelo
IRIF, Université de Paris
cristina@irif.fr

Design patterns

Exemples, code et materiel empruntés :
* Cay Horstmann. OO Design & Patterns, 2nd ed.

Conception et implémentation de programmes

- Aller d'une description informelle d'un problème à résoudre, jusqu'à l'implémentation d'un programme qui le résout
- Nécessite plusieurs étapes
    - Analyse
    - "Design" (conception / modélisation)
    - Implémentation

Conception et implémentation de programmes

- **Analyse** :
  - Fournir une description complète du logiciel à produire
    - appelée spécification (fonctionnelle) du logiciel
    - typiquement en format textuel en langage naturel (des formalismes existent mais rarement utilisés)
    - décrit **ce** que le logiciel doit faire et **pas comment**
  - Informations que la spécification doit fournir :
    - les fonctionnalités du programme
    - leurs interaction
    - les modalité d'interaction avec l'interface graphique
    - en résumé : toutes les infos que l'on trouverait dans un manuel utilisateur du logiciel
- Ne dépend pas du langage du programmation ni du paradigme de programmation (OO, fonctionnel, etc)

Conception et implémentation de programmes

- **Design** (modélisation)
  - Identification des éléments (données) du programme, de leurs interactions et des fonctionnalités qui les manipulent
  - dépend du paradigme de programmation choisi, mais pas du langage
  - Pour le paradigme OO le design revient à l'identification :
    - des classes
    - de leurs responsabilités (quelle classe fournit quelle fonctionnalité)
    - de leurs relations (quelle classe dépend / étend / agrège quelle autre classe)
- Produit : une spécification formelle des classes, de leurs relations, de leur fonctionnalités et de l'évolution de l'état des objets
- Des formalismes existent et sont souvent utilisés : UML, diagrammes d'état

Conception et implémentation de programmes

- **Implementation**
  - Développement, test et mise en oeuvre du logiciel
  - Dans le paradigme orienté objets : croissance progressive du programme par l'ajout d'une classe / groupe de classes à la fois (accompagné de tests)
  - Souvent prototypage : retarder l'implementation de certaines fonctionnalités pour monter rapidement une version prototype à faire évoluer

Design patterns

- Nous nous concentrerons dans ce cours sur la phase de design (modélisation)
- Il n'y a pas de recette à suivre, chaque problème à modéliser est different
- Cependant certaines situations à modéliser sont récurrentes
- Design pattern :
  - Une description abstraite d'un problème de modélisation et d'un arrangement d'éléments (classes et objets dans notre cas) qui le résout.
  - Utilité : à chaque fois que le problème de modélisation décrit par le design pattern se présente on peut utiliser la solution qu'il propose.

- Il en existe plusieurs dans la littérature

  cf.
  Gamma, Heml, Johnson, Vlissides - Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software
- Nous en étudierons quelques uns…

Design patterns

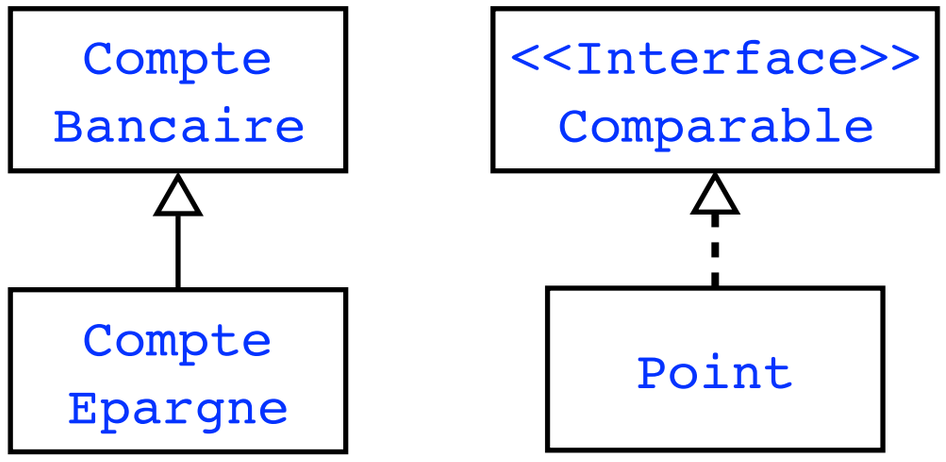
- Un design pattern doit spécifier
  - les conditions dans lesquelles il peut être utilisé
  - la solution, i.e.
    - les classes et instances qui participent à la solution,
    - leur responsabilités et
    - leur relations
  - les conséquences de son utilisation sur la modélisation

Relation entre classes

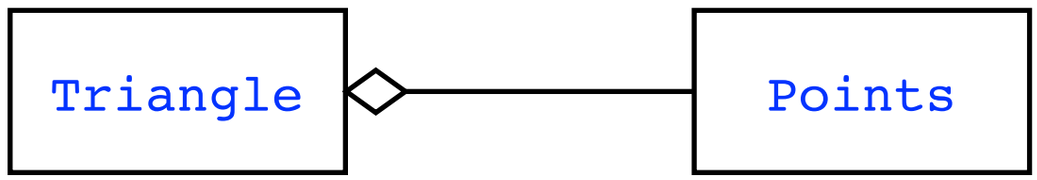
- Trois types récurrents de relations entre classes :
  - Heritage ("être")
    - Ex : un CompteEpargne "est" un CompteBancaire
  - Agrégation ("avoir")
    - Ex : un Triangle "a" des Points
  - Dépendance ("utiliser")
    - Ex : un Achat utilise un CompteBancaire (les méthodes d'Achat manipulent des objets CompteBancaire)
    - Il y a dépendance à chaque fois qu'une classe a besoin de connaître une autre classe
    - L'agrégation est un cas particulier de dépendance

Notation graphique (UML)

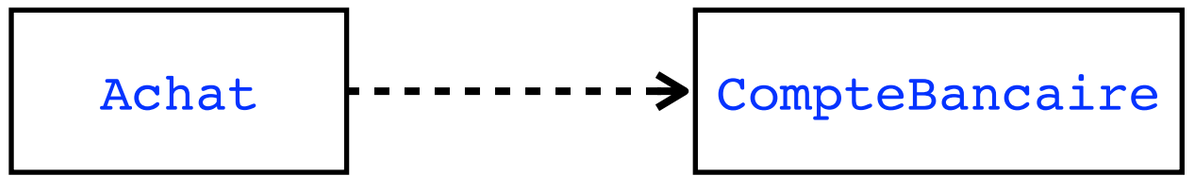
- Heritage ("être")



- Agrégation ("avoir")

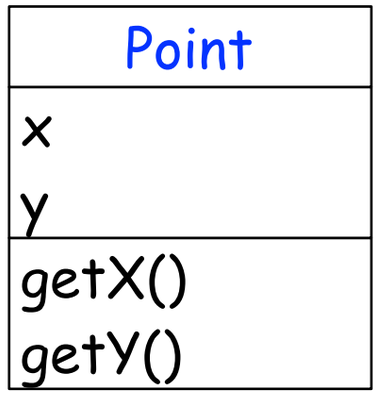


- Dépendance ("utiliser")

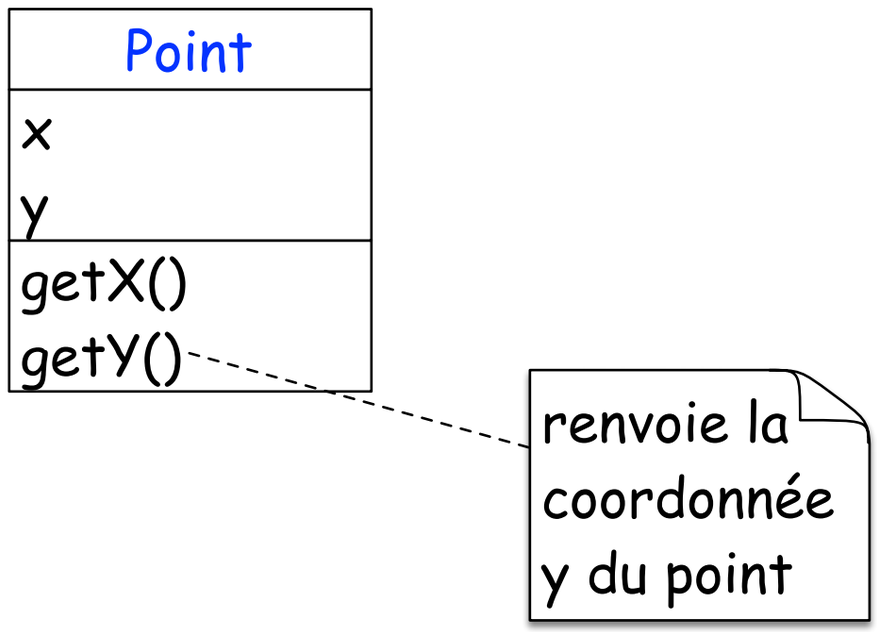


Notation graphique (UML)

- Pour spécifier qu'une classe a des champs et méthodes (pas forcement tous) :



- Pour ajouter la description d'une méthode :



Quelques design patterns

Iterator pattern

Exemple de problème : parcourir une liste

- Exemple : une classe Liste (e.g. la classe LinkedList de Java)
  - collectionne des objets
  - doit permettre aux classes clientes d'accéder à ces objets (parcourir la liste)

- Comment la modéliser?

Parcourir une liste : une solution naïve

- Exposer la structure des liens pour que les classes clientes puissent les parcourir

```
public class ListElem {
  public String data;
  public ListElem suite = null;
  public ListElem (String data) { this.data = data;}
}
```

```
public class MaListe {
  public ListElem head = null;
  public ListElem last = null;
  public Liste (){};
  public void append (String data) {
     ListElem e = new ListElem(data);
     if (head == null) {head = e;}
     else {last.suite = e;}
     last = e;
  }
  …
}
```

Parcourir une liste : une solution naïve

- Une classe qui a besoin de parcourir une liste

```
public class classeCliente {
  …
  public void f( MaListe l) {
     ListElem currentElem = l.head;
     while (currentElem != null){
        String current = currentElem.data;
        currentElem = currentElem.next;
     }
}
```

Donne accès à l'implémentation - ne préserve pas l'encapsulation. Susceptible de favoriser les erreurs

Parcourir une liste : une solution avec des limites

Liste avec curseur

- Ajouter un champ curseur, qui maintient un pointeur à l'élément courant du parcours
- le curseur peut être déplacé et l'élément sous le curseur peut être lu

```
public class MaListe {
  private static class ListElem {
    String data;
    ListElem suite = null;
    ListElem (String data) { this.data = data;}
  }
  private ListElem head = null;
  private ListElem last = null;
  private ListElem cursor = null;
  public void reset() { cursor = head;}
  public boolean hasNext() { return cursor!= null; }
  public String next() { String n = cursor.data;
     cursor = cursor.suite; return n;} //precond: hasNext()
  …
}
```

Parcourir une liste : une solution avec des limites

- Une classe qui a besoin de parcourir une liste avec curseur

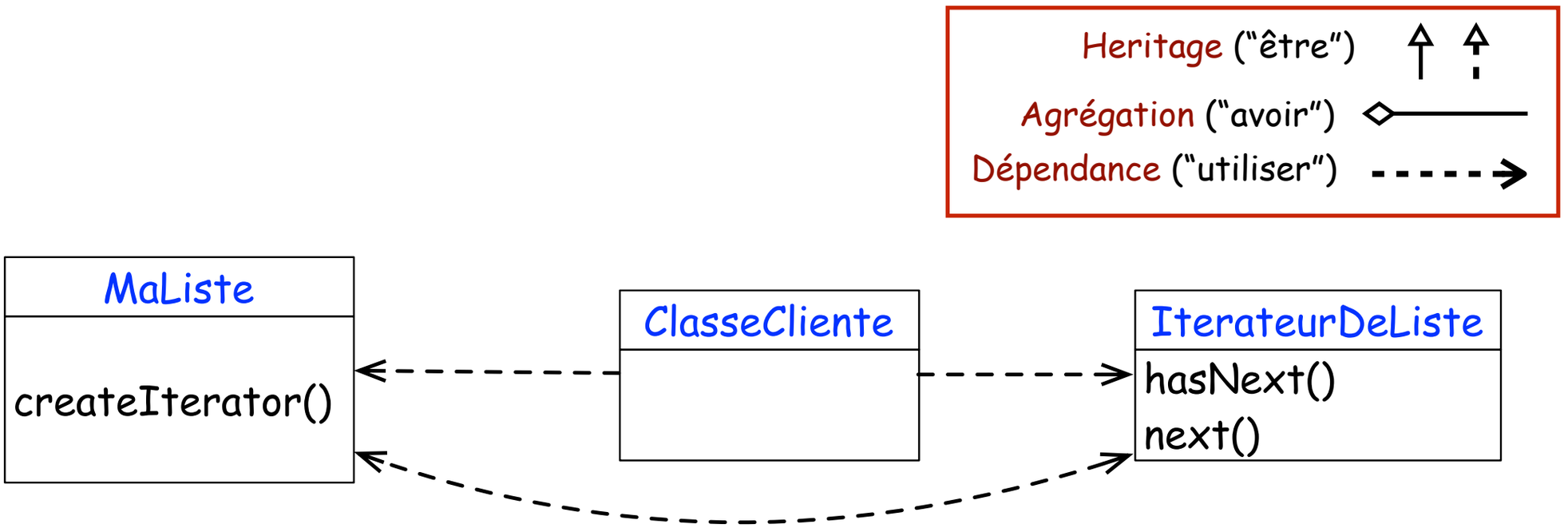
```
public class classeCliente {
  …
  public void f( MaListe l ) {
     l.reset();
     while (l.hasNext())
         String s = l.next();
   }
}
```

OK : Le client n'a pas accès à la structure interne de la liste (ListElem peut même être une classe interne privée!)

Inconvénient : une liste peut avoir un seul curseur, pas possible d'effectuer plusieurs parcours de la même liste en même temps

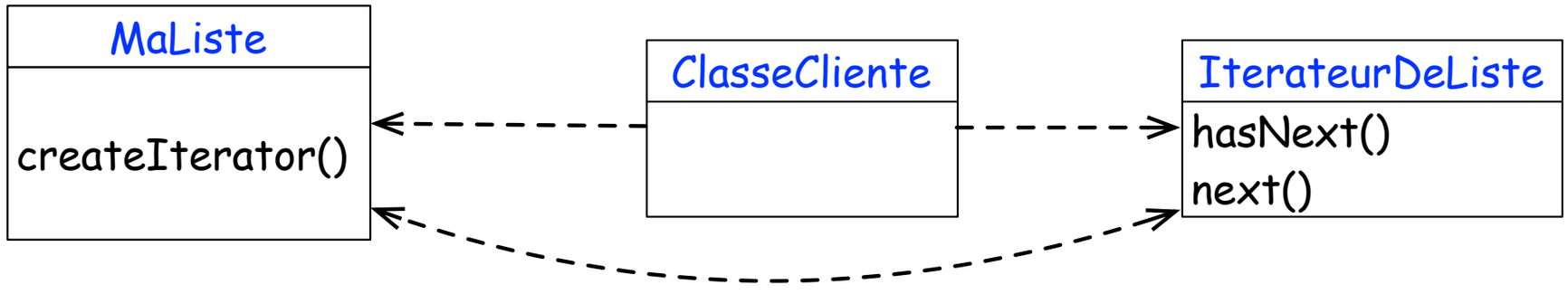
Parcourir une liste : une bonne solution

- Introduire une classe "itérateur" : la seule qui a accès à la structure interne de la liste
  - offre des méthodes de parcours (next(), hasNext())
- La classe Liste a une méthode qui crée un itérateur et le fournit aux classes clientes



- Plusieurs itérateurs peuvent parcourir la liste en même temps !

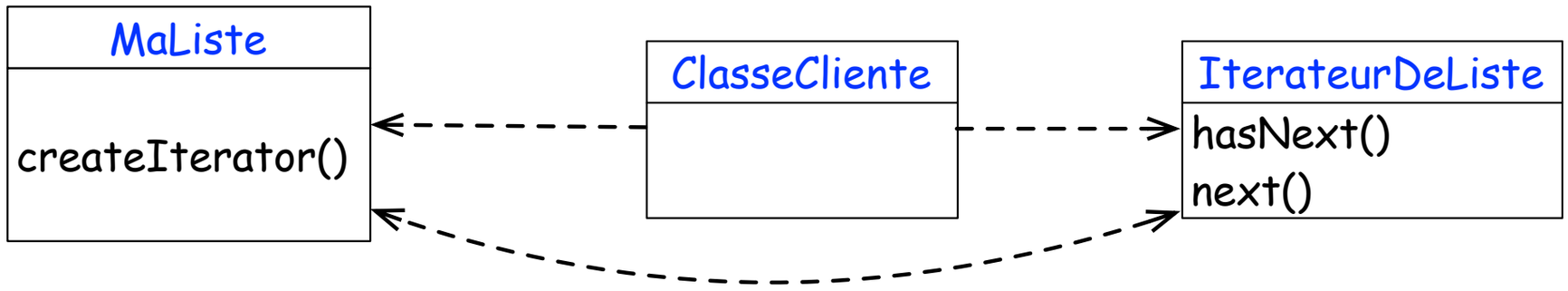
Parcourir une liste : une bonne solution



- En Java implémentation naturelle par classe interne (membre)

```
public class MaListe {
   private static class ListElem {…}
   private ListElem head = null;
   private ListElem last = null;
   public class IterateurDeListe {
    private ListElem cursor = head;
    public boolean hasNext() { return cursor!= null; }
    public String next() { String n = cursor.data; cursor =
              cursor.suite; return n;} //precond: hasNext()
   }
 public IterateurDeListe createIterator() {
    return new IterateurDeListe(); }
 …
}
```

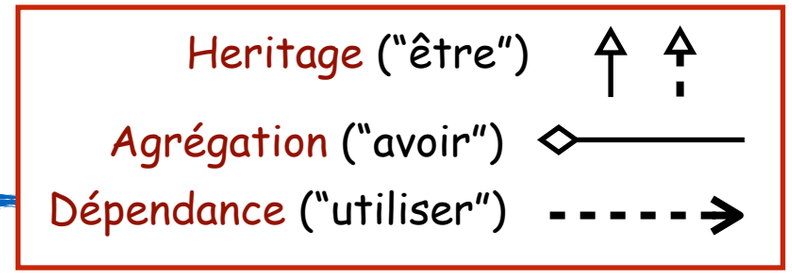
Parcourir une liste : une bonne solution



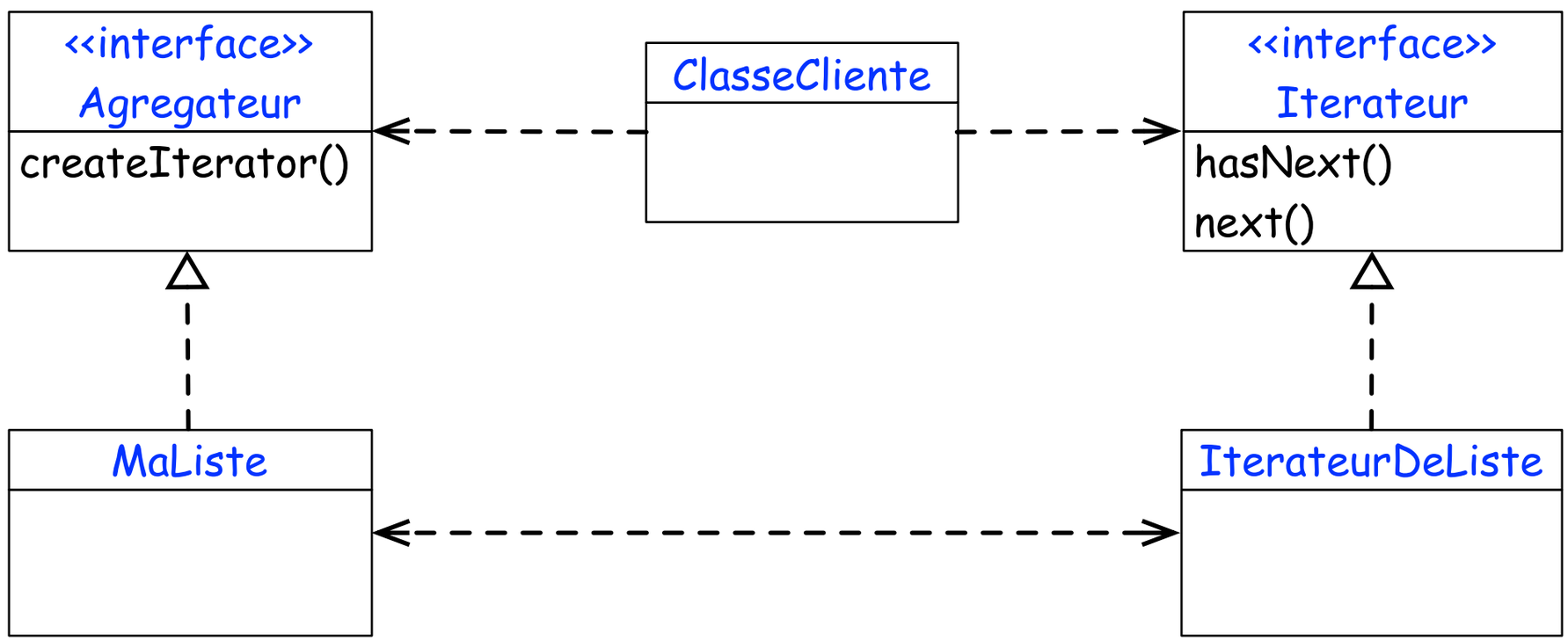
- La classe cliente doit connaître à la fois la classe Liste et sa classe Iterateur

```
public class ClasseCliente {
    public static void f( MaListe l ) {
      Liste.IterateurDeListe it1 = l.createIterator();
      Liste.IterateurDeListe it2 = l.createIterator();
      while (it1.hasNext()) { String s = it1.next(); }
      while (it2.hasNext()) {…}
    }
    …
}
```

Parcourir une liste : mieux



- Pour pouvoir appliquer ce mécanisme à plusieurs types de listes et plusieurs types d'itérateurs, la solution suivante est plus flexible



Remarque : des interfaces qui ont le rôle de Agregateur et Iteratur existent déjà dans l'API Java :

Agregateur : `List<E>` avec méthode `iterator()`

Iterateur: `Iterator<E>` avec méthodes `next()` et `hasNext()`

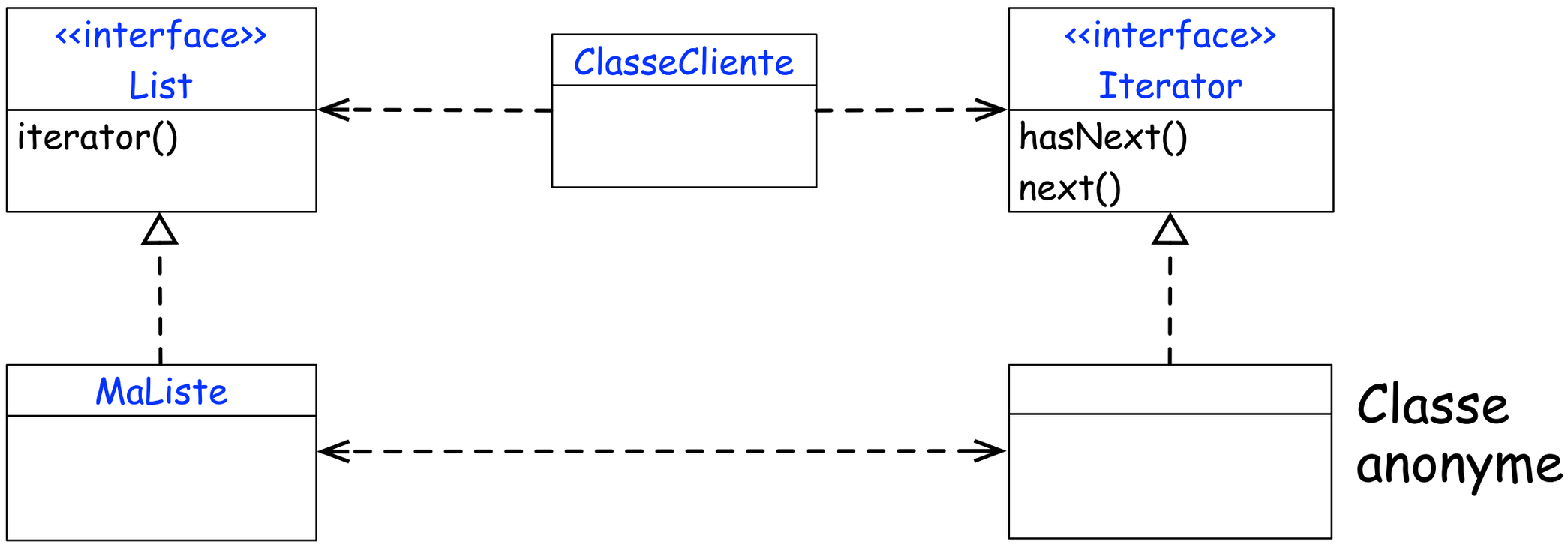
Parcourir une liste : mieux

Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- Implémentation en Java (avec les interfaces de l'API)



Parcourir une liste : une meilleure solution

- Implémentation en Java

```
public class MaListe implements List<String>{
   private static class ListElem {…}
   private ListElem head = null;
   private ListElem last = null;
   public Iterator<String> iterator() {
    return new Iterator<String>(){
        private ListElem cursor = head;
        public boolean hasNext() { return cursor!= null; }
        public String next() {
            String n = cursor.data; cursor = cursor.suite;
            return n;
         } //precond: hasNext()
    };
   }
   …
}
```

- La classe Java `LinkedList` est implémentée selon ce même pattern

Parcourir une liste : une meilleure solution

- Implémentation en Java

```
public class ClasseCliente {
    public void f( List<String> l ) {
          Iterator<String> it1 = l.iterator();
          Iterator<String> it2 = l.iterator();
          while (it1.hasNext()) {
                        String s = it1.next();
          }
          while (it2.hasNext()) {…}
     }
    …
}
```

- Avec cet exemple nous sommes parvenus à utiliser un design pattern connu sous le nom de "Iterator pattern" pour concevoir nos classes

Iterator pattern

- **Contexte**
  - Un objet agrégateur contient des objets éléments
  - Les classes clientes doivent pouvoir accéder aux éléments
  - L'objet agrégateur ne peut pas exposer sa structure interne
  - Plusieurs accès indépendants aux éléments doivent être possible en même temps

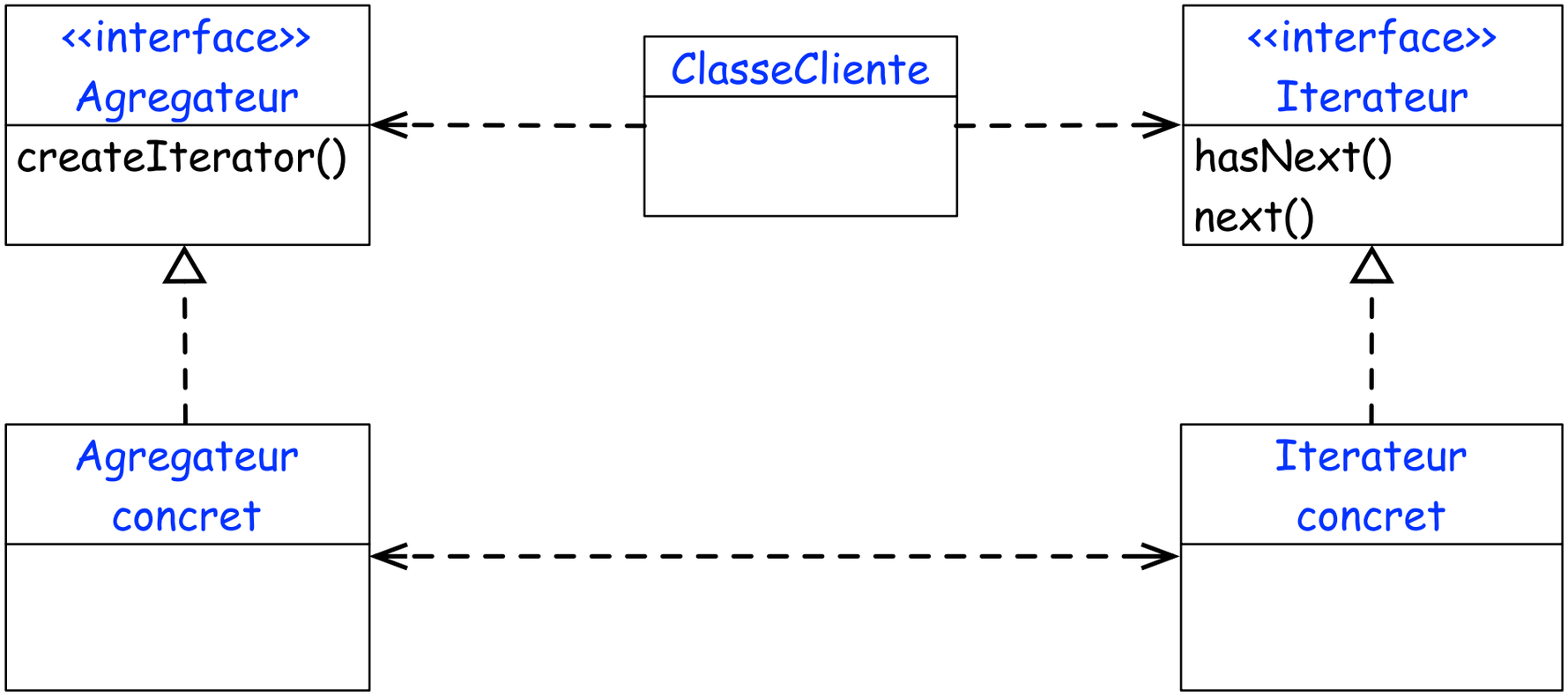
Iterator pattern

Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- **Solution**
  - Définir une classe Iterateur qui récupère les éléments un à la fois
  - L'agrégateur crée et retourne aux classes clientes des itérateurs sur ses éléments
  - S'il y a plusieurs variantes d' agrégateur/itérateur elles implementent des interfaces communes
    - les classes clientes dépendent uniquement de ces interfaces



Observer pattern

Observer Pattern

Contexte

- Un objet, appelé le Sujet, est source d'événements
  (Exemple : un Bouton de l'interface graphique)

- Un ou plusieurs autres objets observateurs veulent être notifiés quand ces événements ont lieu
  (Exemple : les objets qui réagissent au bouton pressé)

Observer Pattern

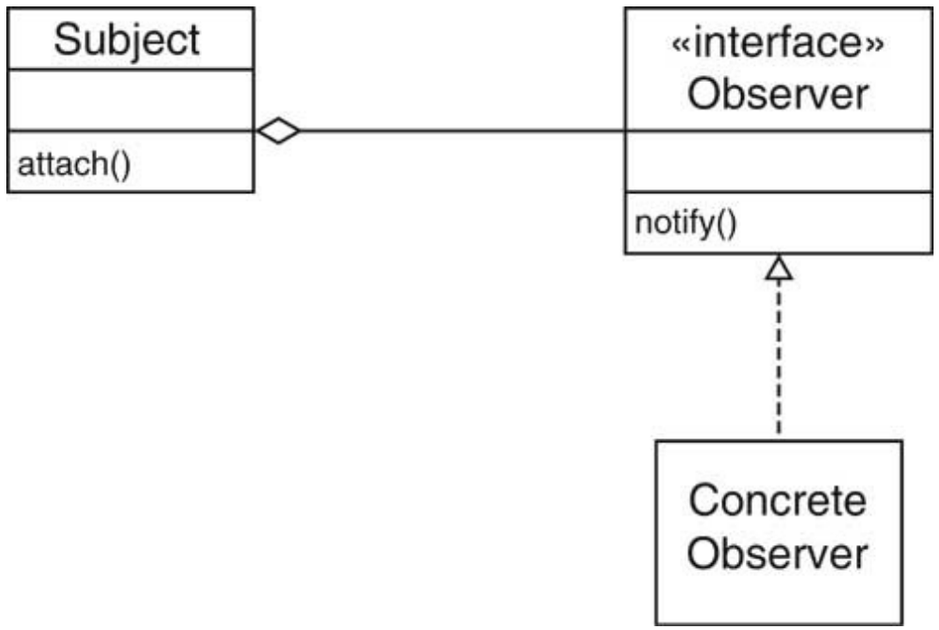
Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

Solution

- Définir une interface "Observer". Tous les observateurs concrets l'implémentent.
- Le sujet maintient une collection d'observateurs.
- Le sujet fournit des méthodes pour attacher/ détacher des observateurs.
- Quand un événement a lieu, le sujet alerte tous les observateurs qui lui ont été attachés (invoque notify()).



Observer Pattern

Heritage ("être")

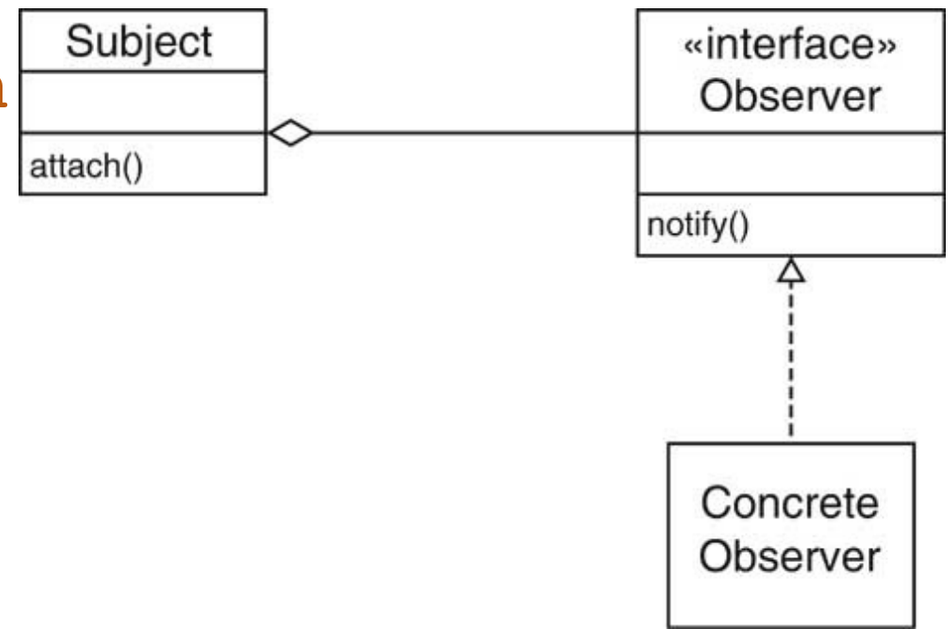
Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- Exemple

classe `JButton`

`addActionListener()`



interface `ActionListener`

`actionPerformed()`

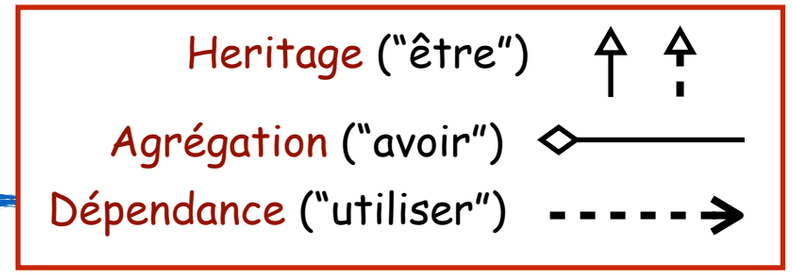
la classe qui implémente `ActionListener`

Strategy Pattern

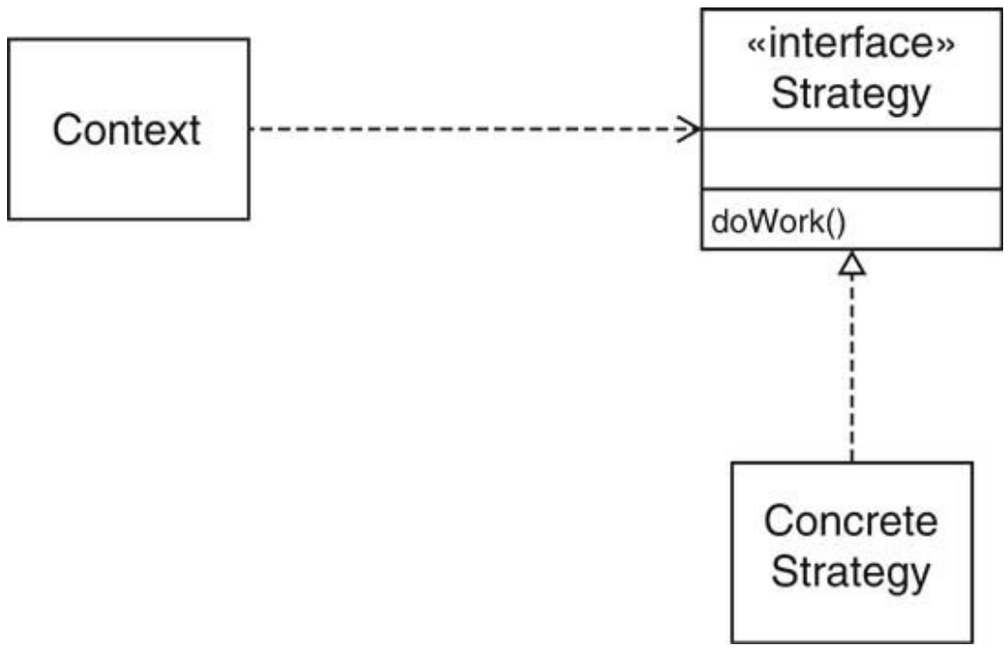
Strategy Pattern

- **Contexte**
  - Une classe Contexte peut executer une tâche en utilisant plusieurs variantes d'un algorithme
    (Exemple : Une classe SEL peut utiliser plusieurs algorithmes pour résoudre un système d'equations linéaires)
  - Les clients de cette classe veulent pouvoir avoir le contrôle sur quelle variante de l'algorithme (i.e. quelle stratégie) est utilisée

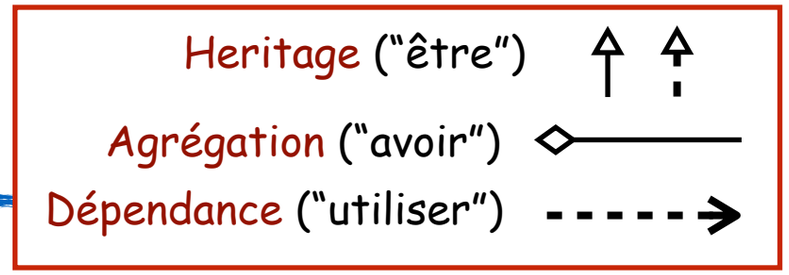
Strategy Pattern



- **Solution**
  - Définir une interface Stratégie qui est une abstraction pour l'algorithme
  - Pour définir une stratégie concrete, définir une classe qui implémente cette interface
    (Exemple : une classe Gauss, une classe Cramer, …)
  - Les clients de la classe Contexte peuvent lui fournir la stratégie en passant un objet d'une de ces classes Stratégie
  - Quand la classe Contexte doit executer la tâche, elle invoque la méthode doWork() de l'objet stratégie (méthode disponible par l'interface Stratégie)

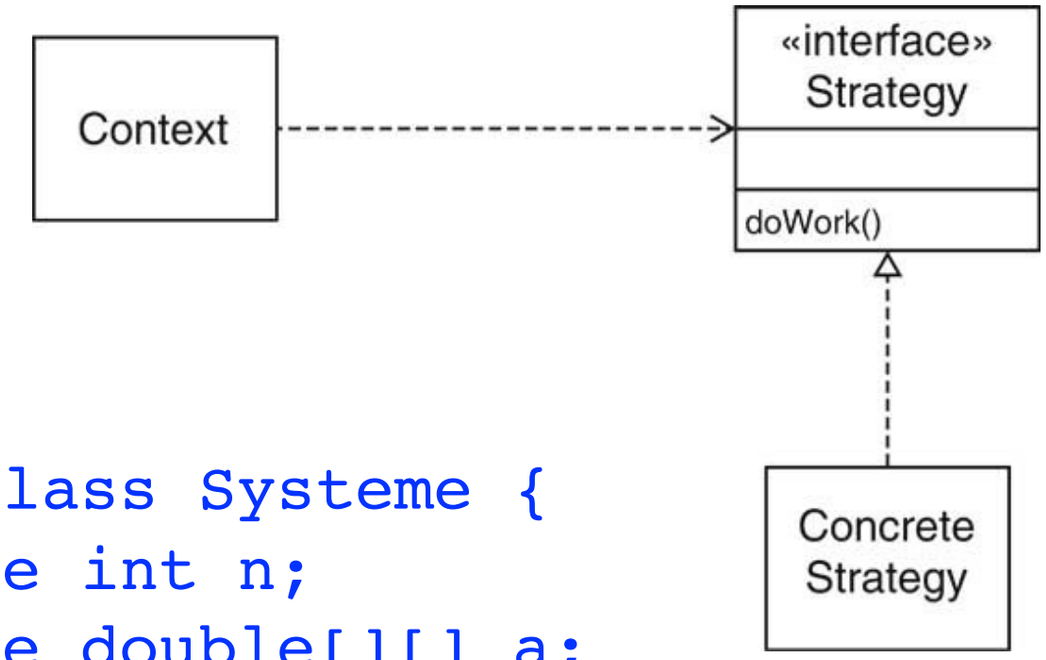


Strategy Pattern



- Exemples

Systeme



Resolution

resoudre(double[][] c)

Gauss (ou Cramer,…)

```
public class Systeme {
   private int n;
   private double[][] a;
   private double[] b;
   private Resolution strategie;
   …
   public int getN() { return n; }
   public double[] getSolution() throws SystemeSingulier {
      …//crée c en ajoutant la colonne b à la matrice a
      return strategie.resoudre(c);
   }
```

Strategy Pattern

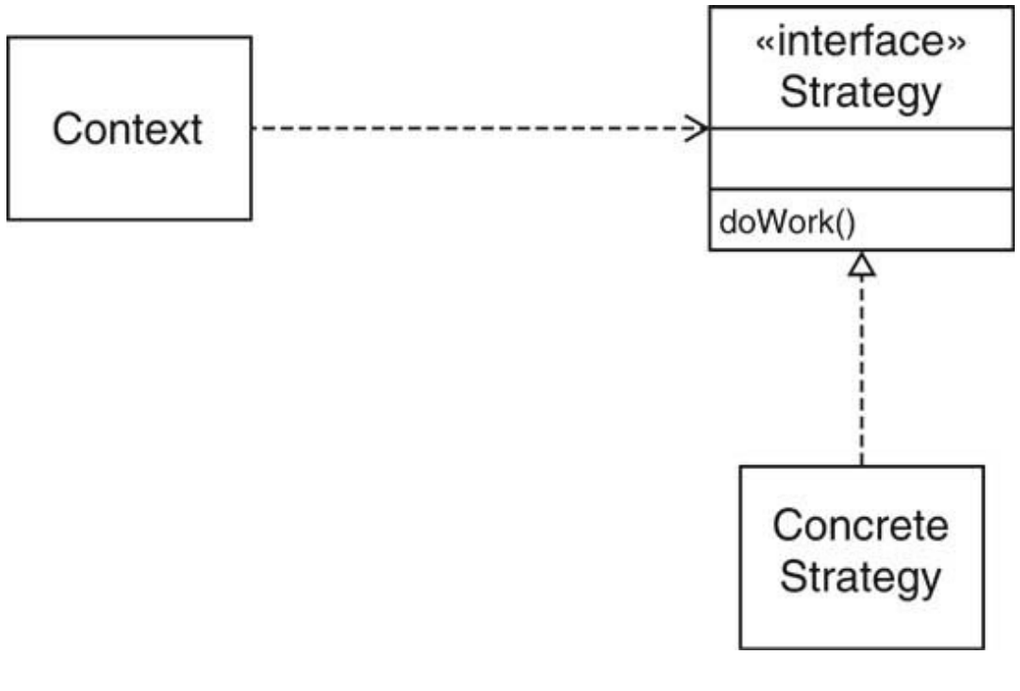
Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- Exemples

Container



LayoutManager

layoutContainer()

BorderLayout

- La classe `Container` de AWT possède une reference à son LayoutManager
- Le client du Container peut lui passer un Layout Manager de son choix :

```
JPanel p = new JPanel(); p.setLayout(new BorderLayout());
```

- La méthode `doLayout()` de la classe `Container` invoque la méthode `layoutContainer()` de son LayoutManager pour disposer son contenu

Composite Pattern

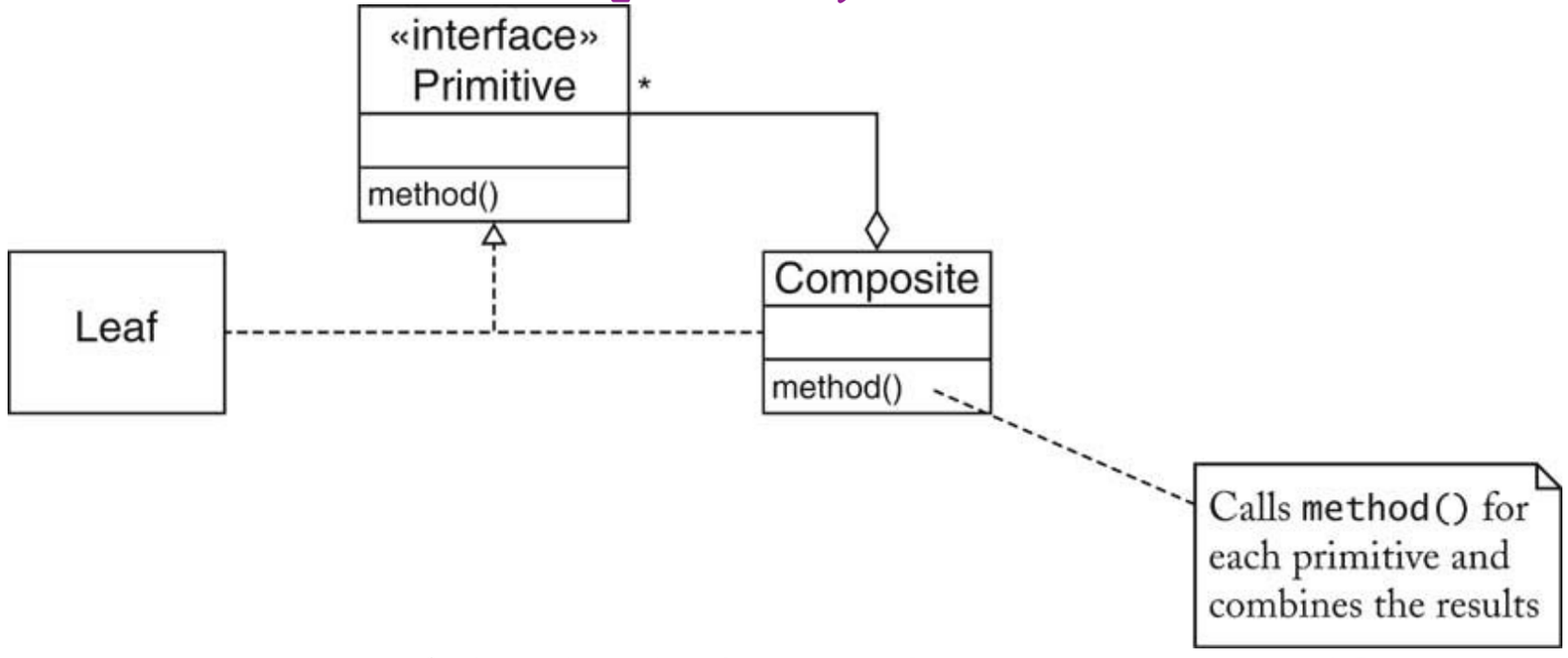
Composite Pattern

- **Context**
  - Des objets primitifs peuvent être combinés pour former des objets composites (Ex. : plusieurs composants graphiques peuvent être ajoutés à un Container)
  - En même temps un objet composite doit pouvoir être traité aussi comme un objet primitif
    (Ex : un Container peut être ajouté comme composant d' un autre Container)

Composite Pattern

Heritage ("être")
Agrégation ("avoir")
Dépendance ("utiliser")

- **Solution**
  - Définir une interface ou classe abstraite Primitive qui est une abstraction pour les objets primitifs (Ex. la classes `Component` de AWT)
  - Les classes décrivant les objets primitifs implémentent cette interface (classes Leaf)
  - Les objets composites contiennent une collection d'objets primitifs (Ex : les `Container` contiennent une collection de `Component`)
  - La classe Composite implémente également l'interface Primitive (Ex. `Container` hérite de `Component`)



  - Pour implementer une méthode de l'interface primitive (Ex. getSize()) la classe Composite invoque la même méthode sur ses objets primitifs et combine les résultats

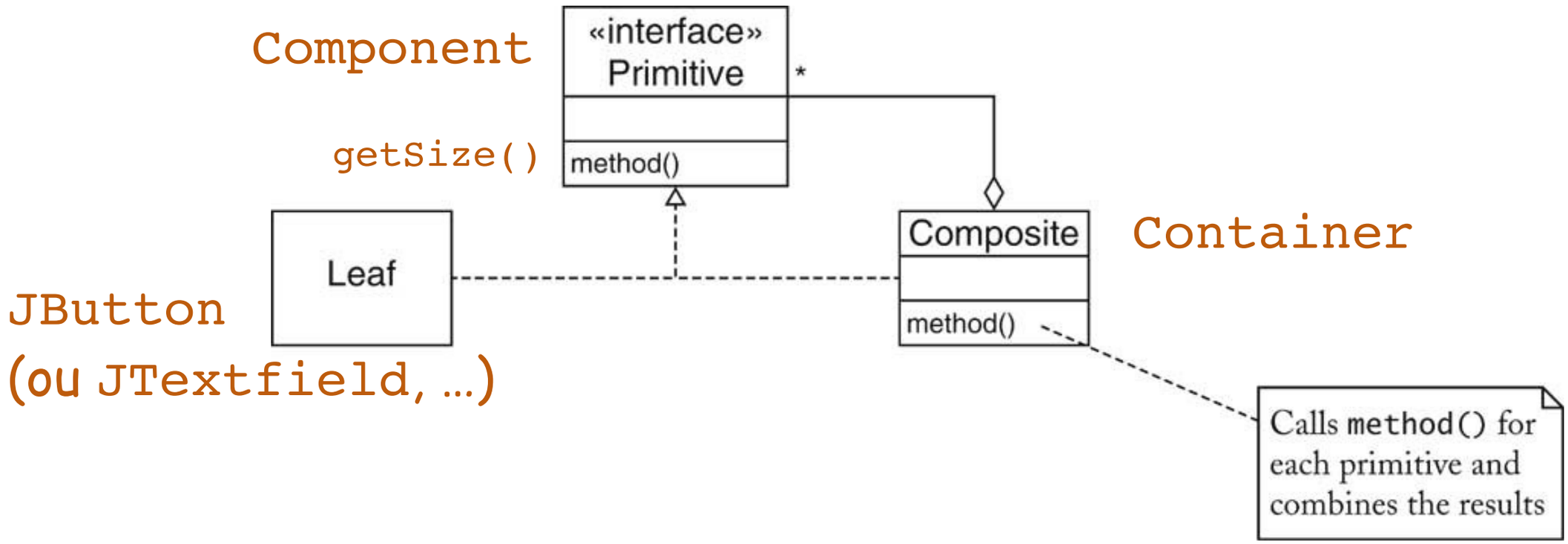
Composite Pattern

Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- Exemple



Un exemple complet de modélisation par design patterns

Un exemple complet de modélisation par design patterns

- But : modéliser les classes nécessaires pour la définir et opérer avec des factures
  - Une facture a un ensemble d'items (ses lignes)
  - Chaque item a un prix
  - Chaque item est la description d'un produit facturé

- Modélisation naturelle par :
  - Une interface `LineItem`: LineItem.java
  - Une classe `Product` qui implémente cette interface : Product.java

Une application de gestion de factures

- Certains items sont des "packs" (qu'on appelle Bundle)
  - Ex : un pack : chaine hi-fi avec amplificateur + lecteur CD + enceintes
- Bundle = un ensemble de produits reliés avec une description et un prix

- Un bundle contient des items
- Un bundle aussi est un item

- On peut appliquer le COMPOSITE pattern

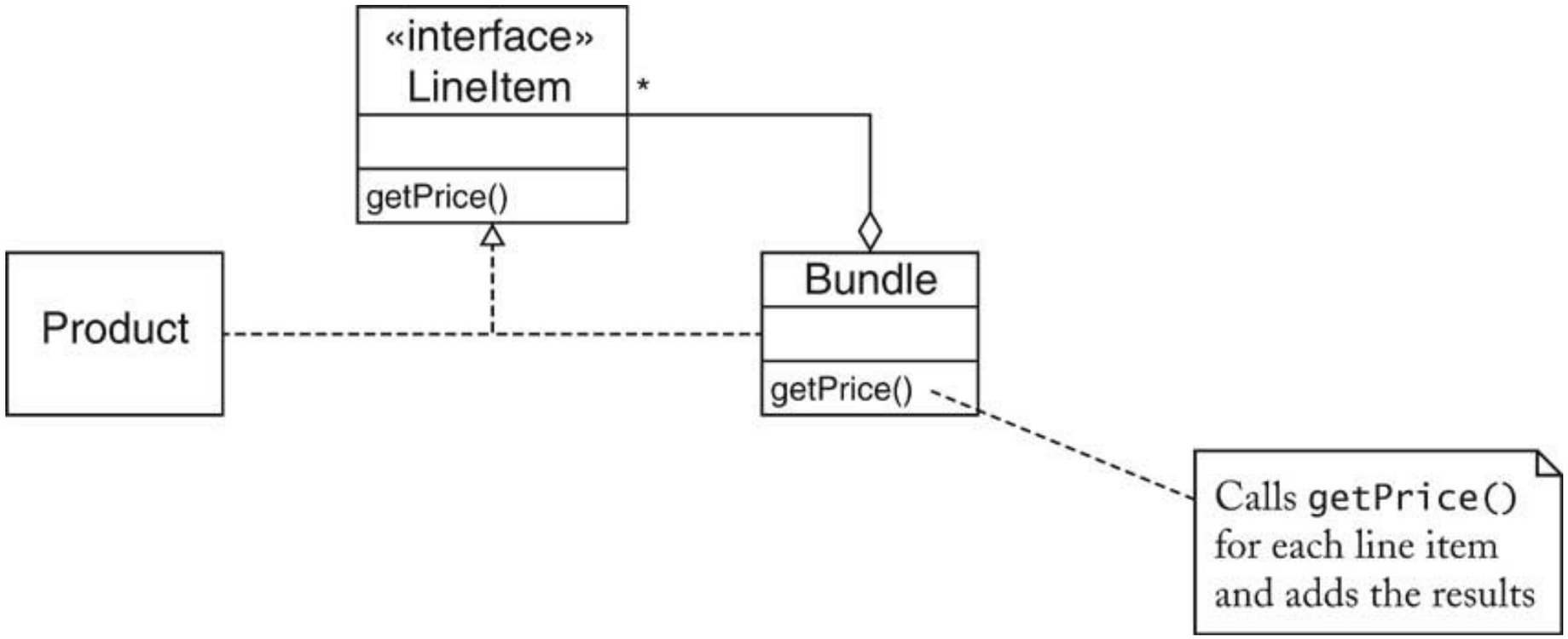
Une application de gestion de factures

Heritage ("être")

Agrégation ("avoir")

Dépendance ("utiliser")

- **Modélisation des Bundles** par COMPOSITE pattern



- Bundle.java (regarder en particulier getPrice())

Une application de gestion de factures

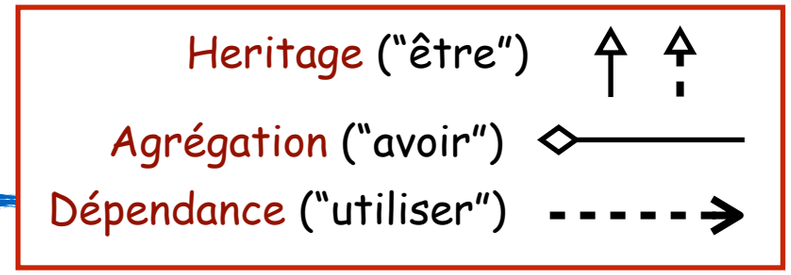
- **Modélisation des factures**
  - Une facture consiste en un ensemble de LineItem
  - Elle doit être modifiable
  - Classe Invoice :

```
public class Invoice {
    private ArrayList<LineItem> items;
    …
   public void addItem(LineItem item) {
        items.add(item);
   }
   …
}
```

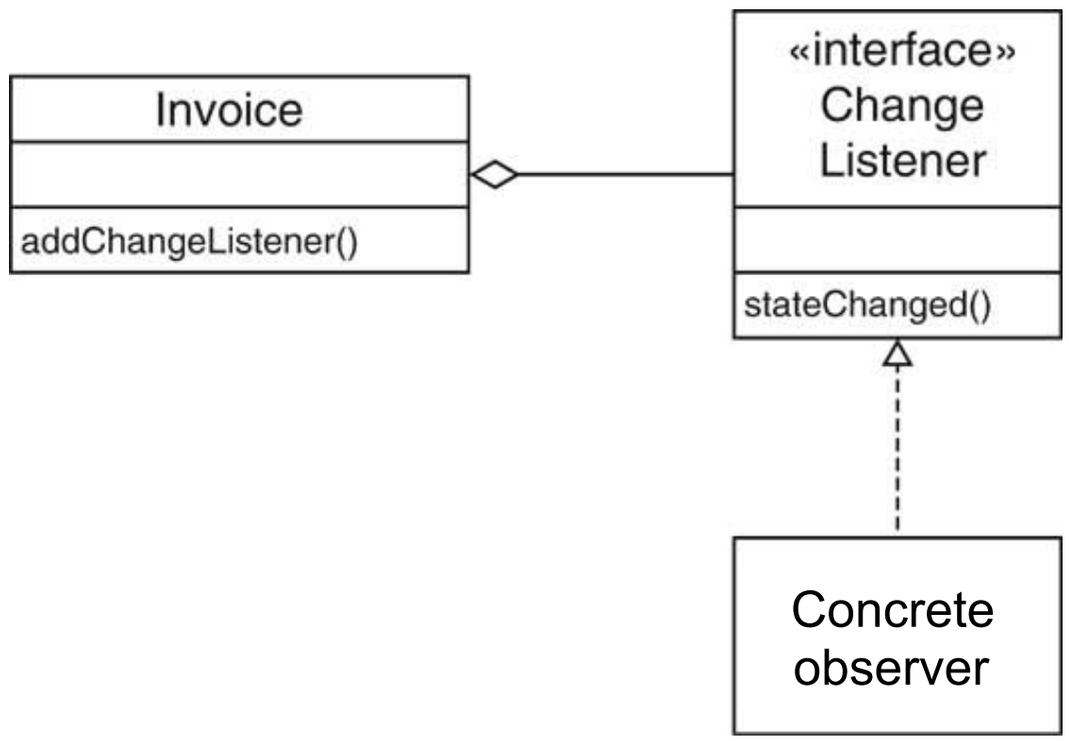
Une application de gestion de factures

- **Separation vue / modèle**
  - La GUI de notre programme affichera la facture dans un composant graphique (p.ex. un JTextArea)
  - Nous voulons rendre le **modèle** (classe Invoice) indépendante des elements de la GUI qui l'affichent (la **vue**)
  - Cependant chaque changement dans la facture (ajout d'un item) doit être répercuté sur l'interface graphique
  - OBSERVER pattern
    - La classe Invoice maintient un liste de "observateurs" (listeners) de ses changements
    - Quand un changement a lieu dans la facture, elle notifie ses observateurs

Une application de gestion de factures



- **Separation vue / modèle**
  - OBSERVER pattern



(fournie par Swing)

Concrete Observer :

- Classe typiquement anonyme (ou expression lambda)
- Fait partie de l'interface graphique : accès au composant (JTextArea) qui affiche la facture
- Implementation de stateChaged() : fait un "refresh" de l'affichage de la facture dans le JTextArea

Une application de gestion de factures

- **Separation vue / modèle : le code**

  - Invoice maintient une liste de ChangeListener

```
public class Invoice {
    private ArrayList<LineItem> items;
    private ArrayList<ChangeListener> listeners;
    public void addChangeListener(ChangeListener listener){
        listeners.add(listener);
    }
     …
}
```

Une application de gestion de factures

- **Separation vue / modèle : le code**
  - Quand la facture change (ajout d'un item) elle notifie tous ses listeners :

```
public class Invoice {
    …
    public void addItem(LineItem item) {
        items.add(item);
        // Notifier tous les listeners du changement
       ChangeEvent event = new ChangeEvent(this);
       for (ChangeListener listener : listeners)
          listener.stateChanged(event);
    }
    …
}
```

Une application de gestion de factures

- **Separation vue / modèle : le code**
  - Dans l'interface graphique (InvoiceTester.java) :

```
// la facture a gérer
final Invoice invoice = new Invoice();
// Ce champ de texte affichera la facture
final JTextArea textArea = new JTextArea(20, 40);
```

```
// On enregistre un ChangeListener concret auprès de
la facture
invoice.addChangeListener(event ->
      textArea.setText(invoice.format(…)));
```

  - Remarque : le ChangeListener concret est donné par l'expression lambda

Une application de gestion de factures

- **Itérer sur les items de la facture**
  - Le clients de la classe Invoice ont besoin de parcourir ses items (i.e. pour calculer le prix total, les afficher dans un format personnalisé, les stocker dans un fichier / BD…)
  - Pas souhaitable de donner accès à l'ArrayList<LineItem> (violation de l'encapsulation)

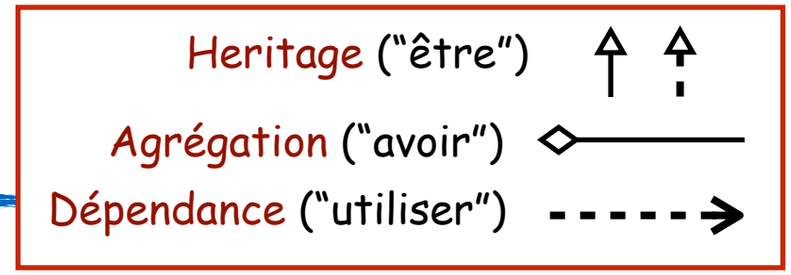
- ITERATOR pattern
  - la classe Invoice fournit un itérateur sur ses LineItem (Iterator<LineItem>)
  - Le classes clientes l'utilisent pour parcourir les items de la facture

Une application de gestion de factures

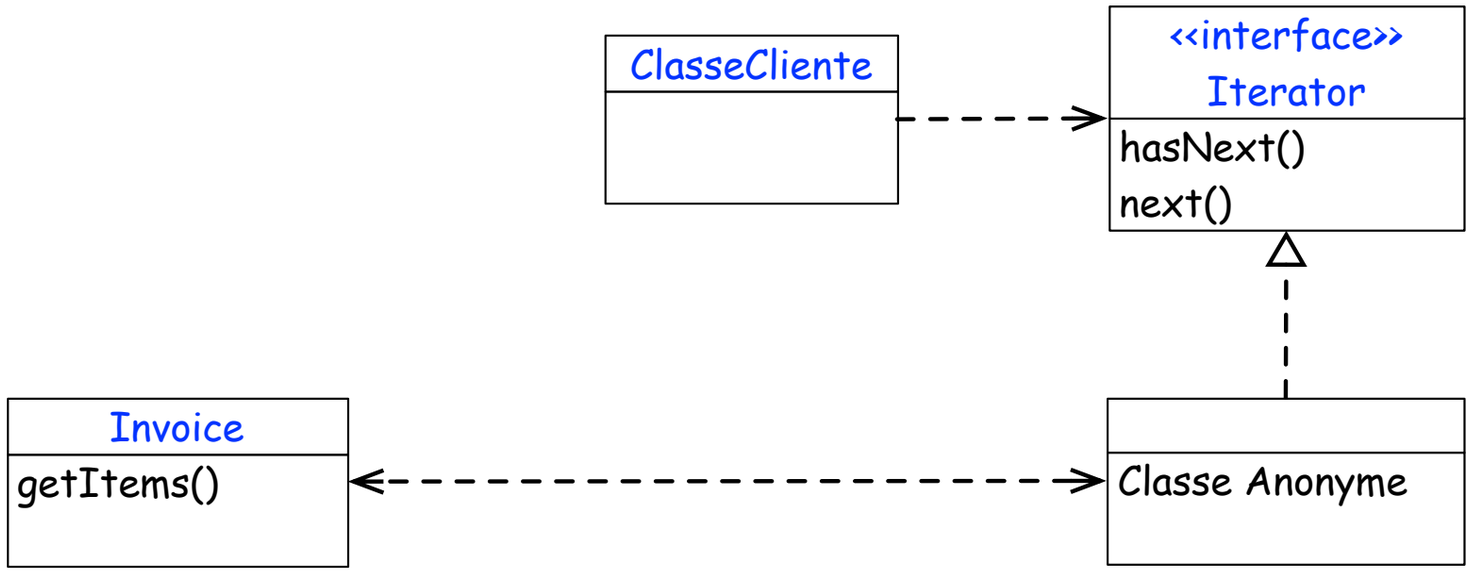
```
class Invoice {
  …
  public Iterator<LineItem> getItems(){

        return new Iterator<LineItem>() {
             private int current = 0;
             public boolean hasNext(){
                 return current < items.size();
              }
             public LineItem next() {
                 return items.get(current++);
              }
             public void remove() {
                 throw new UnsupportedOperationException();
              }
        };
    }
    …
}
```

Une application de gestion de factures



- **Itérer sur les items de la facture** avec un Iterator pattern

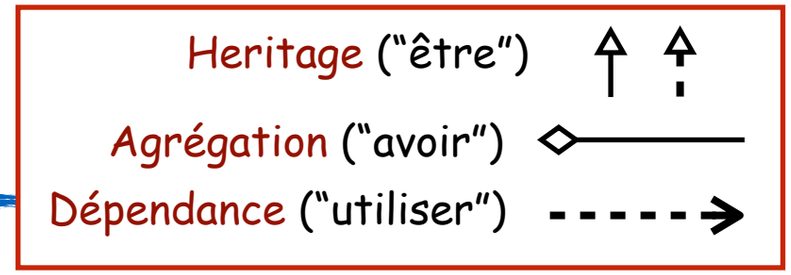


Une application de gestion de factures

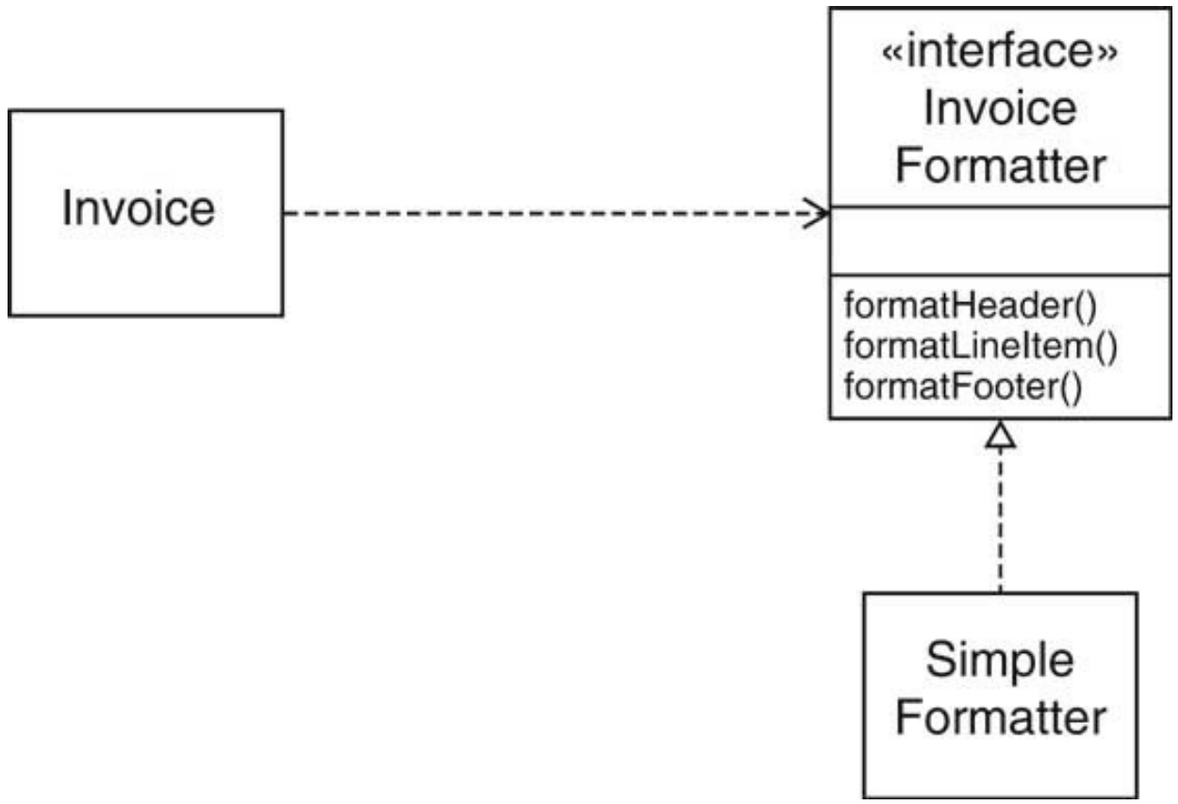
- **Formatter les factures**
  - La solution la plus simple : convertir en texte (méthode toString() de la classe Invoice), et afficher le texte dans un TextArea
  - Fige le formatage
    - Et si par exemple on voulait afficher la même facture dans une page Web (format HTML) ?

  - Nous voulons permettre different algorithmes de formatage
  - STRATEGY pattern

Une application de gestion de factures



- **Formater les factures** avec le STRATEGY pattern



- InvoiceFormatter est une abstraction pour la stratégie de formatage des factures
- SimpleFormatter est une stratégie concrete (il peut y en avoir plusieurs)
- Invoice reçoit un InvoiceFormatter pour produire un formatage de son contenu
- Invoice n'a pas besoin de connaître la stratégie concrete de formatage

Une application de gestion de factures

- **Formater les factures** : le code

- InvoiceFormatter.java
- SimpleFormatter.java

- ```
  //Invoice.java
  class Invoice {
     …
     public String format(InvoiceFormatter formatter) {
        String r = formatter.formatHeader();
        Iterator<LineItem> iter = getItems();
        while (iter.hasNext())
           r += formatter.formatLineItem(iter.next());
        return r + formatter.formatFooter();
     }
     …
  }
  ```
  ```

Une application de gestion de factures

- Test de l'application
  - InvoiceTester.java
  - java InvoiceTester

Autres design patterns

- Un grand nombre de design patterns ont été définis
- En plus de ceux discutés dans ce cours :
  - Decorator
  - MVC
  - Adapter
  - Command
  - Factory method
  - Proxy
  - Singletons
  - Visitor
  - …et bien d'autres
- Ouvrage de reference :
  - Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John M. Vlissides, Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software - Addison-Wesley Professional (1994)