

## 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.

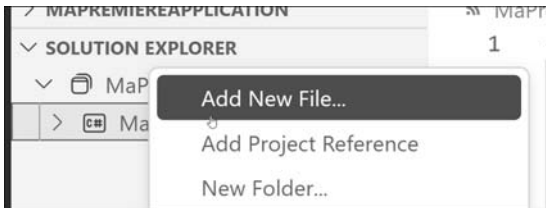
En plus de ces règles, les développeurs C# respectent souvent une convention syntaxique : l'utilisation du *PascalCase*. Cela indique que le nom commence par une majuscule et chaque mot est symbolisé par une majuscule également, par exemple, `OrdinateurPortable`. Le langage et le compilateur n'interdisent 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_RETOUT 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 3

# Introduction au langage C#

## 1. La syntaxe

### 1.1 Les identifiants

Les identifiants sont les noms donnés aux classes et à leurs membres. Un identifiant doit être composé d'un seul mot commençant par une lettre ou un caractère underscore (`_`). Les identifiants peuvent être composés de lettres majuscules ou minuscules, mais le langage C# étant sensible à la casse, les majuscules et minuscules doivent être respectées pour faire référence au bon identifiant : `monIdentifiant` est différent de `MonIdentifiant`.

### 1.2 Les mots-clés

Les mots-clés sont des noms réservés par le langage C#. Ils sont interprétés par le compilateur et ne peuvent donc pas être utilisés en tant qu'identifiants. Ces mots-clés sont distingués dans l'éditeur de texte de Visual Studio en étant colorés en bleu (avec les paramètres d'apparence par défaut).

Si vous avez besoin d'utiliser un mot-clé en tant qu'identifiant pour un membre, il faut préfixer le nom de l'identifiant par le caractère @. La syntaxe suivante entraînera une erreur et le compilateur refusera de s'exécuter :

```
private bool lock;
```

En préfixant le membre `lock` par le caractère @, le compilateur considère que c'est un identifiant et non plus un mot-clé :

```
private bool @lock;
```

Le caractère @ peut également préfixer des identifiants qui n'ont aucun conflit avec les mots-clés, ainsi `@monIdentifiant` sera interprété de la même manière que `monIdentifiant`.

Voici une liste des mots-clés du langage C#. Ils seront expliqués, en partie, au cours de l'ouvrage :

abstract	add	as	ascending	async
await	base	bool	break	by
byte	case	catch	char	checked
class	const	continue	decimal	default
delegate	descending	do	double	dynamic
else	equals	enum	event	explicit
extern	false	file	finally	fixed
float	for	foreach	from	get
global	goto	group	if	implicit
in	int	interface	internal	into
is	join	let	lock	long
nameof	namespace	new	null	object
on	operator	orderby	out	override
params	partial	private	protected	public
readonly	ref	remove	required	return
sbyte	sealed	select	set	short

sizeof	stackalloc	statics	string	struct
switch	this	throw	true	try
typeof	uint	ulong	unchecked	unsafe
ushort	using	value	var	virtual
volatile	void	where	while	yield

## 1.3 La ponctuation

La ponctuation a pour objectif de séparer les instructions du programme de manière logique, compréhensible par l'humain et interprétable par le compilateur.

Toute instruction doit se terminer par un point-virgule ;. S'il est oublié à la fin de l'instruction, le compilateur lève une erreur de syntaxe. L'avantage, cependant, est de pouvoir écrire une instruction sur plusieurs lignes :

```
int i = 5 + 2;
```

Le point . après un identifiant permet d'accéder aux membres d'un objet. Visual Studio affiche, grâce à l'IntelliSense, la liste des membres disponibles dès que le point est ajouté à un objet :

```
monObjet.maPropriete
```

Les accolades { et } sont utilisées pour grouper plusieurs instructions au sein d'un bloc de contrôle ou d'une méthode. Elles indiquent à quel endroit les instructions commencent et à quel endroit elles se terminent :

```
class Program
{
}
```

Les parenthèses ( et ) sont utilisées pour la déclaration ou l'appel de méthodes. Elles peuvent contenir des paramètres suivant la signature de la méthode. Les paramètres d'une méthode sont séparés par une virgule , :

```
monObjet.maMethode(Parametre1, Parametre2);
```

Les parenthèses sont également utilisées pour grouper les instructions de la même manière que pour une opération mathématique.

Les crochets [ et ] permettent d'accéder à l'élément d'un tableau ou, si la classe contient une propriété indexeur, à l'élément d'une classe. Par exemple, si la classe `monObjet` est un tableau de valeurs de type `string`, pour accéder à son premier élément, la syntaxe serait la suivante :

```
■ string s = monObjet[0];
```

Les éléments des tableaux sont indexés à partir de 0.

## 1.4 Les opérateurs

### 1.4.1 Les opérateurs de calcul

Les opérateurs de calcul permettent, comme en mathématiques, d'effectuer des opérations.

L'addition est réalisée avec l'opérateur + :

```
■ i = 5 + 2;           // i = 7
```

La soustraction est réalisée avec l'opérateur - :

```
■ i = 5 - 2;           // i = 3
```

La multiplication est réalisée avec l'opérateur \* :

```
■ i = 5 * 2;           // i = 10
```

La division est réalisée avec l'opérateur / :

```
■ i = 6 / 2;           // i = 3
```

Le modulo est réalisé avec l'opérateur % :

```
■ i = 5 % 2;           // i = 1
```

### 1.4.2 Les opérateurs d'assignation

Les opérateurs d'assignation permettent d'assigner une valeur à une variable. L'opérateur le plus utilisé est le caractère = :

```
■ i = x;
```

Il est également possible de réaliser une assignation et un calcul en même temps en combinant deux opérateurs :

```
■ i += 1;
```

En utilisant l'opérateur +=, il y a affectation à la variable de sa propre valeur additionnée de la valeur à droite de l'opérateur. Cette instruction est équivalente à celle-ci :

```
■ i = i + 1;
```

La combinaison d'opérateurs de calcul et d'assignation est valable pour tous les opérateurs :

```
■ int i = 5;  
  i += 2;           // i = 7  
  i -= 2;           // i = 5  
  i *= 2;           // i = 10  
  i /= 2;           // i = 5  
  i %= 2;           // i = 1
```

### 1.4.3 Les opérateurs de comparaison

Les opérateurs de comparaison sont essentiellement utilisés dans le cadre de décisions au sein d'instructions de contrôle.

L'opérateur == détermine si deux variables sont égales :

```
■ x == y           // renvoie true si x égale y
```

L'opérateur != détermine si deux variables sont différentes :

```
■ x != y           // renvoie true si x est différent de y
```

L'opérateur > détermine si la variable de gauche est strictement supérieure à la variable de droite :

```
■ x > y            // renvoie true si x est supérieur à y
```

L'opérateur `>=` détermine si la variable de gauche est supérieure ou égale à la variable de droite :

```
■ x >= y           // renvoie true si x est supérieur ou égal à y
```

L'opérateur `<` détermine si la variable de gauche est strictement inférieure à la variable de droite :

```
■ x < y           // renvoie true si x est inférieur à y
```

L'opérateur `<=` détermine si la variable de gauche est inférieure ou égale à la variable de droite :

```
■ x <= y          // renvoie true si x est inférieur ou égal à y
```

L'opérateur (et mot-clé) `is` permet de déterminer le type d'un objet :

```
■ x is int         // renvoie true si x est du type int
```

Le filtrage par motif permet de vérifier si une valeur correspond à un motif. Il s'agit d'utiliser l'opérateur `is` pour définir le motif qui peut être placé dans des instructions conditionnelles :

```
■ o is DateTime d  // renvoie true si o est du type DateTime
```

La variable `o` est automatiquement convertie dans le type testé et placée dans la nouvelle variable `d` utilisable de manière classique.

Il est également possible de combiner les opérateurs de comparaison avec des opérateurs logiques. L'opérateur `&&` permet de spécifier un ET logique tandis que l'opérateur `||` spécifie un OU logique. Les différentes expressions peuvent être combinées grâce à des parenthèses afin de modifier l'ordre d'interprétation :

```
■ (x >= 0 || x > 10) && (x <= 1 || x < 25)
```

## 1.5 La déclaration de variables

La déclaration de variables se fait en spécifiant son type puis en indiquant son identifiant. L'instruction suivante déclare une variable nommée `s` et du type `string` :

```
■ string s;
```

L'instruction de déclaration se termine comme toutes les instructions par le point-virgule.

Une variable peut être déclarée et initialisée avec la même instruction :

```
■ string s = "La valeur de ma variable";
```

Il est également possible de déclarer et d'initialiser plusieurs variables en une seule instruction, à la condition qu'elles soient de type identique. Les variables sont séparées par une virgule :

```
■ bool b1 = true, b2 = false;
```

Une variable peut également être marquée avec le mot-clé `const` qui spécifie que la valeur de la variable ne peut pas être modifiée pendant l'exécution. C'est une variable en lecture seule :

```
■ const int i = 0;
```

En ajoutant le mot-clé `required` à une propriété ou à un champ, vous indiquez l'obligation pour les appelants du constructeur d'initialiser ces valeurs.

```
■ required int i;
```

La portée d'une variable déclarée dans le corps d'une méthode se limite à celle-ci, c'est-à-dire qu'elle est détruite dès la fin de l'exécution de la méthode. Elle sort de la portée.

Les variables déclarées au sein d'un bloc conditionnel ou itératif ne sont accessibles que dans ce bloc. Pour les blocs itératifs, à la fin de la boucle la variable est détruite puis elle est à nouveau initialisée au passage suivant.

## 1.6 Les instructions de contrôle

### 1.6.1 Les instructions conditionnelles

Les instructions conditionnelles permettent d'exécuter une portion de code en fonction de tests effectués sur les variables de l'application. Il existe deux types de structures conditionnelles : les blocs `if` et les blocs `switch`.

### if, else et else if

#### Syntaxe générale

```
if (expression)
{
    instructions
}
[else if (expression)
{
    instructions
}]
[else
{
    instructions
}]
```

L'instruction `if` évalue une expression booléenne et exécute le code si cette expression est vraie (`true`). Sa syntaxe est la suivante :

```
if (x > 10)
{
    // Instructions exécutées si x est supérieur à 10
}
```

L'expression à évaluer est insérée entre parenthèses après le mot-clé `if` et doit avoir un résultat de type booléen.

L'instruction `else` permet d'intégrer le code qui sera exécuté si l'expression évaluée dans l'instruction `if` est fausse (`false`) :

```
if (x > 10)
{
    // Instructions exécutées si x est supérieur à 10
}
else
{
    // Instructions exécutées si x est inférieur ou égal à 10
}
```