Chapitre 3
Programmation orientée objet

1. Principes de la programmation orientée objet

La programmation orientée objet (POO) est un paradigme très répandu en développement logiciel. Il vient compléter un panorama déjà riche du paradigme procédural ainsi que du paradigme fonctionnel.

La POO est une forme de conception de code visant à représenter les données et les actions comme faisant partie de classes, elles-mêmes devenant des objets lors de leur création en mémoire. Cette notion a été rapidement présentée dans le chapitre précédent, il est maintenant temps de comprendre son fonctionnement plus en détail.

1.1 Qu'est-ce qu'une classe ?

Une classe est un élément du système que forme votre application. Une classe contient deux types d'élément de code : des données ainsi que des méthodes, représentant des actions. Il faut voir la classe comme étant une boîte dans laquelle il est possible de ranger ces deux types d'éléments. Pour faire un parallèle avec la vie réelle, nous pouvons facilement comprendre que la définition d'une classe s'applique à un objet comme un ordinateur, par exemple. Ce dernier dispose de méthodes (allumer, éteindre...) ainsi que des propriétés (nombre d'écrans, quantité de RAM...).

Conceptuellement, une classe n'est qu'une définition. Une fois que vous avez statué sur ce qu'elle doit contenir ainsi que ses méthodes, il convient de la créer. Cette action s'appelle l'instanciation. À la suite de cette opération, nous obtenons une instance en mémoire d'un objet.

Pour tenter une comparaison, prenons l'exemple d'une usine de fabrication d'objets en bois. Afin de pouvoir créer un objet, il faut un plan (la classe). Grâce à ce dernier, la machine peut découper et assembler les divers éléments (les données et méthodes) afin de créer une nouvelle instance (instanciation).

En C#, la déclaration d'une classe se fait grâce au mot-clé `class`. Il y a quelques spécificités possibles, notamment la portée, que nous étudierons juste après, dans la section Que peut-on déclarer dans une classe ? - Les méthodes, ainsi que les concepts de `static`, `sealed` et celui de `partial`. La syntaxe complète de la déclaration d'une classe est la suivante :

```
PORTÉE [static] [sealed] [partial] class NOM_CLASSE
```

Le nom de la classe est libre mais répond à deux règles :

– Il ne peut contenir que des caractères alphanumériques et le signe underscore (« _ »).

– Il ne peut pas commencer par un chiffre.

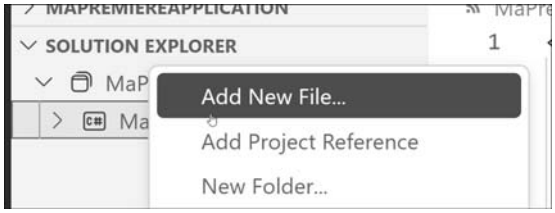
En plus de ces règles, les développeurs C# respectent souvent une convention syntaxique : l'utilisation du PascalCase. Cela indique que le nom commence par une majuscule et chaque mot est symbolisé par une majuscule également, par exemple, `OrdinateurPortable`. Le langage et le compilateur n'interdisent pas d'écrire `ordinateurPortable`, `Ordinateurportable` ou encore `ordinateurportable`, mais ces différentes déclarations ne respectent pas la convention largement admise et appliquée. Finalement, bien que ce soit possible, il est recommandé d'éviter tout caractère accentué dans le nom d'une classe. Par exemple, il est préférable d'appeler sa classe `Pieton` plutôt que `Piéton`, cela afin que le code C# produit soit le plus proche possible de ce que nous aurions en anglais.

Dans le programme de base créé en C# dans le précédent chapitre, une classe `Program` est créée par défaut. Nous pouvons constater qu'il n'y a ni notion de portée ni notion de `partial` ou `static`. Une fois qu'une classe est déclarée, elle définit un bloc, dans lequel nous pouvons implémenter les données et les méthodes dont notre programme a besoin pour fonctionner.

1.1.1 Les classes dans Visual Studio Code

Pour créer une classe dans Visual Studio Code, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- Dépliez la vue **Solution Explorer** du projet.
- Placez-vous sur le dossier où vous souhaitez créer la nouvelle classe (ou directement sur le nom du projet si vous souhaitez la créer à la racine).
- Faites un clic droit pour sélectionner l'élément de menu **Add New File**.
- Renseignez le nom de la classe dans la petite pop-up qui s'est ouverte en haut au centre de l'écran (toujours sans espaces ni caractères spéciaux).



Ajout d'une nouvelle classe avec Visual Studio Code

À la suite de ces manipulations, un nouveau fichier, portant le nom de la classe suivi de l'extension .cs, est disponible dans la hiérarchie à gauche. Par défaut, ce fichier sera ouvert et contient la classe qui a été déclarée dans l'espace de noms correspondant au dossier de destination.

1.1.2 L'héritage

Il existe un concept extrêmement important en POO : l'héritage. Globalement, si vous avez la possibilité de dire « X est un Y », l'équivalent pourrait être de dire « X hérite de Y ». X reprend toutes les propriétés et tous les comportements de Y, mais le spécifie. Donnons un exemple concret : « Un Mac est un ordinateur ». Donc, au niveau du développement orienté objet, un Mac reprend toutes les propriétés d'un ordinateur ainsi que ses comportements, mais les spécifie en y apportant ses propres éléments. On dit dans ces cas-là que `Mac` est une classe fille de la classe `Ordinateur`.

En C#, cette notion est centrale car tous les éléments que vous allez manipuler héritent naturellement de la classe `System.Object`, qui définit le comportement de base de n'importe quel objet. De surcroît, contrairement à d'autres langages (comme le C++), il n'est pas possible, en C#, d'hériter de plusieurs classes : une seule classe mère est possible. Si aucune classe mère n'est spécifiée, c'est par définition la classe `System.Object` qui constitue la classe mère (sans qu'une quelconque manipulation soit requise).

Remarque

En C#, il n'est pas possible d'hériter de plusieurs classes. Il faut donc choisir la classe dont on hérite. En l'absence de précision, le compilateur génère automatiquement, de façon transparente, un héritage de la classe `System.Object`, comme décrit ci-dessus. Si nous spécifions un héritage, cela ne veut pas dire que la classe hérite de `System.Object` ET de la classe héritée, mais uniquement de la classe héritée, qui remplace l'héritage généré par le compilateur. La classe héritée, elle-même, hérite soit d'une autre classe, soit directement de `System.Object`. En finalité, toutes les classes en C# héritent d'une façon ou d'une autre de `System.Object`.

Afin d'indiquer qu'une classe hérite d'une autre, il faut utiliser le deux-points, suivi de la classe dont on souhaite hériter :

```
class Ordinateur { }
class Mac : Ordinateur { }
```

Bien entendu, ce n'est pas parce qu'une classe hérite d'une autre qu'elle a forcément accès à tout ce qui a été défini au sein de la classe mère.

1.1.3 L'encapsulation

Tout ce qui se trouve à l'intérieur d'une classe est désigné par un terme bien spécifique : l'encapsulation. Avec celle-ci vient également la notion de portée, qui indique comment les choses sont perçues d'un point de vue extérieur à la classe.

La portée permet de définir la visibilité d'un élément d'une classe ou de la classe elle-même. Il existe en tout sept portées en C# :

- `public` : définit que l'élément est totalement visible dans et en dehors de la classe.
- `private` : définit que l'élément n'est visible qu'au sein de la classe où il est déclaré alors qu'il est totalement invisible de l'extérieur.
- `internal` : définit que l'élément est visible uniquement au sein du projet où il est déclaré. Nous pouvons considérer l'élément comme étant public, mais simplement au sein du projet dans lequel il est déclaré. Un autre projet qui référence notre projet n'a pas connaissance d'un élément déclaré comme `internal`. Par défaut, en l'absence de portée explicite sur une classe, c'est la portée `internal` qui est sélectionnée par le compilateur.
- `protected` : définit que l'élément est visible uniquement au sein de la classe où il est déclaré ainsi que dans sa hiérarchie de classes filles. Cela rejoint le concept de l'héritage, que nous verrons plus loin dans ce chapitre.
- `protected internal` : définit un cumul entre `protected` et `internal`. Un élément déclaré avec cette portée est visible par la classe concernée ainsi que ses classes filles, tout comme par toutes les autres classes au sein du même projet. Cela signifie également que si une classe fille est déclarée en dehors du projet actuel, elle peut accéder à un élément `protected internal`, tout comme n'importe quelle classe du même projet.
- `private protected` : définit une intersection entre `protected` et `internal`. Un élément déclaré avec cette portée n'est visible que par la classe concernée ainsi que les classes filles qui sont définies au sein du même projet. Cela veut dire qu'une classe fille définie en dehors du projet actuel ne pourra pas accéder à cet élément.

– `file` : ajoutée en C# 11, cette portée définit une visibilité uniquement dans le cadre du fichier en cours. Cette portée est très particulière car elle n'a pas vocation à être directement utilisée par les développeurs. Elle existe surtout pour les outils de génération automatique de code. Néanmoins, dans de très rares cas, il peut être utile de déclarer un élément qui n'existe que dans le cadre d'un fichier pour un algorithme précis. Il est à noter également que, contrairement aux autres portées, cette portée n'est valide que pour la déclaration d'un type. Elle ne peut pas s'appliquer sur une méthode, un champ ou une propriété.

Avec toutes ces portées, il est possible de créer la classe qui correspond finement au besoin de votre application, pour éviter que certains éléments ne sortent du périmètre de la classe. En reprenant notre exemple, considérons que la classe `Ordinateur` dispose d'un booléen indiquant si la machine est allumée ou non. Afin d'éviter que quelqu'un ne puisse manipuler directement cette donnée, la manière de procéder est de la définir comme étant publiquement accessible en lecture, mais privée pour ce qui est de l'écriture. En conséquence, seule une méthode publique, définie dans cette classe, comme par exemple `Allumer` ou `Eteindre`, peut changer la valeur de cet indicateur. Nous nous préservons ainsi d'un changement d'état non maîtrisé (car nous pouvons considérer que l'opération d'extinction nécessite d'effectuer quelques opérations en amont avant de basculer le booléen).

1.2 Que peut-on déclarer dans une classe ?

Nous l'avons vu, il existe deux types d'éléments que nous pouvons déclarer dans une classe : des méthodes (actions) et des données. Voyons rapidement comment les déclarer.

1.2.1 Les méthodes

Une méthode traduit une action qu'il est possible d'invoquer sur la classe. Lors de la déclaration d'une méthode, il faut se poser les questions suivantes :

– S'agit-il d'une action qui doit pouvoir être réalisée depuis l'extérieur ou uniquement depuis l'intérieur de la classe ?

– Est-ce qu'une valeur de retour particulière est attendue ?

– Certaines informations sont-elles nécessaires pour que cette méthode fonctionne ?

Vous avez déjà eu un aperçu d'un appel de méthode dans le premier chapitre, sur la classe `Console` : `WriteLine` et `ReadLine`. Ces deux méthodes illustrent bien les points cités précédemment :

– `WriteLine` doit pouvoir être appelée depuis l'extérieur. Nous n'attendons pas de valeur en retour à son appel, mais il est nécessaire de lui transmettre l'information que nous souhaitons écrire.
– `ReadLine` doit également pouvoir être appelée depuis l'extérieur. Nous avons besoin de récupérer l'information saisie par l'utilisateur uniquement, sans besoin de lui transmettre une quelconque information.

La syntaxe de déclaration d'une méthode dans une classe est la suivante :

```
PORTÉE [static] TYPE_RETOUR NOM_METHODE([PARAMÈTRES])
```

Le type de retour doit correspondre à un type C# connu. Par exemple, si nous souhaitons créer une méthode qui réalise l'addition de deux nombres et renvoie le résultat, le tout accessible publiquement, nous la déclarons comme suit :

```
public int Addition(int premier, int second) {}
```

Remarque

Dès lors que nous déclarons une méthode avec une valeur de retour sans écrire le contenu de la méthode, le compilateur émet immédiatement une erreur de compilation. Ceci est dû au fait que chaque méthode retournant un résultat doit obligatoirement comporter une instruction `return`.

Lorsqu'une méthode doit renvoyer une valeur, il faut utiliser le mot-clé `return` afin de définir la valeur que nous souhaitons renvoyer. L'instruction `return` peut être utilisée directement avec une valeur ou alors nous pouvons nous servir d'une variable du type de retour attendu. Dans le cas de l'exemple ci-dessus, ces deux façons d'écrire la méthode sont valides :

```
public int Addition(int premier, int second)
{
    return premier + second;
}
```

```
public int Addition(int premier, int second)
{
    int resultat = premier + second;
    return resultat;
}
```

Un élément important à garder en mémoire : à l'instar de ce que nous avons vu dans le chapitre précédent avec la déclaration de classes du même nom au sein du même espace de noms, il n'est pas possible de déclarer deux fois la même méthode à l'intérieur d'une même classe. Si les noms sont identiques et que les paramètres le sont également, alors le compilateur C# considère qu'il s'agit de la même méthode. La valeur de retour ne constitue pas un élément distinctif. Ainsi, la déclaration des deux méthodes suivantes dans la même classe est impossible et cela provoque une erreur de compilation :

```
public int Addition (int premier, int second)
{
    return premier + second;
}
public void Addition (int premier, int second)
{
}
```

Remarque

Comme nous pouvons le constater dans l'exemple ci-dessus, le mot-clé void précise que la méthode ne renvoie aucun résultat. La notion de type de retour étant obligatoire, il faut utiliser ce mot-clé pour indiquer les cas où il n'y en a pas.

Si la méthode ne prend pas de paramètres, la présence de parenthèses ouvrantes et fermantes accolées au nom de la méthode est malgré tout nécessaire pour signifier qu'il s'agit d'une méthode :

```
public void MaMethode()
{
}
```

Au sein d'une méthode qui déclare son propre bloc, il est possible de déclarer des variables et constantes qui sont considérées uniquement comme locales (c'est-à-dire visibles au sein de la méthode et de tous ses sous-blocs, mais invisibles dans les blocs parents, directs ou indirects).

Chapitre 4-2
Le pattern Chain of Responsibility

1. Description

Le pattern `Chain of Responsibility` construit une chaîne d'objets telle que si un objet de la chaîne ne peut pas répondre à une requête, il puisse la transmettre à son successeur et ainsi de suite jusqu'à ce que l'un des objets de la chaîne y réponde.

2. Exemple

Nous nous plaçons dans le cadre de la vente de véhicules d'occasion. Lorsque le catalogue de ces véhicules est affiché, l'utilisateur peut demander une description de l'un des véhicules mis en vente. Si une telle description n'a pas été fournie, le système doit alors renvoyer la description associée au modèle de ce véhicule. Si à nouveau, cette description n'a pas été fournie, il convient de renvoyer la description associée à la marque du véhicule. Une description par défaut est renvoyée s'il n'y a pas non plus de description associée à la marque.

Ainsi, l'utilisateur reçoit la description la plus précise qui est disponible dans le système.

Le pattern `Chain of Responsibility` fournit une solution pour mettre en œuvre ce mécanisme. Celle-ci consiste à lier les objets entre eux du plus spécifique (le véhicule) au plus général (la marque) pour former la chaîne de responsabilité. La requête de description est transmise le long de cette chaîne jusqu'à ce qu'un objet puisse la traiter et renvoyer la description.

Le diagramme d'objets UML de la figure 4-2.1 illustre cette situation et montre les différentes chaînes de responsabilité (de la gauche vers la droite).

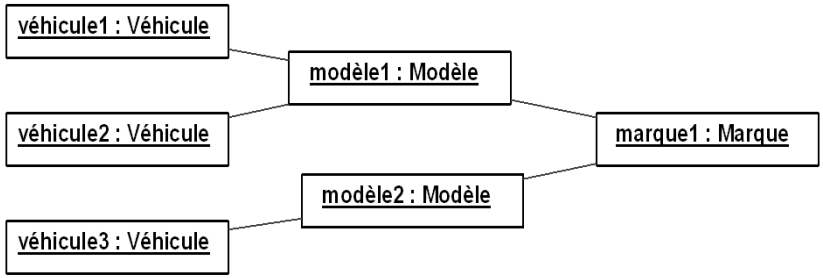


Figure 4-2.1 - Diagramme d'objets de véhicules, modèles et marques avec les liens de la chaîne de responsabilité

La figure 4-2.2 représente le diagramme des classes du pattern `Chain of Responsibility` appliqué à l'exemple. Les véhicules, modèles et marques sont décrits par des sous-classes concrètes de la classe `ObjetBase`. Cette classe abstraite introduit l'association `suivant` qui implante la chaîne de responsabilité. Elle introduit également trois méthodes :

– `getDescription` est une méthode abstraite. Elle est implantée dans les sous-classes concrètes. Cette implantation doit retourner soit la description si elle existe soit la valeur `null` dans le cas contraire.

– `descriptionParDéfaut` retourne une valeur de description par défaut, valable pour tous les véhicules du catalogue.

– `donneDescription` est la méthode publique destinée à l'utilisateur. Elle invoque la méthode `getDescription`. Si le résultat est `null`, alors s'il y a un objet `suivant`, sa méthode `donneDescription` est invoquée à son tour sinon c'est la méthode `descriptionParDéfaut` qui est utilisée.

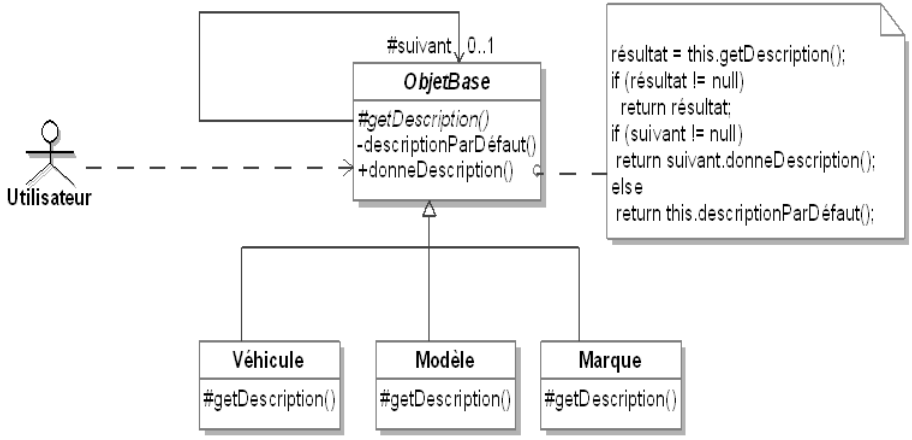


Figure 4-2.2 - Le pattern `Chain of Responsibility` *pour organiser la description de véhicules d'occasion*

La figure 4-2.3 montre un diagramme de séquence qui est un exemple de requête d'une description basée sur le diagramme d'objets de la figure 4-2.1.

Dans cet exemple, ni le `véhicule1`, ni le `modèle1` ne possèdent de description. Seule `marque1` possède une description qui est donc utilisée pour le `véhicule1`.

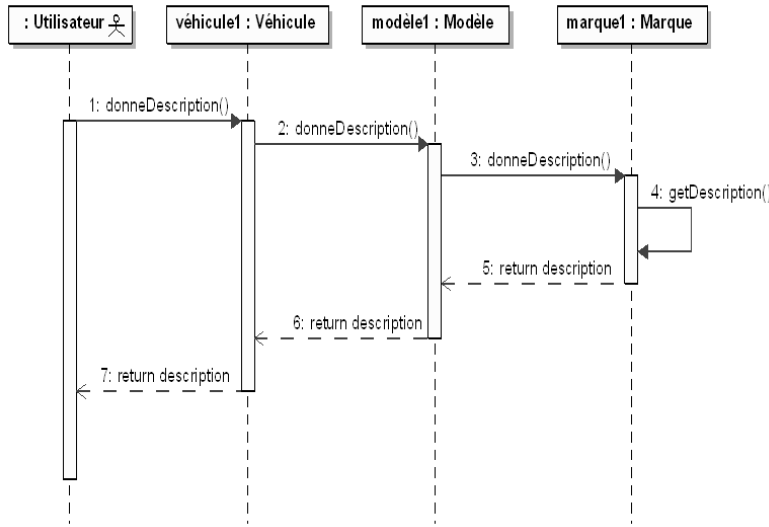


Figure 4-2.3 - Diagramme de séquence illustrant sur un exemple le pattern ***`Chain of Responsibility`***

3. Structure

3.1 Diagramme de classes

La figure 4-2.4 détaille la structure générique du pattern.

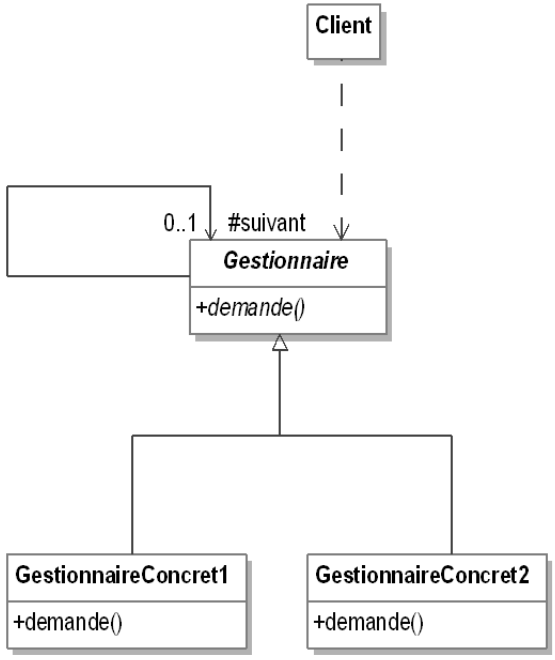


Figure 4-2.4 - Structure du pattern `Chain of Responsibility`

3.2 Participants

Les participants au pattern sont les suivants :

– `Gestionnaire` (`ObjetBase`) est une classe abstraite qui implante sous forme d'une association la chaîne de responsabilité ainsi que l'interface des requêtes.
– `GestionnaireConcret1` et `GestionnaireConcret2` (`Véhicule`, `Modèle` et `Marque`) sont les classes concrètes qui implantent le traitement des requêtes en utilisant la chaîne de responsabilité si elles ne peuvent pas les traiter.
– `Client` (`Utilisateur`) initie la requête initiale auprès d'un objet de l'une des classes `GestionnaireConcret1` ou `GestionnaireConcret2`.

3.3 Collaborations

Le client effectue la requête initiale auprès d'un gestionnaire. Cette requête est propagée le long de la chaîne de responsabilité jusqu'au moment où l'un des gestionnaires la traite.

4. Domaines d'application

Le pattern est utilisé dans les cas suivants :

– Une chaîne d'objets gère une requête selon un ordre qui est défini dynamiquement.
– La façon dont une chaîne d'objets gère une requête ne doit pas être connue de ses clients.

5. Exemple en C#

Nous introduisons maintenant l'exemple en langage C#. La classe `ObjetBase` est décrite à la suite. Elle implante la chaîne de responsabilité par la propriété `suivant`. Les autres méthodes correspondent aux spécifications introduites dans la figure 4-2.2.

```
using System;

public abstract class ObjetBase
{
 public ObjetBase suivant { protected get; set; }

 private string descriptionParDefaut()
 {
   return "description par défaut";
 }

 protected abstract string description { get; }

 public string donneDescription()
 {
   string resultat;
   resultat = this.description;
   if (resultat != null)
     return resultat;
   if (suivant != null)
     return suivant.donneDescription();
   else
     return this.descriptionParDefaut();
 }
}
```

Les trois sous-classes concrètes de la classe `ObjetBase` sont `Vehicule`, `Modele` et `Marque`, leur code source C# est présenté à la suite. La classe `Vehicule` gère une description simple fournie au moment de sa construction (le paramètre `null` est utilisé en cas d'absence de description).

```
using System;

public class Vehicule : ObjetBase
{
 protected string laDescription;
```