Patrons :

Observer, MVC

Théorie et pratique de la programmation
Michel Schinz – 2013-04-08

Patron n°2 :

Observer

Illustration du problème : tableur

Cellules d'un tableur

Dans un tableur, une feuille de calcul est composée de cellules qui contiennent soit des données, soit des formules. Une formule décrit comment calculer la valeur de la cellule en fonction de la valeur d'autres cellules.
Exemple de tableur (les formules commencent par le caractère '=') :

	A	B	C
1	10	6	
2	12	12	
3	=A1+A2	=B1+B2	=A3+B3

22 18 40

Illustration du problème

Le contenu d'une cellule à formule doit être mis à jour dès que le contenu d'une cellule dont elle dépend change.
Dans notre exemple, la cellule `A3` dépend des cellules `A1` et `A2`, `B3` dépend de `B1` et `B2`, et `C3` dépend de `A3` et `B3` – donc indirectement de `A1`, `A2`, `B1` et `B2`.
Comment organiser le programme pour garantir que les mises à jour nécessaires soient faites ?

Solution

Une solution consiste à permettre aux cellules d'en observer d'autres.
Lorsque la valeur d'une cellule change, toutes les cellules qui l'observent sont informées du changement.

Une cellule contenant une formule observe la ou les cellules dont elle dépend – c-à-d celles qui apparaissent dans sa formule. Lorsqu'elle est informée du changement de l'une d'entre-elles, elle met à jour sa propre valeur.

Tableur simplifié

Afin d'illustrer la solution, modélisons un tableur très simple dont les cellules contiennent soit un nombre, soit une formule.

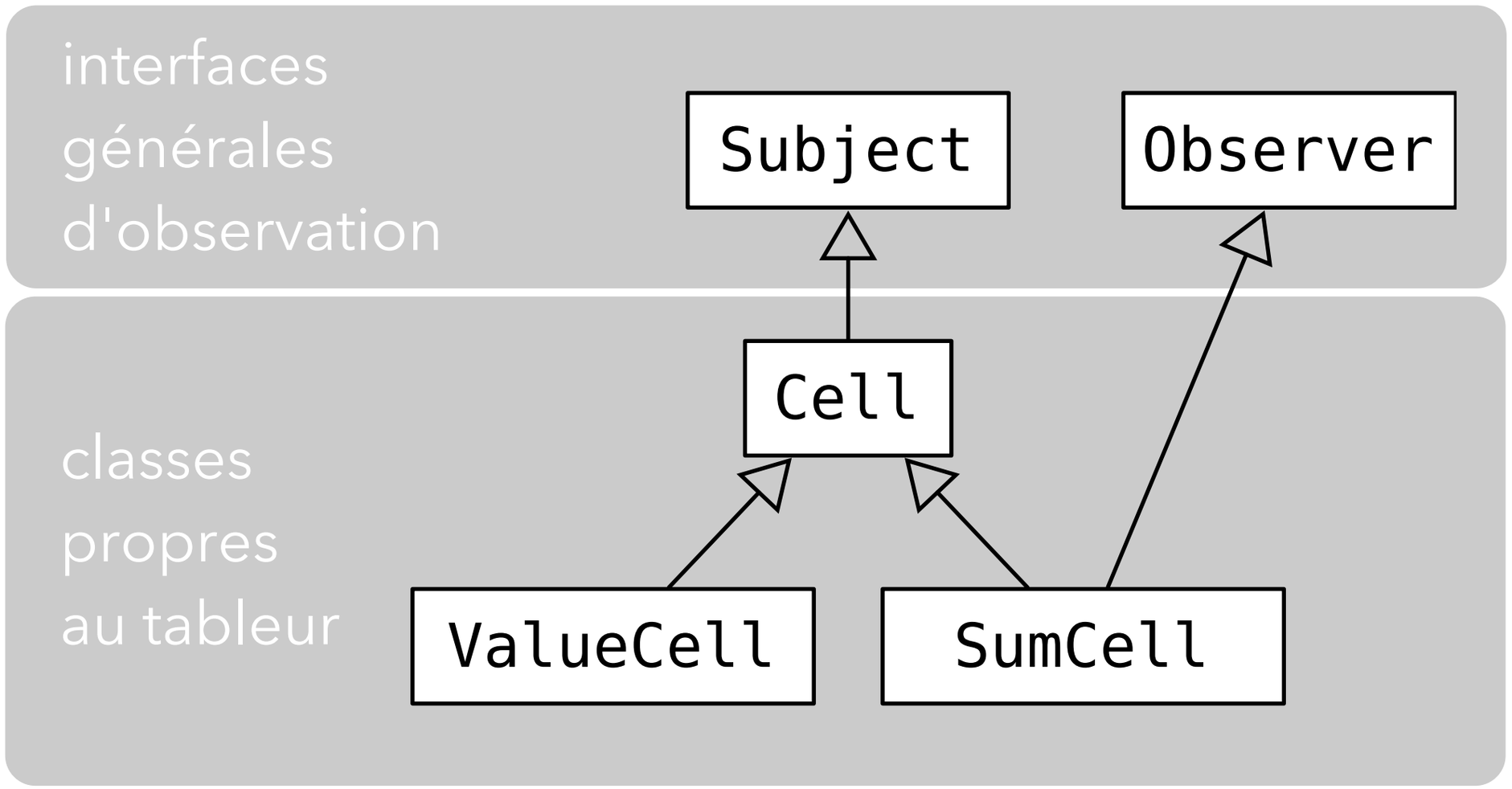
Pour simplifier les choses, nos formules sont toutes des sommes de la valeur de deux cellules – c-à-d qu'elles ont la forme $=C_1+C_2$ où C_1 et C_2 sont des cellules.

Sujets et observateurs

Lorsqu'un objet observe un autre objet, on appelle le premier l'**observateur** (*observer*) et le second le **sujet** (*subject*).

Notez qu'un objet donné peut être à la fois sujet et observateur. Ainsi, dans notre exemple, la cellule `A3` est à la fois observatrice – des cellules `A1` et `A2` – et sujet d'une observation – par la cellule `C3`.

Diagramme de classes



Observateur

Un observateur doit pouvoir être informé des changements du (ou des) sujet(s) qu'il observe.
A cet effet, il possède une méthode qui est appelée lorsqu'un sujet qu'il observe a été modifié. Le sujet en question est passé en argument à cette méthode, pour permettre son identification.

```
interface Observer {
  void update(Subject s);
}
```

Sujet

Un sujet doit mémoriser l’ensemble de ses observateurs, et les avertir lors d’un changement de son état.
Pour ce faire, le sujet offre des méthodes permettant l'ajout et la suppression d'un observateur à son ensemble.
De plus, un sujet doit prendre garde à bien avertir ses observateurs lorsque son état change.

```
interface Subject {
  void addObserver(Observer o);
  void removeObserver(Observer o);
}
```

Cellule

Le code commun à toutes les cellules est placé dans une classe abstraite de cellule nommée `Cell`.
Toute cellule doit pouvoir être sujet d'une observation, donc `Cell` implémente l'interface `Subject` et met en œuvre les méthodes `addObserver` et `removeObserver`. Elle offre également une méthode protégée (`notifyObservers`) pour avertir les observateurs d'un changement.

Cellule

```
abstract class Cell implements Subject {
  private Set<Observer> observers =
    new HashSet<Observer>();
  abstract public double value();
  public void addObserver(Observer o) {
    observers.add(o);
  }
  public void removeObserver(Observer o) {
    observers.remove(o);
  }
  protected void notifyObservers() {
    // ???
  }
}
```

Cellule de valeur

Une cellule de valeur ne fait rien d'autre que mémoriser celle-ci et notifier ses observateurs lorsqu'elle change.

```
class ValueCell extends Cell {
  private double value = 0;
  public double value() {
    return value;
  }
  public void setValue(double newValue) {
    // ???
  }
}
```

Cellule somme

Une cellule somme diffère d'une cellule normale en ce qu'elle doit observer les deux cellules à sommer. Lorsque l'une d'elles change, la valeur de la cellule somme est mise à jour en fonction.

Pour pouvoir observer les cellules à sommer, la classe des cellules somme doit implémenter l'interface `Observer` et s'enregistrer comme observateur de ces cellules.

Cellule somme

```
class SumCell extends Cell
    implements Observer {
  private Cell c1, c2;
  private double sum = 0;

  public SumCell(Cell c1, Cell c2) {
    this.c1 = c1;
    this.c2 = c2;
    c1.addObserver(this);
    c2.addObserver(this);
  }
  // … suite sur la prochaine page
```

Cellule somme

```
// … suite de la classe SumCell
public void update(Subject s) {
   // ???
}

   public double value() {
      return sum;
   }
}
```

Tableur

La classe représentant le tableur (très) simplifié se contente de créer les cellules et de leur attribuer une valeur ou une formule.
Afin de pouvoir observer les changements de valeur des cellules, le tableur est lui-même un observateur – c-à-d qu'il implémente l'interface `Observer`. Sa méthode d'observation affiche le nouvel état de la cellule modifiée à l'écran.

Tableur

```
class SpreadSheet implements Observer {
  public SpreadSheet() {
    ValueCell A1 = new ValueCell(), A2 = …;
    SumCell A3 = new SumCell(A1, A2);
    // … C3
    A1.addObserver(this); // A2 … C3 idem
    A1.setValue(10); // A2 … C3 idem
  }
  public void update(Subject s) {
    Cell c = (Cell)s;
    System.out.println("nouvelle valeur de "
      + c + ": " + c.value());
  }
}
```

Généralisation : patron *Observer*

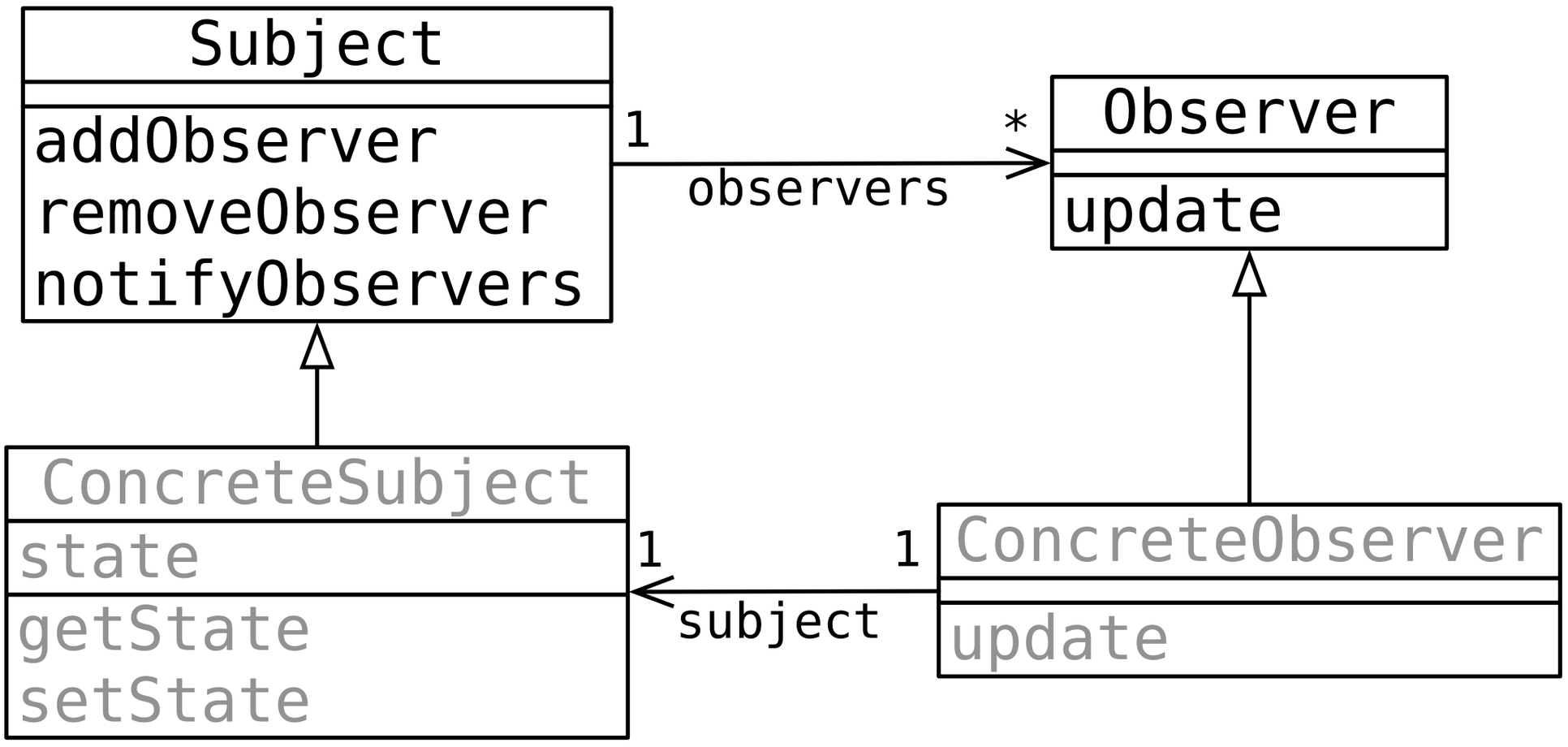
Généralisation

Chaque fois que l'état d'un premier objet – dit observateur – dépend de l'état d'un second objet – dit sujet – l'observateur peut observer l'état de son sujet et se mettre à jour dès que celui-ci change.

Pour que l'observation soit possible, il faut que le sujet gère l'ensemble de ses observateurs et les avertisse lors d'un changement.

C'est l'idée du patron de conception ***Observer***.

Diagramme de classes



Intérêt du patron

Le gros intérêt du patron *Observer* est qu'il découple les sujets et les observateurs, en ce que le sujet ne sait généralement rien de ses observateurs.

Pour cette raison, le patron *Observer* est très souvent utilisé par les bibliothèques d'interface graphique, p.ex.

Inconvénients du patron

Le patron *Observer* possède également plusieurs inconvénients :

- il impose un style de programmation impératif, dans lequel les objets ont un état modifiable,
- il peut rendre les dépendances cycliques entre états difficiles à voir,
- il peut rendre observables des états qui ne devraient pas l'être (*glitches*).

Examinons plus en détail ces trois problèmes...

Observer et mutabilité

Le patron *Observer* est fondamentalement impératif, dans le sens où tout sujet doit avoir un état modifiable. Observer un objet non modifiable n'a aucun sens !
L'utilisation du patron *Observer* force donc un style de programmation impératif, qui a lui-même plusieurs problèmes :

- il rend les programmes difficiles à comprendre,
- il interagit mal avec la concurrence.

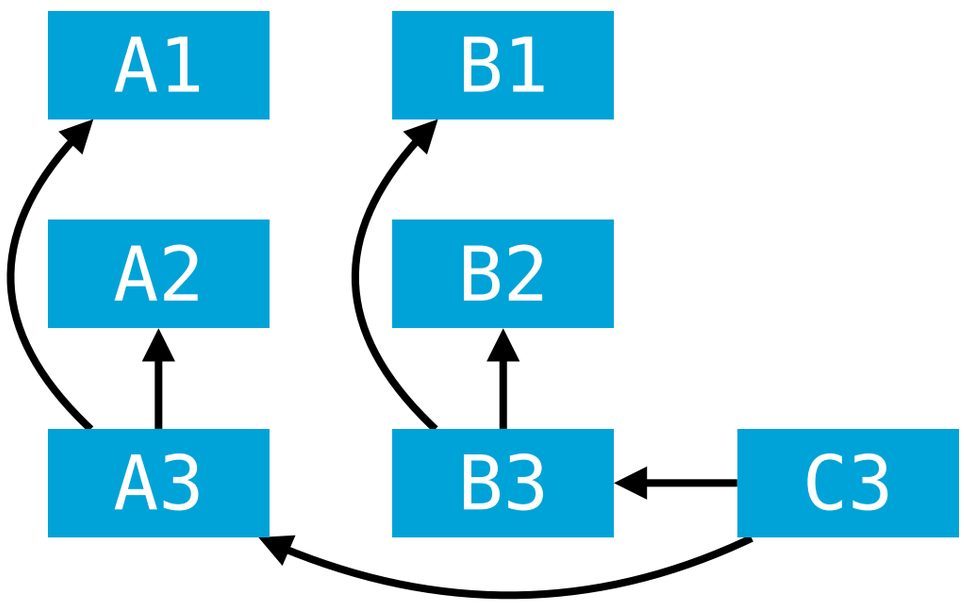
Graphe d'observation

Lorsqu'on utilise le patron *Observer*, il peut être utile de dessiner le graphe d'observation du programme afin de détecter d'éventuels problèmes.

Ce graphe a les sujets et observateurs du programme comme nœuds et un arc va de tout observateur à son (ou ses) sujet(s).

Graphe d'observation

Le graphe d'observation de notre tableur simplifié est :



Pour mémoire, le tableur lui-même se présente ainsi :

	A	B	C
1	10	6	
2	12	12	
3	=A1+A2	=B1+B2	=A3+B3

Cycles d'observation

Normalement, le graphe d'observation devrait être acyclique (c-à-d dénué de cycles), car ceux-ci peuvent provoquer des boucles infinies d'envoi de notifications.
En pratique, ces cycles sont parfois difficiles à éviter et on utilise donc différents moyens – plus ou moins propres – pour éviter de boucler à l'infini lors de l'envoi de notifications.
(Les tableurs détectent et interdisent les cycles, mais rien n'empêche un graphe d'observation d'être cyclique dans un programme réel utilisant le patron *Observer*.)

Glitches

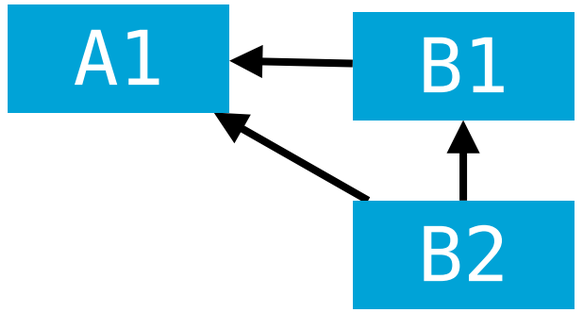
Même en l'absence de cycles d'observation, le patron *Observer* peut poser problème. On peut les illustrer au moyen de la feuille de calcul suivante :

	A	B
1	10	=A1-1
2		=1/(A1-B1)

9

1

dont le graphe d'observation est :



Que peut-il se passer si on introduit la valeur 9 dans `A1` ?

Glitches

Le patron *Observer* ne donne aucune garantie concernant l'ordre dans lequel les notifications sont propagées dans le graphe d'observation. En conséquence, il est possible d'observer des états « impossibles » que l'on nomme *glitches* en anglais.
(Les tableurs s'assurent que les *glitches* ne se produisent pas en propageant les modifications en ordre topologique, mais là encore rien de similaire n'existe dans un programme utilisant le patron *Observer*).

Exemples réels

Le patron de conception *Observer* est très fréquemment utilisé dans les bibliothèques de gestion d'interfaces graphiques.
Les composants graphiques d'une telle application doivent souvent refléter l'état interne de l'application. Pour rester à jour, ils observent simplement la partie de l'état interne de l'application dont ils dépendent.
Par exemple, un composant affichant un graphique dans un tableur peut observer les données qu'il représente pour savoir quand se mettre à jour.

Patron n°3 :

MVC

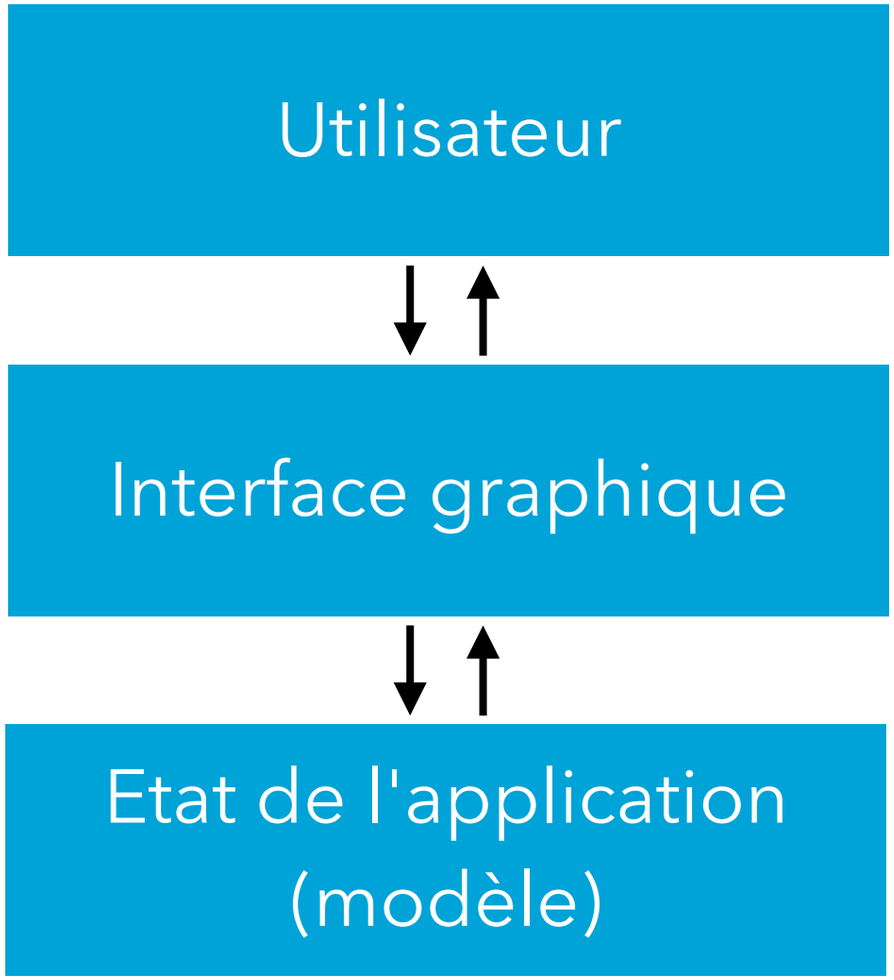
Illustration du problème

Une application graphique typique est composée d'un certain nombre de composants standards (boutons, menus, listes, etc.) qui permettent à l'utilisateur de visualiser et de manipuler l'état de l'application.

Comment faire en sorte que les composants n'aient aucune connaissance précise de l'application et soient ainsi réutilisables ?

Solution

La solution (évidente) à ce problème consiste à découpler la gestion de l'interface utilisateur de la gestion de l'état propre à l'application.



Généralisation

Le découplage entre la gestion de l'interface utilisateur et la logique propre à l'application peut se faire de différentes manières.

Le patron ***Model-View-Controller*** (***MVC***) propose d'organiser le code du programme en trois catégories :

- le **modèle**, qui contient la totalité du code propre à l'application et qui n'a aucune notion d'interface graphique,
- la **vue**, qui contient la totalité du code permettant de représenter le modèle à l'écran,
- le **contrôleur**, qui contient la totalité du code gérant les entrées de l'utilisateur et les modifications du modèle correspondantes.

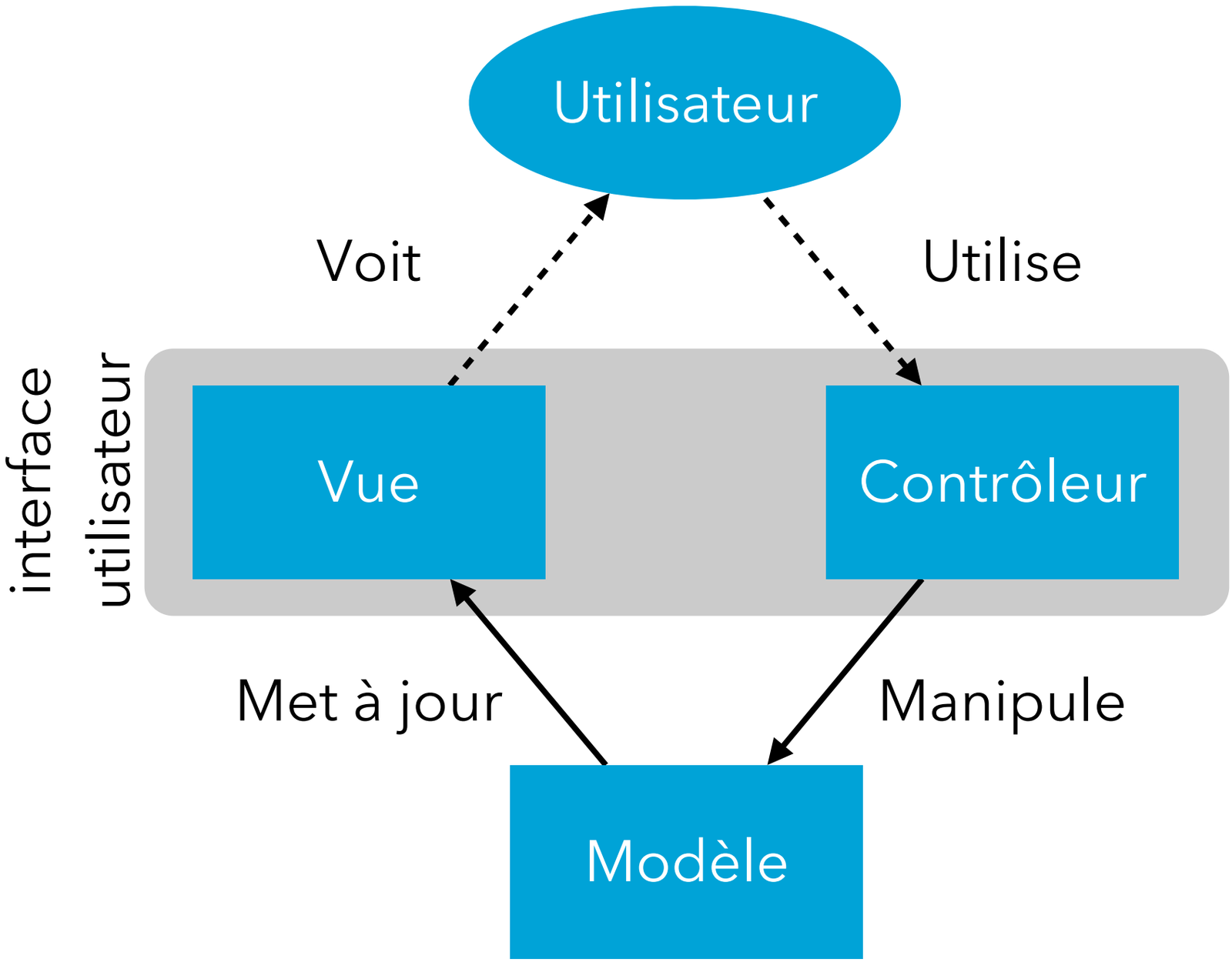
Patron architectural

Le patron MVC n'est pas au même niveau que les autres patrons que nous avons vus jusqu'à présent et que nous allons voir par la suite.

En effet, ce patron propose une organisation de la *totalité* du programme, pas simplement d'une petite partie de celui-ci pour résoudre un problème local.

Pour cette raison, MVC est parfois qualifié de **patron architectural** (*architectural pattern*).

MVC


Utilisateur
Voit
Utilise
interface utilisateur
Vue
Contrôleur
Met à jour
Manipule
Modèle

Modèle

Le **modèle** est l'ensemble du code qui gère les données propres à l'application. Le modèle ne contient aucun code lié à l'interface utilisateur.

Par exemple, dans un navigateur Web, le modèle contient le code responsable de gérer les accès au réseau, d'analyser les fichiers HTML reçus, d'interpréter les programmes JavaScript, de décompresser les images, etc.

Vue

La **vue** est l'ensemble du code responsable de l'affichage des données à l'écran.
Par exemple, dans un navigateur Web, la vue contient le code responsable de transformer le contenu HTML reçu en quelque chose d'affichable, l'affichage de l'état d'avancement des téléchargements en cours, etc.

Contrôleur

Le **contrôleur** est l'ensemble du code responsable de la gestion des entrées de l'utilisateur.
Par exemple, dans un navigateur Web, le contrôleur contient le code responsable de gérer les clics sur des hyperliens, l'entrée de texte dans des zones textuelles, la pression sur le bouton d'interruption de chargement, etc.

MVC et *Observer*

Le patron *Observer* joue un rôle central dans la mise en œuvre du patron *MVC*.

P.ex. pour que le modèle puisse être découplé de la vue, il faut que cette dernière ait la possibilité de réagir aux changements de ce premier. Cela se fait généralement au moyen du patron *Observer*.

Intérêt du patron

Le patron MVC a plusieurs avantages :

- le modèle peut être réutilisé avec différentes interfaces utilisateur (p.ex. application de bureau, application Web, application mobile),
- le modèle est relativement facile à tester puisqu'il n'est absolument pas lié à une interface graphique,
- le code gérant les composants graphiques standards (boutons, menus, etc.) est réutilisable pour de nombreuses applications.

Exemples réels

La plupart des bibliothèques d'interface utilisateur graphique utilisent le patron MVC ou un de ses dérivés, p.ex. :

- Swing utilise une variante de MVC dans laquelle la vue et le contrôleur ne font souvent qu'un,
- Cocoa – la bibliothèque graphique d'Apple – utilise le patron MVC,
- etc.

Résumé

Le patron *Observer* permet à un objet d'être informé des changements d'états d'un autre objet sans que les deux ne soient couplés. Souvent, l'objet observé n'a aucune connaissance de ses observateurs.

Le patron (architectural) *MVC* permet d'organiser un programme en découplant totalement le code gérant l'interface utilisateur de celui gérant la logique propre à l'application.