C# Avancé

m2iformation.fr

TOPIOS
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

C# Avancé

POO - Génériques – Collections - Exceptions - Délégués - Linq

Sommaire

UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Programmation Orientée Objet

Qu’est-ce que la Programmation Orientée Objet ?

- La **POO** est est un paradigme de programmation informatique. Elle consiste en la **définition** et l'**interaction** de briques logicielles appelées **objets**. Un **objet** représente un **concept**, une **idée** ou toute **entité** du monde physique (personne, voiture, dinosaure).
- Lorsque que l'on programme avec cette méthode, la première question que l’on se pose est :
  « qu'est-ce que je manipule ? »
- Alors qu'en programmation **Procédurale**, c'est plutôt :
  « qu'est-ce que je fait ? »

Qu'est-ce que la Programmation Orientée Objet ?

- Elle permet de **découper** une grosse **application**, généralement floue, en une multitude d'**objets** interagissant entre eux
- La POO améliore également la **maintenabilité**. Elle facilite les **mises à jour** et l'ajout de **nouvelles fonctionnalités**.
- Elle permet de faire de la **factorisation** et évite ainsi un bon nombre de lignes de code
- La réutilisation du code fut un argument déterminant pour venter les avantages des langages orientés objets.

Les paradigmes de la POO

La POO repose sur plusieurs concepts importants

- **Accessibilité** (ou **Visibilité**)
- **Encapsulation**
- **Polymorphisme**
- **Héritage**
- **Abstraction**
- **Interfaces**
- **Fonctions Anonymes**
- **Généricité**

Nous les aborderons tous par la suite.

Qu’est-ce qu’un objet en programmation?

Commençons par définir les objets dans le mode réel:

- Ils possèdent des **propriétés propres** : Une chaise a 4 pieds, une couleur, un matériaux précis...
- Certains objets peuvent **faire des actions** : la voiture peut rouler, klaxonner...
- Ils peuvent également **interagir entre eux** : l’objet roue tourne et fait avancer la voiture, l’objet cric monte et permet de soulever la voiture...

Le concept d’objet en programmation s’appuie sur ce fonctionnement.

Qu’est-ce qu’un objet en programmation?

Il faut distinguer ce qu’est l’objet et ce qu'est la définition d’un objet

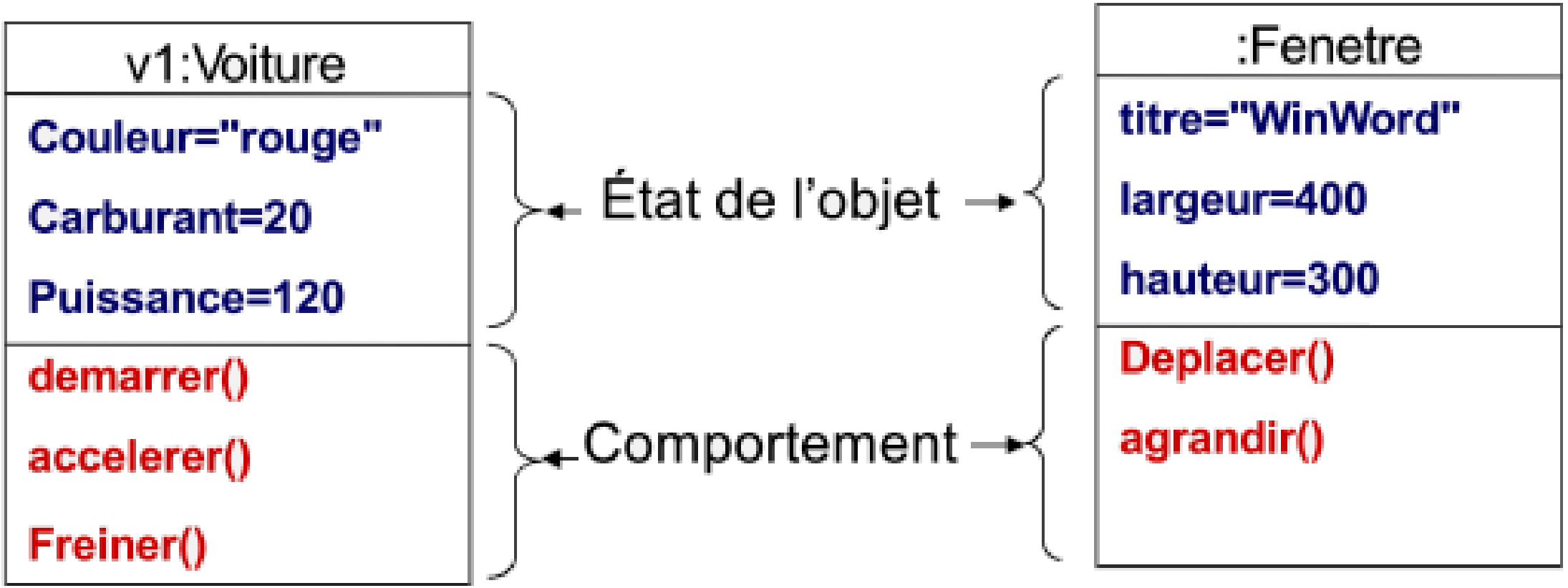
- **Le concept de l’objet** (ou définition/structure)
  - Permet d’indiquer ce qui compose un objet, c'est-à dire quelles sont ses propriétés, ses actions…
- **L’instance d’un objet**
  - C’est la création réelle de l’objet : *Objet Chaise*
  - En fonction de sa définition : *4 pieds, bleu…*
  - Il peut y avoir **plusieurs instances** : *Plusieurs chaises, de couleurs différentes, matériaux différents…*

Qu'est-ce qu'un objet en programmation?

- Un objet est une structure informatique définie par un **état** et un **comportement**.
  - L'**état** regroupe les **valeurs instantanées** de tous les **attributs de l'objet**. Il peut changer dans le temps.
  - Le **comportement** décrit les **actions** et les réactions de l'objet. Autrement dit le comportement est défini par **les opérations que l'objet peut effectuer**. Généralement, c'est le comportement qui modifie l'état de l'objet.

Exemple

Objet = état + comportement



Il s'agit ici d'un diagramme d'objet

Identité d'un objet

- En plus de son état, un objet possède une **identité** qui caractérise son existence propre.
- Cette identité s'appelle également **référence** de l'objet
- En terme informatique de bas niveau, l'identité d'un objet représente son **adresse mémoire**.
- Deux objets **ne peuvent pas avoir la même identité**:
  c'est-à-dire que deux objet ne peuvent pas avoir le même emplacement mémoire

Résumé

- La **POO** est un **paradigme de programmation** basé sur la manipulation d'**objets**, représentant des entités ou concepts du monde réel.
- Elle **découpe les applications** complexes en **objets**, améliorant ainsi la maintenabilité et favorisant la réutilisation du code.
- **Concepts clés** : Accessibilité, Encapsulation, Héritage, Polymorphisme, Abstraction, Interfaces, Fonctions Anonymes, Généricité.
- Un objet combine **état** (propriétés actuelles) et **comportement** (actions possibles), avec une **identité unique** (adresse mémoire).

TOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Définition de Classes

Qu’est-ce qu’une Classe ?

Un **Classe** (`class`) permet de regrouper tous les éléments qui représenteront un Objet : ses **attributs**, ses **propriétés**, ses **méthodes**

On dit qu'une classe représente le concept de l'objet.

Dans les langages fortement typés, **la création d'une classe** aboutira à la création d'un **nouveau Type**

Instanciation

- Les objets qui sont **définis à partir** d'une classe **appartiennent à celle-ci**.
- Ce processus s'appelle l'**Instanciation**
- On passe du **concept** (classe) à l'objet **réel** (instance/objet)
- La **classe est unique** mais les **objets** qui en **dérivent** peuvent être nombreux

Program

Nous avons déjà pu voir une Classe dans le code que nous avons utilisé précédemment qui a été généré par Visual Studio, la classe **Program**.

A partir du **.NET 6** cette classe apparaît par défaut de manière **tronquée** et nous **ne voyons pas la totalité de sa structure syntaxique**.

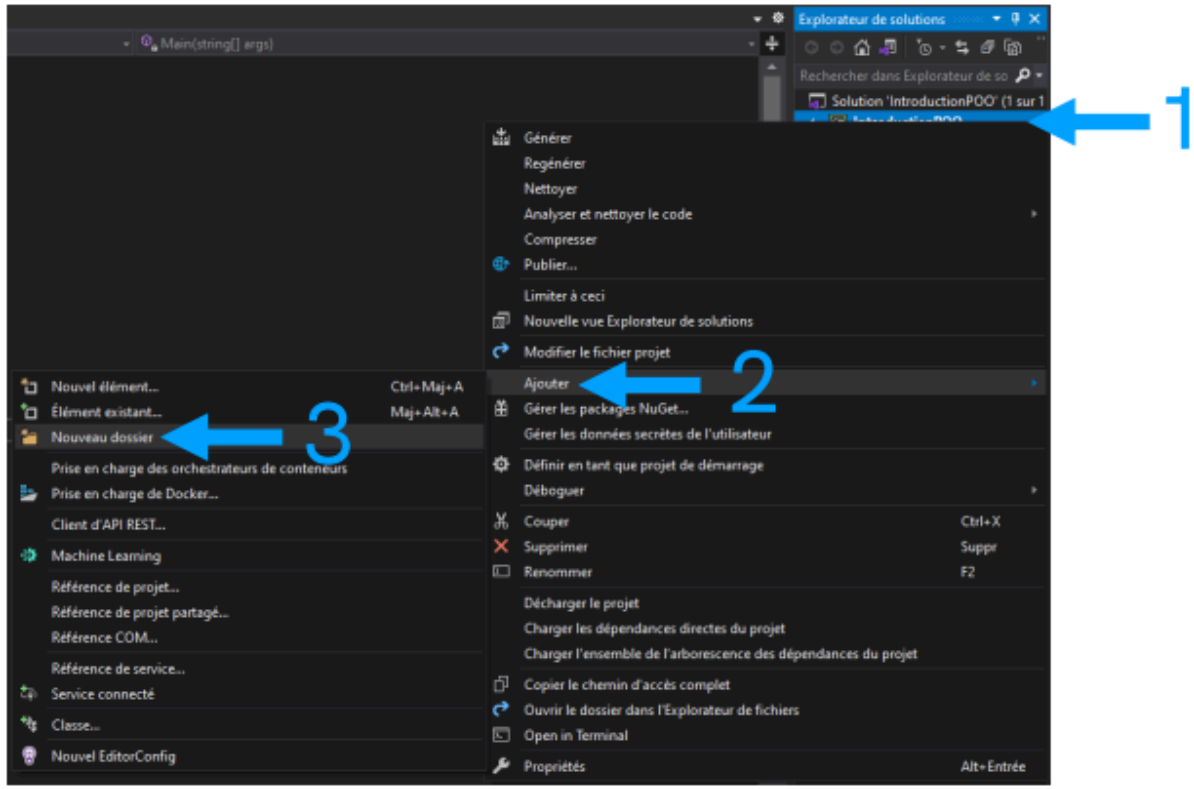
Syntaxe de Program

La class **Program** est une classe particulière car elle contient la méthode « **Main( )** » qui est le **point d'entrée de notre application**

- Elle fonctionne comme toutes les classes
- La classe Program peut **faire des actions**, par exemple la **méthode Main()** en est une
- Notez la présence des **accolades {}** qui **délimitent la classe** (le bloc d'instructions de celle-ci)
- Les **noms des classes** comme des méthodes s'écrivent en **PascalCase**.
  Exemple: MaNouvelleClasse

Création d'une nouvelle Classe

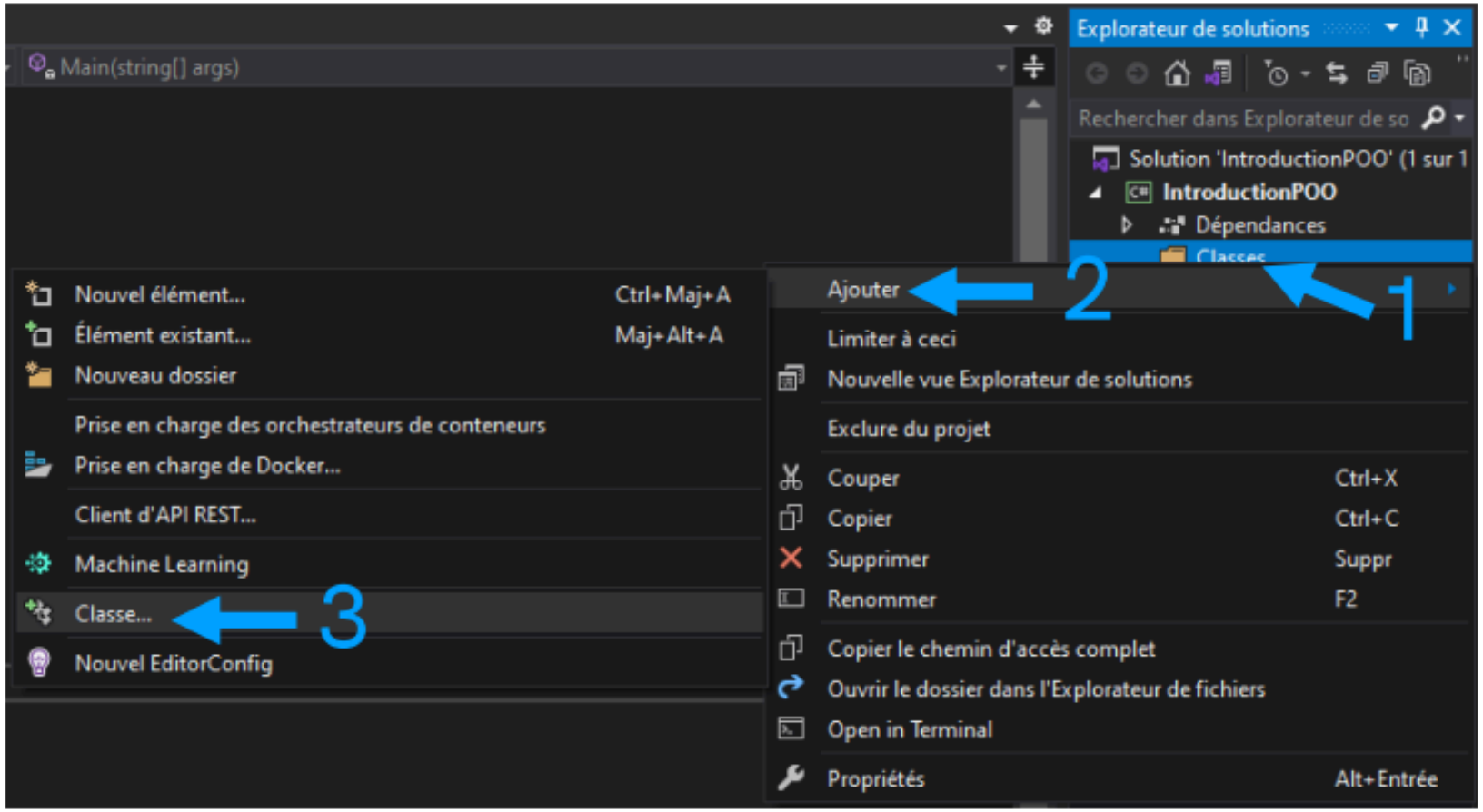
- Créer un nouveau projet console
- Par défaut, l'onglet `Program.cs` est ouvert
- Dans explorateur de solution créez un dossier nommé `Classes` en faisant un clic droit sur le nom de votre projet



Il est important de structurer un projet en dossiers et sous-dossiers

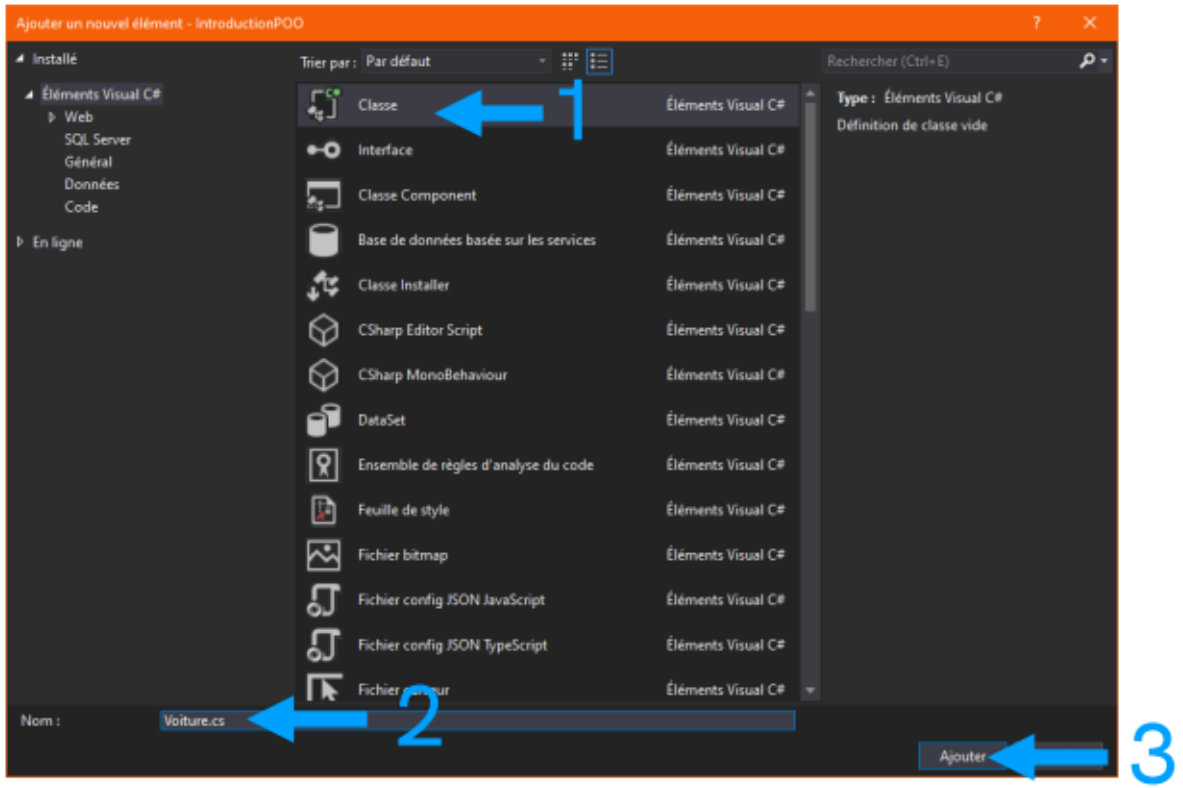
Création d'une nouvelle Classe

Clic droit sur votre dossier «Classes» puis «Ajouter» puis «Classe»



Création d'une nouvelle Classe

- Nommer cette nouvelle classe.
- Pour notre exemple nous l'appellerons « Voiture.cs »
- Dans cette fenêtre de Visual Studio on peut voir plusieurs **templates de fichier**, ils nous donnent **une base qu'il faudra retravailler**

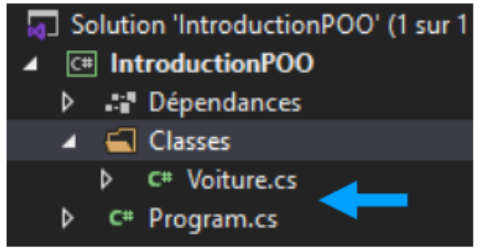


Ces templates peuvent être d'autres types de fichiers (cshtml, razor, ...)

Création d'une nouvelle Classe

- Visual Studio Ouvre cette nouvelle classe, elle apparaît dans l'arborescence de votre application
- Maintenant, nous allons pouvoir commencer à développer notre première classe, la class **Voiture**. Elle définira **le concept de voiture** et on pourra **l'instancier** pour **créer plusieurs voitures distinctes**

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;

namespace IntroductionPOO.Classes
{
    0 références
    class Voiture
    {
    }
}
```



Namespace

Notez la présence du mot clé `namespace`, il permet de **définir un ou plusieurs espace de nom**, ce qui correspondra au chemin d'espaces de nom qui permettra l'accès à la classe.
Il est possible de le définir avec une instruction unique pour le fichier `namespace MonNamespace;` ou avec un bloc `namespace MonNamespace{ }`

/!\ Attention, **un espace de nom .NET n'est pas un dossier** !
Mais par convention cet **espace de nom** est censé **porter le même nom** que le **dossier** où l'on a mis le fichier avec le code de la classe.
Une erreur commune est d'oublier de changer le namespace lors du déplacement ou de la copie du fichier.

La notion de visibilité/accessibilité

L'**indicateur de visibilité** est un mot clé qui sert à indiquer **depuis où** on peut **accéder** à l'**élément** qui le suit.

Visibilité	Description	Classe	Membres de classes
public	Accès non restreint	✓	✓
private	Accès uniquement depuis la même classe	✗	✓
protected	Accès depuis la même classe ou depuis une classe dérivée (cf héritage)	✗	✓
internal	Accès restreint à la même assembly (par défaut)	✓	✓

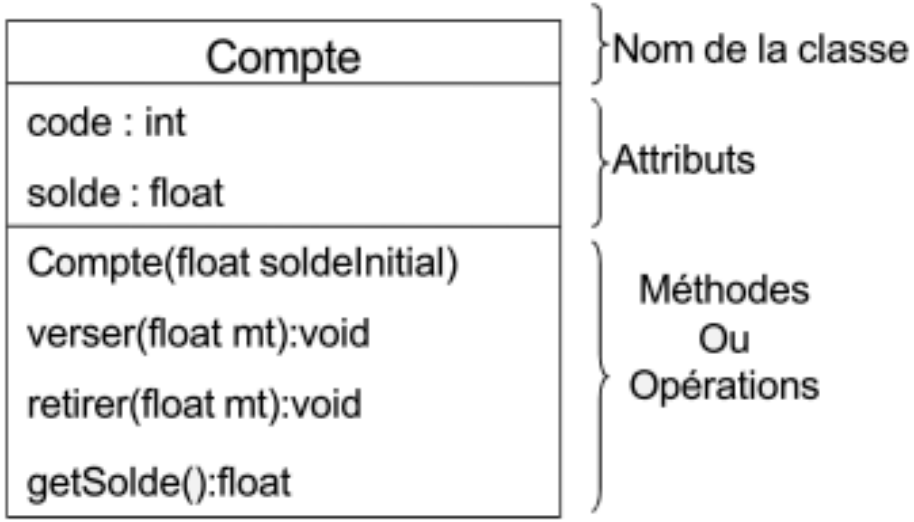
Il existe aussi `protected internal` *et* `private protected` *qui sont des cas spécifiques*

Elements d'une classe

Élément	Caractéristiques	Détails
Attributs : Variables d'instance	- Nom - Type - Valeur initiale (optionnelle)	**État** de l'objet
Méthodes : Fonctions liées à l'instance	**Signature** : - Nom - Type de retour - Paramètres	**Comportement** de l'objet
Constructeurs	- Pas de type de retour - Même nom que la classe - Paramètres	Appelés à la **création** de l'objet
Destructeur	Rarement utilisé, varie selon les langages	Méthode particulière appelée par le **Garbage Collector** à la **suppression**

Représentation UML d'une classe

- Une classe est représenté par un rectangle à 3 compartiments :
  - Un compartiment qui contient le nom de la classe
  - Un compartiment qui contient la déclaration des attributs
  - Un compartiment qui contient les méthodes



Les Attributs

Les **attributs** sont un **ensemble de variables** permettant de définir les caractéristiques de notre objet (aussi appelés **variables d'instance**). Ils doivent être déclarés par convention **au début de notre classe**.

- **Tous les types de variables sont utilisables pour la déclaration des attributs y compris des objets** (int, float, string, List<>, Voiture, Personne ...)
- Ils se déclarent comme suit et **peuvent être initialisés** ou non en fonction des besoins de votre application (norme "**_xx**" => **private**)

```
private string _model;                          private string _model = "Tesla";
```

Les Propriétés

- Le principe de l'**encapsulation** de la POO a pour bonne pratique de laisser **les attributs** en **privé** (**private**), c'est-à-dire **uniquement accessibles depuis l'intérieur de cette classe**
- Dans une majorité des langages, on pourra y accéder par des **méthodes publiques** nommées en général GetXXX() et SetXXX().
- En C#, l'**encapsulation** est simplifiée par le principe de **propriétés**, elles regroupent le **getter** et le **setter** en un seul élément/membre de la classe

Les Propriétés

Voici la syntaxe pour une **propriété** liée à un **attribut** en C#

```
public string Model { get => _model; set => _model = value; }
```

Équivalent en syntaxe longue :

```
public string Model
{
  get
  {
    return _model;
  }
  set
  {
    _model = value;
  }
}
```

Les Propriétés

Si l'on veut **définir un comportement spécifique** à la **modification** (**setter**) ou à la **récupération** (**getter**) d'un attribut, il faudra donc **changer le bloc d'instruction** du set ou du get en fonction de nos besoins.

```
public double Poids
{
    get
    {
        Console.WriteLine(
          "_poids à été récupéré, il vaut "
          + _poids);
        return _poids;
    }
    set
    {
        if (value <= 0)
        {
            Console.WriteLine(
              "La valeur passée au poids est invalide !!!"
            + "Je le met donc à 100 kg.");
            _poids = 100;
        }
        else
            _poids = value;
    }
}
```

Les Propriétés

- Plus généralement une propriété est en fait **le regroupement de 2 méthodes** (getter et setter) qui ont une **signature bloquée**
- C'est une des **particularité du C#**, dans d'autres langages comme le **Java**, les **propriétés n'existent pas** et sont remplacées par 2 méthodes `getAttribut()` et `setAttribut(valeur)`. Exemple:
  - **Getter** (get)

```
public string GetModel() {return _model;}
```

- **Setter** (set)

```
public void SetModel(string value) {_model = value;}
```

Les Propriétés en lecture seule

Si l'on veut **empêcher la modification d'un attribut**, on peut décider de **bloquer le setter** de la propriété de 2 manières :

- Propriété **avec setter** en **privé** (**lecture seule extérieure**)
  Il est toujours possible d'utiliser le **set** à l'intérieur de la classe

```
public string Model { get =>_model; private set =>_model = value; }
```

- Propriété **sans setter** (**lecture seule totale**)
  La propriété n'a plus de setter, il n'est plus possible de l'affecter via la propriété

```
public string Model { get => _model; }
```

Les Propriétés composées (en lecture seule)

Lorsque l'on veut faire **une propriété** qui **dépends d'autres Propriétés et Attributs**, il est possible d'avoir une propriété **sans setter** avec le **getter** qui **retourne une valeur** le plus souvent **calculée** à partir de ces propriétés/attributs.

3 syntaxes marchent pour les propriétés en lecture seule :

```
public string NomComplet { get => Nom + " " + Prenom; }
```

```
public string NomComplet { get { return Nom + " " + Prenom; }}
```

```
public string NomComplet => Nom + " " + Prenom;
```

La dernière ne définit aussi qu'un Getter mais sa syntaxe est simplifiée au maximum

Les Propriétés Automatiques (auto-property)

- Il existe des propriétés **sans attribut visible** dont **le getter et setter n'ont pas d'instructions**, elle s'appelle des **auto-properties**
- Ces propriétés correspondent à **des propriétés basiques d'encapsulation pour un seul attribut** mais cet attribut est **caché**, il **n'est pas accessible**. On les utilise quand on n'a **pas de comportement particulier** à ajouter au **get** et au **set**

```
public string Model { get; set; } // pas d'attribut _model visible
public string Model { get; set; } = "Fiat multipla"; // avec initialisation

// property classique
private string _model;
public string Model { get => _model; set => _model = value; }
```

Les attributs et propriétés d'une classe

Voici notre class Voiture après la déclaration de quelques attributs et de leurs propriétés

```
internal class Voiture
{
    private string _model;
    private string _couleur;
    private int _reservoir;
    private int _autonomie;

    public string Model { get => _model; set => _model = value; }
    public string Couleur { get => _couleur; set => _couleur = value; }
    public int Reservoir { get => _reservoir; set => _reservoir = value; }
    public int Autonomie { get => _autonomie; set => _autonomie = value; }
}
```

Le constructeur

Maintenant que notre **concept de Voiture** (**class**) a des **attributs** et des **propriétés**, il nous faut un outil pour pouvoir créer **des nouvelles voitures spécifiques** (**instances/objets**), on parle de **construction**.

- Cet outils s'appelle donc le **constructeur**, il définit la manière de **créer une nouvelle instance**
- Il est **similaire à une fonction** et **prendra des paramètres** en entrée
- Lors de son **appel** il faudra utiliser le mot-clé `new` (instanciation/construction d'un **nouvel** objet/instance)

Le constructeur

Voici la syntaxe d'un constructeur en C# pour notre class Voiture (Notez sa visibilité en public)

```
public Voiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie)
{
    _model = model; // avec l'attribut
    Model = model;  // avec la propriété
    Couleur = couleur;
    Reservoir = reservoir;
    Autonomie = autonomie;
}
```

Il est souvent préférable d'**utiliser les propriétés** pour passer par les setters et ainsi réutiliser leurs instructions

Mot-clé this

Lorsque l'on génère le constructeur avec les **actions rapides** de Visual Studio (alt+Entrée), par défaut il ajoute le **mot-clé this**.

```
public Voiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie)
{
    this._model = model;
    this.Couleur = couleur;
    this.Reservoir = reservoir;
    this.Autonomie = autonomie;
}
```

Ce mot-clé représente **l'instance sur laquelle on travaille**, dans le constructeur il s'agit donc de **celle que l'on construit**. Il est le plus souvent **facultatif** en C# (si l'on respecte les conventions de nommage _nom)

Constructeur par défaut (sans paramètres)

Lorsque l'on crée une **nouvelle classe vide**, on **pourrait penser** qu'il est **impossible de l'instancier si aucun constructeur n'est définit**

En réalité, **il existe un constructeur vide par défaut** (implicite/invisible) dans toute classe qui **n'a pas encore de constructeur**

Voilà à quoi il correspond :

```
public Voiture() { }
```

Dès le moment où l'on en ajoute un nous-même, ce constructeur **disparaît**

Vue d'ensemble de notre class Voiture à présent

```
public class Voiture
{
    // Attributs
    private string _model;
    private string _couleur;
    private int _reservoir;
    private int _autonomie;

    // Propriétés
    public string Model { get => _model; set => _model = value; }
    public string Couleur { get => _couleur; set => _couleur = value; }
    public int Reservoir { get => _reservoir; set => _reservoir = value; }
    public int Autonomie { get => _autonomie; set => _autonomie = value; }

    // Constructeurs
    public Voiture() { }
    public Voiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie)
    {
        Model = model;
        Couleur = couleur;
        Reservoir = reservoir;
        Autonomie = autonomie;
    }
}
```

L'instanciation d'un objet

Maintenant que notre **class Voiture** a des **attributs**, des **propriétés** et des **constructeurs**, nous allons pouvoir créer des voitures depuis notre class Program

- Voici la syntaxe pour **l'instanciation d'un objet** en C# (utilisation du constructeur sans-paramètres)

```
// type nomVariable = new Classe();
Voiture autoDeGuillaume = new Voiture();
```

- Attention, la class Voiture n'est **pas reconnue** tant que nous n'avons pas fait l'**import de notre namespace**

```
using Namespace.SousNamespace.Classe;
```

L’instanciation d’un objet avec paramètres

Instantiation avec l'autre constructeur que nous avons définit

```
// Voiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie)
Voiture autoDeGuillaume = new Voiture("Fiat multipla", "Rouge", 63, 733);
```

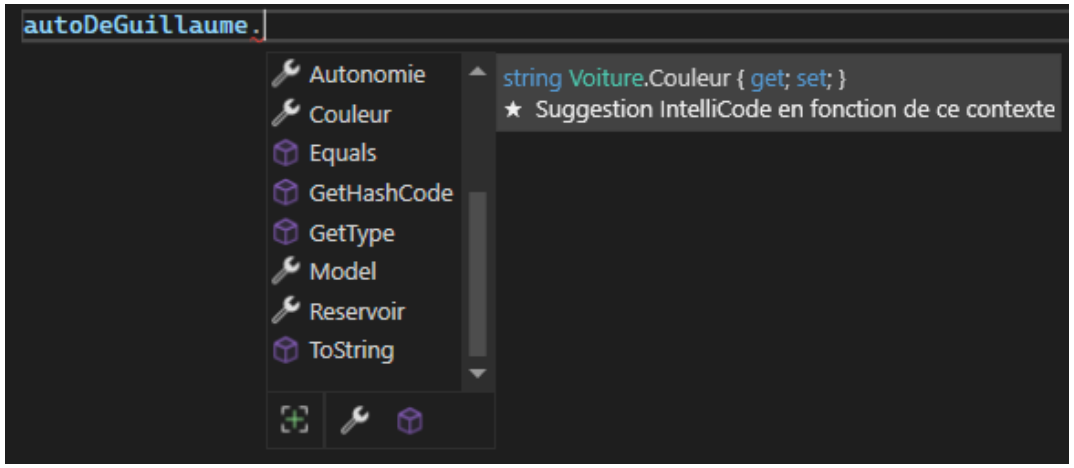
Ici, les attributs auront les valeurs définies à l'appel du constructeur.

Cependant si vous avez définit un comportement spécifique dans le constructeur ou les propriétés, ces valeurs peuvent changer.

La modification d'un objet instancié

Maintenant que nous avons instancié notre objet Voiture pour pouvons **accéder à ses propriétés** via l'**auto complétion** de l'IDE (Ctrl+Espace ou Alt+Enter le plus souvent)

Il suffira ensuite de les **assigner** pour les modifier pour notre instance depuis la variable autoDeGuillaume




```
autoDeGuillaume.Model = "Clio" ;
autoDeGuillaume.Cou1eur = "Noir";
autoDeGuillaume.Reservoir = 45;
autoDeGuillaume.Autonomie = 900;
```

Affichage de notre objet Voiture dans la console

Maintenant que nous avons instancié notre objet Voiture, nous pouvons l'utiliser. Essayons de l'**afficher dans la console** :

```
Console.WriteLine(autoDeGuillaume);
// résultat : Namespace.Voiture
```

Ce résultat est la **représentation textuelle de l'objet**. Nous verrons comment le changer par la suite (cf .ToString()).
Voilà comment nous aurions pu l'afficher :

```
Console.WriteLine($"Notre première voiture est une {autoDeGuillaume.Model} de couleur {autoDeGuillaume.Couleur}");
Console.WriteLine($"Elle à un réservoir de {autoDeGuillaume.Reservoir} litres pour une autonomie de {autoDeGuillaume.Autonomie} km.");
```

Pour les attributs non définis, ils auront leur valeur par défaut `default`.

Les méthodes d'une classe

Une **méthode** est **une fonction liée à une classe**, elle est définie dans le bloc de la classe, depuis celle-ci on peut **accéder** aux **attributs**, **propriétés** et autres **méthodes** de la classe.

Pour faciliter l'affichage de nos objets **Voiture** , nous pouvons mettre le bout de code précédent dans une **méthode** pour en faciliter le réemploi

```
public void Afficher()
{
    Console.WriteLine($"Notre première voiture est une {Model} de couleur {_couleur}");
    Console.WriteLine($"Elle à un réservoir de {this.Reservoir} litres pour une autonomie de {this._autonomie} km.");
}
```

Les méthodes d'une classe

Il est possible d'ajouter autant les méthodes que nous souhaitons, leur **nom** donnera **une idée de leur utilité pour la classe**.

Faisons ensemble une méthode `Demarrer( )`.

- Nous ajoutons une Propriété booléenne `Demaree` et pour indiquer si le moteur tourne. Nous pourrons utiliser celle-ci afin de vérifier si le moteur tourne avant de le démarrer.
- **Si** elle est **éteinte** nous afficherons un message dans la console pour informer l'utilisateur que **la voiture démarre**
- **Sinon** nous indiquerons que **le moteur tourne déjà**

Les méthodes d'une classe

Voici la Méthode Demarrer( ).

```
public bool Demarrer()
{
    if (!Demaree)
    {
        Demaree = true;
        Console.WriteLine( "La voiture est démarée... le moteur tourne !");
    }
    else
        Console.WriteLine("La voiture est déja démarée !");

    return Demarree;
}
```

Commentaires de documentation dans une classe

Le **commentaire de documentation** se fait avant **un membre d'une classe**, **une classe** ou beaucoup d'autre éléments du C#.
Il permet d'**expliquer l'élément en question** et cette explication sera affichée par visual studio au survol de l'élément.

```
/// <summary>
/// Fait l'addition de 2 entiers
/// </summary>
/// <param name="a">Premier entier</param>
/// <param name="b">Deuxième entier</param>
/// <returns>Addition des entiers</returns>
public int Add(int a, int b)
```

Notion de static

Il est possible via l'utilisation du mot clé `static` de **créer des membres** (attributs, propriétés et méthodes) qui seront **liés à la classe** et non aux instances.

```
private static int _nombreDeVoitures = 0;
public static int NombreDeVoitures{ get => _nombreDeVoitures; }
public static int NombreDeVoitures { get; } = 0; // en auto-property
```

Ici nous avons un **attribut de classe** et non d'instance, il est **partagé entre toutes les instances** et accessible directement depuis la classe avec cette syntaxe :

```
Console.WriteLine("Total :" + Voiture.NombreDeVoitures);
```

Notion de static

Un autre exemple avec des **méthodes static** (méthode de classe):

```
public static void AfficherTotalVoitures()
{
    Console.WriteLine("Voitures créées avec le constructeur : " + NombreDeVoitures);
}
public static void AfficherVoituresParlantes()
{
    Console.WriteLine("Les voitures qui parlent ça n'existe pas...");
}
```

Elles serviront en général à travailler avec des notions relatives à toutes nos voitures en non une en particulier

Notion de static

Utilisations des statics dans un constructeur

```
public Voiture()
{
    _nombreDeVoitures++;
    AfficherTotalVoitures();
}
```

/!\ Attention, pour des raisons évidents, un constructeur **ne peut pas être static**, il permet de créer **une** instance

Constructeur dépendant d'un autre constructeur

À l'aide du `: this()` on vient préciser que à l'appel d'un constructeur, on en appelle aussi un autre, cela permet d'éviter les répétitions

```
public Voiture()
{
    _nombreDeVoitures++;
    AfficherTotalVoitures();
}
public Voiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie) : this()
{   // réutilise le premier constructeur
    Model = model;
    Couleur = couleur;
    Reservoir = reservoir;
    Autonomie = autonomie;
}
public Voiture(int reservoir, int autonomie) : this("fiat multipla", "rouge", reservoir, autonomie)
{   // réutilise le deuxième constructeur avec des valeurs prédéfinies
}   // attention aux conflits (2 constructeurs avec le même nombre de paramètres)
```

UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Le Polymorphisme

Rappel sur les signatures

```
public bool AjouterVoiture(Voiture voiture)
```

- La **signature** de la fonction/méthode nous renseigne sur le **nom**, les **paramètres** et **type de retour**
- Lorsque l'on parle de méthodes, le mot **clé de visibilité / accessibilité** vient s'ajouter
- **2 méthodes** portants le même nom mais avec d**es paramètres** et **un type de retour différents** donnent bien **2 éléments distincts**, c'est **un premier cas de polymorphisme** (polymorphisme paramétrique)

Le concept de Polymorphisme

- Le mot **polymorphisme** suggère qu'un élément **définit par son nom** (**identificateur/symbol**) possède **plusieurs formes**
- Il aura ainsi la capacité de faire **une même action** avec **différents types d'intervenants**
- En POO, ce concept s'applique principalement aux **méthodes**, mais aussi aux **propriétés** et aux **constructeurs**

Les types de Polymorphisme

Il y a plusieurs types possibles de **polymorphisme** en **POO**:

- Les polymorphisme **avec signatures différentes**
  - par **Surcharge / Overload** (aussi nommé « **ad hoc** »)
  - **Paramétrique**
- Les polymorphisme de l'**Héritage**
  - par **Masquage / Shadowing**
  - par **Substitution / Override**

Le polymorphisme par surcharges / overloading (ad hoc)

C'est le cas où l'on utilise le même nom de méthode mais **un nombre de paramètres différents**

Prenons le cas d'une class `Concessionnaire` possédant une `List<Voiture>` dans laquelle **on ajoutera des voitures**

- Ici notre méthode prend un objet en paramètre

```
public bool AjouterVoiture(Voiture voiture)
```

- Ici notre méthode prend 3 paramètres (on instanciera la voiture)

```
public bool AjouterVoiture(string model, string couleur, int reservoir, int autonomie)
```

Le polymorphisme paramétrique

C'est le cas où l'on utilise le même nom de méthode, le même nombre de paramètres mais avec **une signature différente au niveau des types**

- Ici notre méthode est signée int

```
public static int Additionner(int a, int b)
```

- Ici notre méthode est signée string

```
public static string Additionner(string a, string b)
```

Les polymorphisme de l'Héritage

Les polymorphismes par **Masquage** et par **Substitution / Override** interviennent **dans la notion d'Héritage** *(chapitre suivant)*

Ils permettent de faire de la **spécialisation** sur nos **méthodes**

Héritage

Le concept de l'héritage

L'héritage est un mécanisme fortement utilisé dans la POO

- Une classe peut **hériter** d'une **autre classe**, dans ce cas elle en possédera **les membres** (méthodes / attributs / paramètres / constructeurs), on dit aussi qu'elle **dérive** de l'autre classe
- On parle alors de **classe fille/enfant** (spécialisé) et de **classe mère/parent** (général)
- Pour **réaliser un héritage** en C# il suffit d'**ajouter le caractère :** après le nom de la classe que l'on créé et d'**ajouter la classe dont l'on souhaite hériter à la suite**

```
public class Homme : Mammifere {...}
```

Exemples réels

Afin de comprendre cette notion d'héritage, rien de tel que quelques exemple basés sur le réel

- `Chien` est une sorte de la classe `Mammifere`
- La classe `Mammifere` est une sorte de la classe `Animal`
- La classe `Animal` est une sorte de la classe `ÊtreVivant`

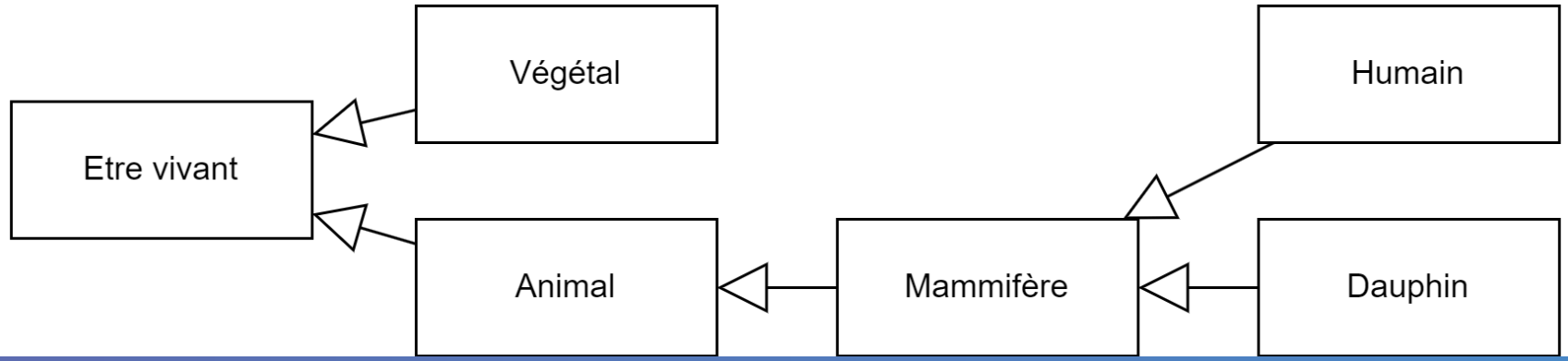
Chaque **parent** est un plus **général** que son **enfant**
Et inversement, chaque **enfant** est un plus **spécialisé** que son **parent**
L'**enfant** aura donc **les caractéristiques du parent** auxquelles s'ajoute ses **spécificités**

Non-multiplicité de l'héritage

Il est possible pour un **parent** d'avoir **plusieurs enfants**

Par contre, **l'inverse est impossible**, un **enfant ne peut pas** avoir **plusieurs parents** -> **L'héritage multiple est interdit en C#**

On peut définir une sorte de **hiérarchie** entre les objets, un peu comme on le ferait avec **un arbre généalogique**



Mot clé base

- Lors d'un **héritage**, il est possible d'**accéder aux attributs et aux méthodes de la class mère**
  Si l'on souhaite **acceder à un membre** de la **classe mère** pour **s'en servir dans la classe enfant**, on doit utiliser le mot-clé `base`
  Exemples: `base._attr` `base.Prop` `base.Meth()`
- Le mot clé `base()` est également utilisé au niveau d'un **constructeur** pour faire **appel au constructeur de la classe parent**

```
public Mammifere(string nom, int age, string genre) : base(nom, age)
```

- Il est similaire au mot clé `this` qui concerne l'instance

Les polymorphisme de l'Héritage

Les polymorphismes par **Masquage** et par **Substitution / Override** permettent de faire de la **spécialisation** sur nos **méthodes**

En effet, si on veut **modifier** ou **remplacer** le **comportement de méthodes** d'une **classe mère** dans une **classe fille** cela sera possible avec ces concepts

Ainsi, ces méthodes auront **plusieurs formes** en fonction du **type de l'instance** que l'on utilisera

Savoir quand utiliser les mots clés override et new

Les polymorphisme de l'Héritage

Exemple:

Prenons une class `Mammifere` qui aura la méthode `SeDeplacer()`
Tout les **Mammifères** se déplacent mais de manière **spécifique** (nager, voler, marcher, sauter, ...)

Ce type de polymorphisme permettra de définir des **formes différentes** pour `SeDeplacer()` en fonction du mammifère

Un `Dauphin` se déplace **différemment** d'un `Humain` pourtant se sont tout les deux des `Mammifère`

Masquage / Shadowing (polymorphisme d'héritage)

Lors du **Masquage**, on aura des **méthodes** dans les classes **mère et fille** de **même nom** mais celle de la fille viendra **remplacer** celle de la mère. En C# il n'est **PAS RECOMMANDÉ** dans une majorité des cas

```
internal class Animal
{
    public string Nom { get; set; }
    public bool EstVivant { get; set; }
    public Animal(string nom, bool estVivant)
    {
        Nom = nom;
        EstVivant = estVivant;
    }
    public void Respirer()
        => Console.WriteLine("L'animal respire");
}
```

```
public class Mammifere : Animal
{
    public string Genre { get; set; }
    public Mammifere(string nom,
        bool estVivant, string genre)
        : base(nom, estVivant)
    {
        Genre = genre;
    }
    public void Respirer()
        => Console.WriteLine("Le mammifere respire");
}
```

Il est recommandé d'utiliser le mot clé `new` pour le masquage

Substitution / Override (polymorphisme d'héritage)

Lors de la **Substitution** , on aura des **méthodes** dans les classes **mère et fille** de **même nom** mais celle de la fille viendra **redéfinir** celle de la mère en ayant la possibilité de la réutiliser.

On utilisera les mots clés `virtual`, `override`, `abstract` et `sealed`.

```
internal class Animal
{
    public string Nom { get; set; }
    public bool EstVivant { get; set; }
    public Animal(string nom, bool estVivant)
    {
        Nom = nom;
        EstVivant = estVivant;
    }
    public virtual void Respirer()
        => Console.WriteLine("L'animal respire");
}
```

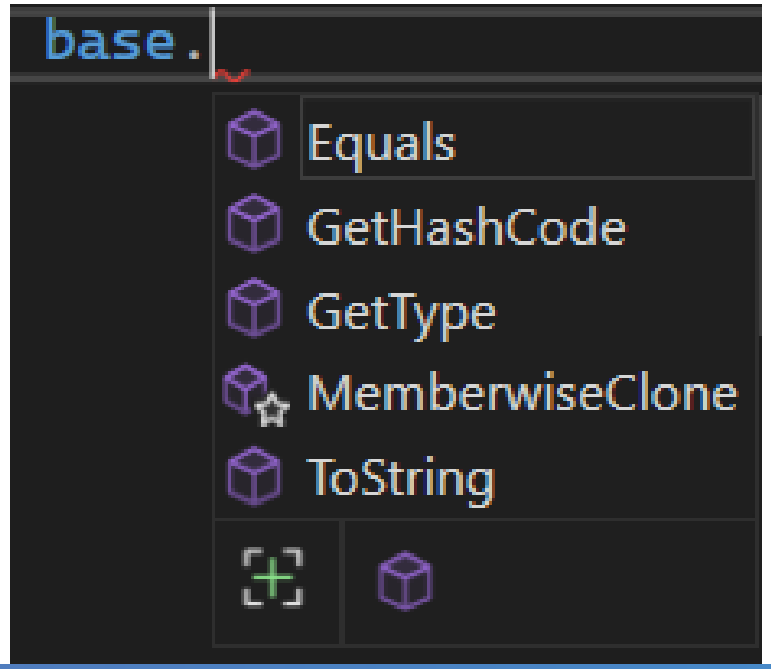
```
public class Mammifere : Animal
{
    public string Genre { get; set; }
    public Mammifere(string nom,
        bool estVivant, string genre)
        : base(nom, estVivant)
    {
        Genre = genre;
    }
    public override void Respirer()
    {
        base.Respirer(); // appeler une méthode du parent
        Console.WriteLine("Le mammifere respire");
    }
}
```

La classe object

Chaque classe du C# va **automatiquement hériter** d'une classe qui se nomme « **object** ».

Cette classe comporte **une série de méthodes** qui seront ainsi automatiquement hérités par les classes enfants.

- **ToString** = représentation textuelle de l'objet
- **Equals** = comparaison d'égalité
- **GetType** = récupération du type
- **GetHashCode** = Hash de l'objet
- **MemberwiseClone** = clone de l'objet avec attributs à l'identique



La méthode .toString()

L'exemple le plus courant est sans doute celui de l'héritage de la méthode **.ToString()** qui est la méthode utilisée lorsque l'on souhaite récupérer la représentation textuelle de l'objet.

```
// Animal
public override string ToString()
{
    return this.GetType().Name
           + $" : Nom = {Nom}"
           + $", EstVivant = {EstVivant}";
}
```

```
// Mammifere
public override string ToString()
{
    return base.ToString()
           + $", Genre = {Genre}";
}
```

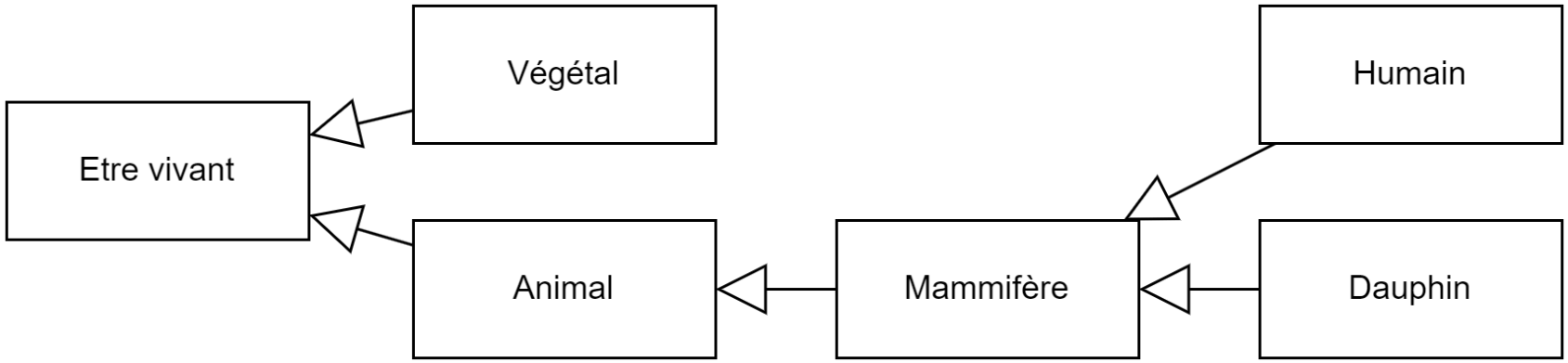
Les classes abstraites (abstract)

- Une classe `abstract` est une classe particulière qui **ne peut pas être instanciée**
- **Impossible d'utiliser les constructeurs et l'opérateur new**
- Pour être **utilisables**, les **classes abstraites** doivent être **héritées** et leurs méthodes abstraites redéfinies

- Elle servent à **représenter** un **concept** ou un **objet** qui **n'a pas de sens tel quel car trop général**, ce seront ses **spécialisation / enfants** qui seront **instanciées** (possiblement indirectement)

Les classes abstraites (abstract)

Dans notre exemple précédent, nous pourrions avoir `EtreVivant`, `Vegetal`, `Animal` et `Mammifere` en abstrait car par la présence de leurs spécialisations, leur **instanciation devient incohérente**, ***abstraite***.



Autre exemple, si nous avions supprimer les classes `Humain` et `Dauphin` et ajouté un attribut `Espece` à `Mammifere`, celui-ci pourrait ne plus être abstrait.

Les classes et les méthodes abstraites (Abstract)

De la même façon, une **méthode abstraite** est une méthode qui ne contient **pas d'implémentation**

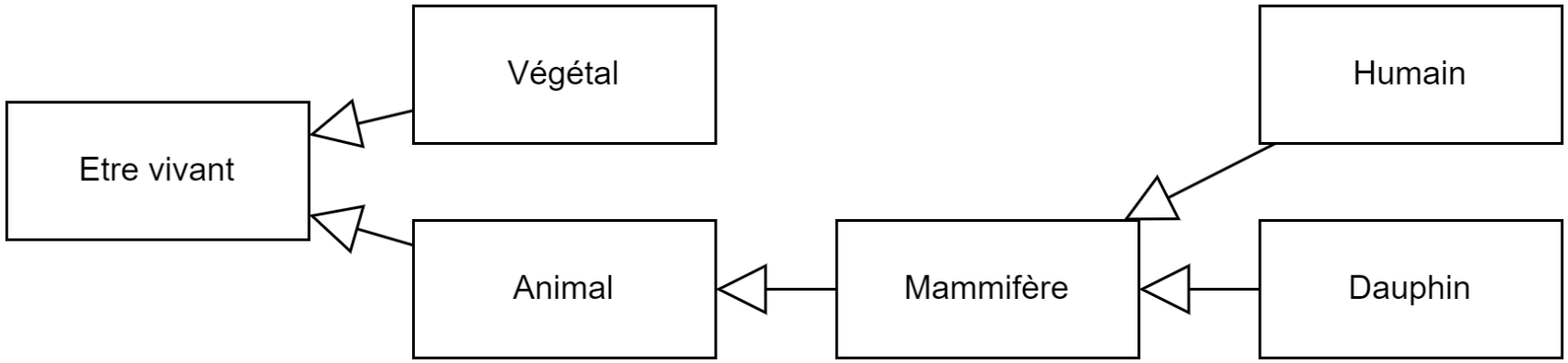
- Elle n'a **pas de corps** (pas de block de code)
- Une méthode `abstract` sera toujours dans une class `abstract`
- Pour être utilisables, les méthodes `abstract` doivent être redéfinies avec un `override`

Les classes et les méthodes sealed (scellée)

Nous utilisons le mot-clé `sealed` quand une **classe** ne devra **plus être héritée** ou qu'une **méthode** ne devra **plus être substituée/override**

- La classe sera la **dernière** de la lignée
- La méthode ne pourra **plus être substituée**

Dans notre exemple on pourrait avoir `Humain` et `Dauphin` en `sealed`



Type de variables et type d'instance

Si on reprends notre exemple, **un Dauphin EST un Animal**, on pourra alors faire :

```
Animal dph = new Dauphin();
```

Ici la **variable** sera de **type** `Animal` mais pourra aussi **référencer** des **instances** de **classes dérivées** de Animal.

Autre exemple :

```
List<Animal> animaux = new List<Animal>()
{
    new Baleine(), new Dauphin(), new ChauveSouris(), new Pigeon(), new Humain()
};
```

Cast et Opérateurs is et as dans l'héritage

Précédemment, nous avons vu les **cast implicites** et **explicites** et les **opérateurs de cast** `is` et `as`. Ils prennent tout leur sens dans le cadre de l'héritage.

Si nous prenons l'exemple précédent avec la liste, nous pourrons ainsi itérer sur la liste puis **convertir chaque élément si besoin**.

```
foreach (Animal animal in animaux)
{
    if (animal is Dauphin dauphin)
    {
        Console.WriteLine(dauphin.GetType().Name + " => Cet Animal est bien une baleine.");
        dauphin.Nager();
    }
}
```

UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Interfaces

Pourquoi les interfaces existent-elles ?

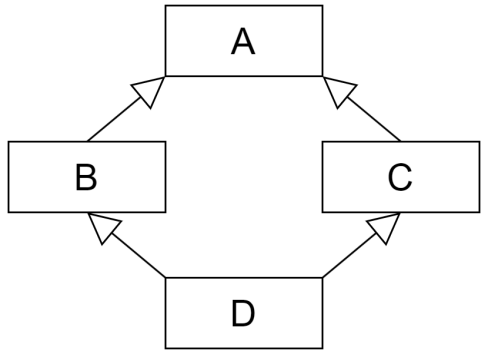
- Imaginons que nous cherchions à **regrouper** plusieurs **classes** qui ont un **comportement commun** sous **un même type**
- Nous pourrions être tenté d'utiliser l'**héritage**
- Cependant celui-ci n'est **valide** que lorsque l'**on peut dire**: "`ClasseB` **est un cas spécifique de** `ClasseA`"
- Il existe certains cas qui **ne correspondront pas** et où cette affirmation sera **invalide**

Exemple Concret

- Un `Avion` peut voler, il aura les méthodes `décoller()` et `atterrir()`
- Un `Oiseau` peut voler, il aura les **mêmes méthodes**
- Si nous voulions créer une liste d'**objets volants** pour les faire **décoller** successivement, il nous faudrait un type `Volant`
- Cependant, l'`Oiseau` est un `Animal` et l'`Avion` est une `Machine`
- On aurait donc besoin de pouvoir **hériter de plusieurs classes simultanément**, par **Héritage Multiple**
- Or, en C#, c'est **Impossible**
- Le Python le permet mais un problème complexe en résulte

Héritage en diamant impossible

- C# ne supporte pas l'**héritage multiple** pour éviter le problème de l'**héritage en diamant**.
- Si `B` et `C` **héritent** de `A` et `D` **hérite** de `B` et `C`, **quelle version** de `A` **doit être utilisée** par `D` ?



- Les interfaces offrent une **solution**, permettant à une classe d'**implémenter plusieurs interfaces**.

Pourquoi les interfaces existent-elles ?

- Les **interfaces** permettent de définir des **contrats** que les classes doivent respecter.
- Elles facilitent la **modularité** et la **réutilisabilité** du code.
- Elles permettent d'implémenter une forme de **polymorphisme** sans héritage multiple.

Qu'est-ce qu'une interface ?

- Une interface est un **type** en C# qui ne contient que des **méthodes abstraites**.
- Les classes qui implémentent une interface doivent **redéfinir** toutes ses méthodes.
- Les interfaces permettent de définir des **comportements communs** sans imposer une hiérarchie d'héritage.

Interfaces comme contrat

- Une interface définit un **contrat** : une classe qui l'implémente s'engage à fournir des implémentations pour toutes ses méthodes.
- Exemple : une interface `Volant` peut définir des méthodes `Decoller` et `Atterrir`.

```
public interface IVolant {
    void Decoller();
    void Atterrir();
}
```

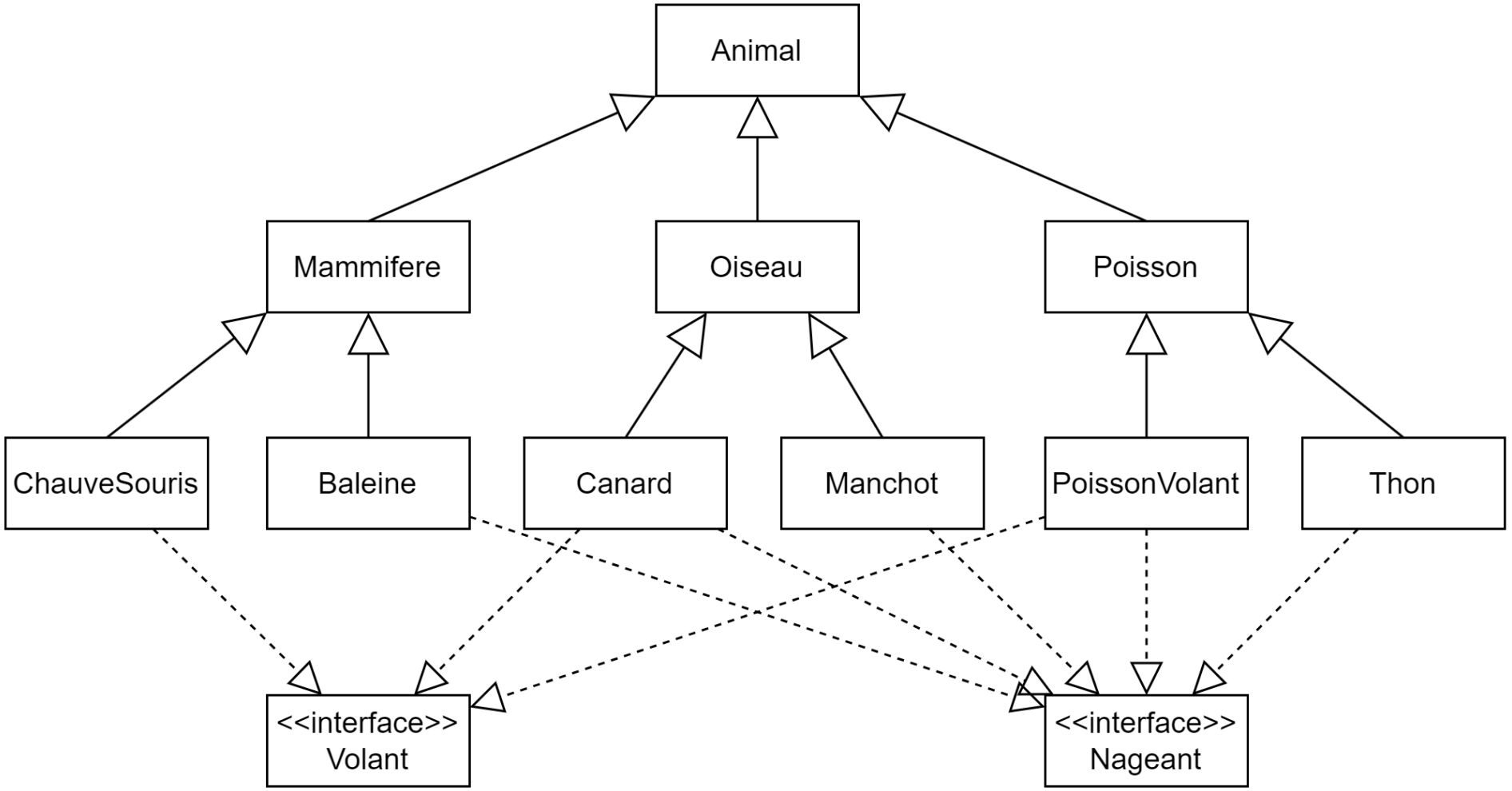
Notez aussi la présence de la Syntaxe IInterface, norme en C#

Exemple de classes et interfaces

```
public abstract class Animal {
    // Attributs et méthodes communs
}

public abstract class Mammifere : Animal {
    // Attributs et méthodes spécifiques aux mammifères
}

public class Baleine : Mammifere, INageant {
    public void Nager() {
        Console.WriteLine("La baleine nage.");
    }
}
```

```
// Interfaces
public interface IVolant {
    void Decoller();
    void Atterrir();
}

public interface INageant {
    void Nager();
}
```

Démonstration avec diverses classes et interfaces



Implémentation de 2 classes

```
public class Canard : Mammifere, IVolant, INageant {
    public void Decoller() {
        Console.WriteLine("Le canard décolle.");
    }

    public void Atterrir() {
        Console.WriteLine("Le canard atterrit.");
    }

    public void Nager() {
        Console.WriteLine("Le canard nage.");
    }
}
```

```
public class PoissonVolant : Poisson, IVolant, INageant {
    public void Decoller() {
        Console.WriteLine("Le poisson volant décolle.");
    }

    public void Atterrir() {
        Console.WriteLine("Le poisson volant atterrit.");
    }

    public void Nager() {
        Console.WriteLine("Le poisson volant nage.");
    }
}
```

Exemple d'utilisation

```
Animal[] zooDeLille = new Animal[] {
    new Baleine(),
    new Canard(),
    new Thon(),
    new PoissonVolant(),
    new ChauveSouris(),
    new PoissonVolant(),
    new Pigeon(),
    new Pigeon(),
};
```

```
foreach (Animal animal in zooDeLille) {
    Console.WriteLine(animal);

    if (animal is Poisson) {
        Console.WriteLine("C'est un poisson!");
    }

    if (animal is IVolant volant) {
        volant.Decoller();
        volant.Atterrir();
    }

    if (animal is INageant nageant) {
        nageant.Nager();
    }
}
```

Résumé

- Les interfaces en C# offrent une manière de définir des **contrats** de **comportement** sans les contraintes de l'héritage multiple.
- Elles permettent d'implémenter le **polymorphisme** de manière **flexible et modulaire**.
- Utilisées correctement, elles améliorent la **maintenabilité** et la **réutilisabilité** du code.

Génériques

Introduction

La **généricité** en C# permet de définir des **classes**, des **interfaces** et des **méthodes** avec des **types paramétrés**.
Cela permet d'écrire du code plus flexible et réutilisable tout en garantissant la sécurité des types à la compilation.

On parle en général de **classes "Moule"** faites pour **accueillir** et **s'adapter** à d'**autres classes**.

L'exemple le plus connu est celui des **collections**, dans `List<T>` la **liste s'adapte au type interne** pour faire des opérations avec ce type.

1. Classes et Interfaces Génériques

Les **classes** et **interfaces** peuvent être définies avec des **paramètres de type**, ce qui permet de travailler avec des **types spécifiques** tout en maintenant une **structure générale**.

Ce **type ne pourra pas changer** dans le temps **lors de l'utilisation** de la classe, le **typage** reste **Fort**.

Exemple 1

Classe générique :

```
public class Boite<T>
{
    private T valeur;

    public T Valeur
    {
        get { return valeur; }
        set { valeur = value; }
    }
}
```

Utilisation :

```
Boite<int> boiteEntier = new Boite<int>();
boiteEntier.Valeur = 123;
int valeurEntier = boiteEntier.Valeur;
Console.WriteLine(valeurEntier); // Affiche 123

Boite<string> boiteString = new Boite<string>();
boiteString.Valeur = "Bonjour";
string valeurString = boiteString.Valeur;
Console.WriteLine(valeurString); // Affiche Bonjour
```

2. Méthodes Génériques

Les **méthodes** peuvent également être **génériques**, ce qui permet de définir des méthodes avec des **paramètres de type**.

Méthode générique :

```
public class Util
{
    public static void ImprimerTableau<T>(T[] tableau)
    {
        foreach (T élément in tableau)
        {
            Console.Write(élément + " ");
        }
        Console.WriteLine();
    }
}
```

Utilisation :

```
int[] tableauEntiers = { 1, 2, 3, 4, 5 };
string[] tableauStrings = { "un", "deux", "trois" };

Util.ImprimerTableau(tableauEntiers); // Affiche 1 2 3 4 5
Util.ImprimerTableau(tableauStrings); // Affiche un deux trois
```

3. Bornes de Types

Vous pouvez **restreindre les types** qui peuvent être **utilisés** avec des **paramètres de type** en utilisant des **contraintes** :

- `where T : class` pour les **références** de classe
- `where T : struct` pour les **types par valeurs**
- `where T : new()` pour les types avec un **constructeur sans paramètre**
- `where T : BaseClass` pour les types **dérivés d'une classe spécifique**, le plus utile

Exemple de bornes de types :

```
public class Util
{
    public static void ImprimerNombres<T>(T[] tableau) where T : struct, IComparable
    {
        foreach (T nombre in tableau)
        {
            Console.Write(nombre + " ");
        }
        Console.WriteLine();
    }
}
```

Utilisation :

```
int[] tableauEntiers = { 1, 2, 3, 4, 5 };
double[] tableauDoubles = { 1.1, 2.2, 3.3 };

Util.ImprimerNombres(tableauEntiers);
// Affiche 1 2 3 4 5

Util.ImprimerNombres(tableauDoubles);
// Affiche 1.1 2.2 3.3

// Util.ImprimerNombres(new string[]{"un", "deux"});
// Erreur de compilation
```

Exemple Complet

L'exemple suivant illustre l'**utilisation complète** des **génériques** en C#.

Nous allons :

- Définir des classes `Vis`, `VisCruciforme` et `VisPlate`
- Utiliser un `Tournevis` générique
- Utiliser un `TournevisPlat`, héritant de `Tournevis`
- Utiliser un `TournevisUniversel`, pour démontrer l'utilisation des méthodes génériques.

Définitions des Vis utilisées

```
public abstract class Vis
{
    protected string taille;

    public Vis(string taille)
    {
        this.taille = taille;
    }

    public abstract void Serrer();
    public abstract void Desserrer();
}

public class VisCruciforme : Vis
{
    public VisCruciforme(string taille) : base(taille) { }

    public override void Serrer()
    {
        Console.WriteLine("Serrer la vis cruciforme de taille " + taille);
    }

    public override void Desserrer()
    {
        Console.WriteLine("Desserrer la vis cruciforme de taille " + taille);
    }
}
```

```
public class VisPlate : Vis
{
    public VisPlate(string taille) : base(taille) { }

    public override void Serrer()
    {
        Console.WriteLine("Serrer la vis plate de taille " + taille);
    }

    public override void Desserrer()
    {
        Console.WriteLine("Desserrer la vis plate de taille " + taille);
    }
}
```

Classe Générique

```
public class TournevisAEmbout<T> where T : Vis
{
    // s'adaptera à la vis passée à l'instanciation et la définition
    public void Utiliser(T vis)
    {
        vis.Serrer();
        vis.Desserrer();
    }
}
```

Utilisation :

```
VisCruciforme visCruciforme = new VisCruciforme("M4");
TournevisAEmbout<VisCruciforme> tournevisCruciforme = new TournevisAEmbout<VisCruciforme>();
tournevisCruciforme.Utiliser(visCruciforme);
```

Héritage Générique

```
public class TournevisPlat : TournevisAEmbout<VisPlate>
{
    // En héritant on spécifie le type ici
    // Possibilité d'ajouter des méthodes spécifiques pour les vis plates
}
```

Utilisation :

```
VisPlate visPlate = new VisPlate("M5");
TournevisPlat tournevisPlat = new TournevisPlat();
tournevisPlat.Utiliser(visPlate);
```

Méthode Générique

```
public static class TournevisUniversel
{
    public static void Utiliser<T>(T vis) where T : Vis
    {
        // s'adaptera à la vis passée à l'appel
        vis.Serrer();
        vis.Desserrer();
    }
}
```

Utilisation :

```
TournevisUniversel.Utiliser(new VisCruciforme("M4"));
TournevisUniversel.Utiliser(new VisPlate("M5"));
```

Quelle lettre utiliser pour le Paramètre de Type ?

En C#, les **lettres couramment utilisées** pour les paramètres de type générique sont :

- **T** : Pour représenter un **type** générique (**Type**).
- **TKey** : Pour les **clés**.
- **TValue** : Pour les **valeurs**.
- **T1, T2, etc.** : Pour d'autres types génériques **supplémentaires**.

Ces lettres sont choisies pour leur **clarté** et par **convention** dans la communauté C#.

Conclusion

La généricité en C# permet d'écrire des **classes**, des **interfaces** et des **méthodes** plus **flexibles** et **réutilisables** tout en maintenant la sécurité des types.

Elle facilite le développement de **bibliothèques génériques** et **améliore la lisibilité et la maintenabilité du code**.

Collections

Tableaux de primitives

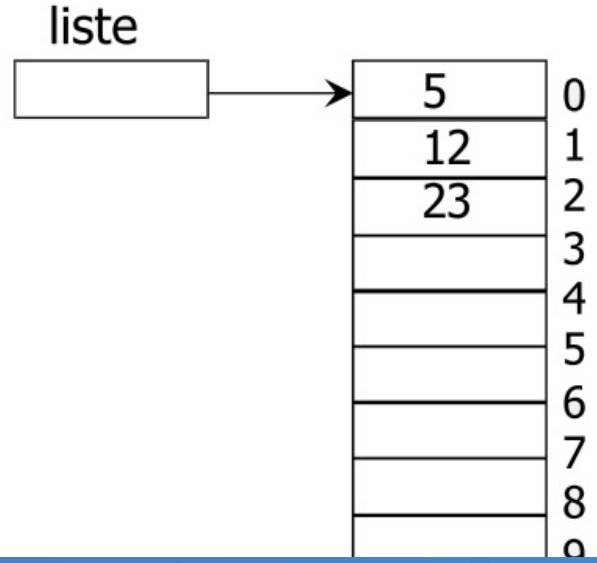
- Déclaration :
  - Tableau de nombres entiers

```
int[] tab;
```

  - `tab` fera **référence** à un tableau d'entiers
- Instanciation du tableau

```
tab = new int[11];
```

```
tab[0] = 5;
tab[1] = 12;
tab[3] = 23;
for (int i = 0; i < tab.Length; i++) {
    Console.WriteLine(tab[i]);
}
```



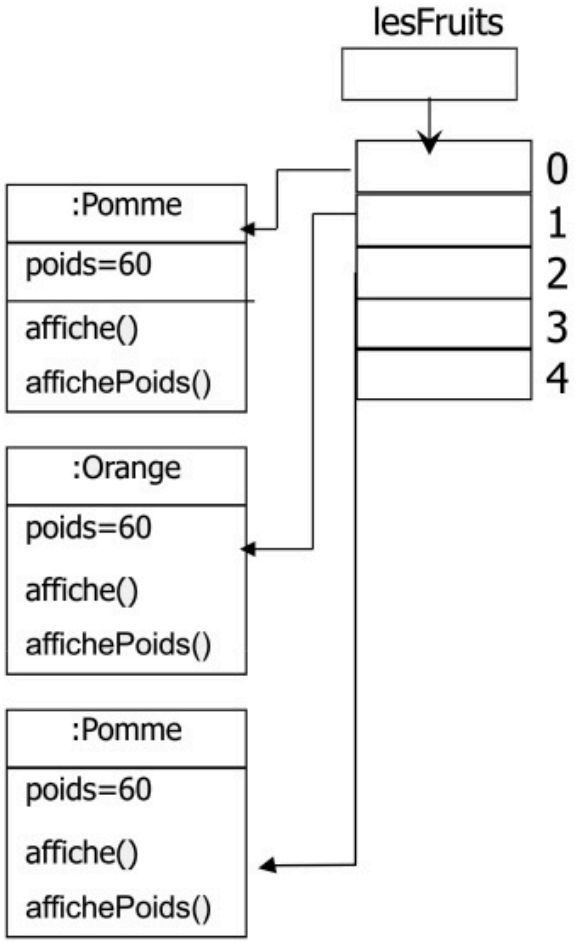
Tableaux d'objets

- Déclaration d'un Tableau d'objets Fruit :

```
Fruit[] lesFruits;
```

- Instanciation du tableau
  - `lesFruits = new Fruit[5];`
- Création des objets :

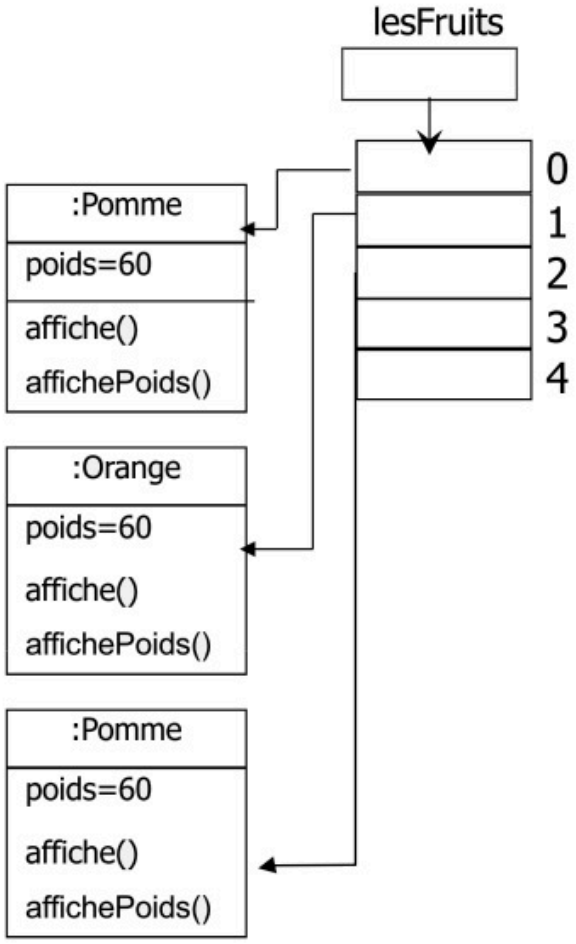
```
lesFruits[0] = new Pomme(60);
lesFruits[1] = new Orange(100);
lesFruits[2] = new Pomme(55);
```



Tableaux d'objets

- Un tableau d'objets est un tableau de **références**
- Manipulation des objets :

```
for (int i = 0; i < lesFruits.Length; i++) {
    lesFruits[i].Affiche();
    if (lesFruits[i] is Pomme)
        ((Pomme)lesFruits[i]).AffichePoids();
    else
        ((Orange)lesFruits[i]).AffichePoids();
}
```



Namespace System.Collections

C# propose le **Namespace Collections** qui offre un socle riche et des implémentations d'**objets de type collection** enrichies au fur et à mesure des versions de .NET.

Le Namespace Collections possède **deux grandes familles** chacune définies par une **Interface Générique** :

- **System.Collections.Generic.ICollection<T>** : pour gérer un groupe d'objets
- **System.Collections.Generic.IDictionary<TKey, TValue>** : pour gérer des éléments de type **paires de clé/valeur**, ils sont assimilables aux **dictionnaires** d'autres langages

Namespace Collections

Le Namespace Collections définit enfin :

- Deux interfaces pour le **parcours** de certaines **collections** : `IEnumerator` et `IEnumerator<T>`.
- Une interface pour permettre le **tri** de certaines collections : `IComparer<T>`

Interfaces des Collections

- Les **interfaces génériques de collection** principales regroupent différents types de collections.
- Ce sont des **interfaces** donc elles **ne fournissent pas d'implémentation** !

Collections

- Une collection est un **tableau dynamique** d'**objets** de type `object` (pas de types primitifs directement, mais les types valeur sont utilisables via `System.Object`).
- Une collection fournit un **ensemble de méthodes** qui permettent :
  - **Ajouter** un nouveau objet dans le tableau
  - **Supprimer** un objet du tableau
  - **Rechercher** des objets selon des critères
  - **Trier** le tableau d'objets
  - **Filtrer** les objets du tableau

Quand utiliser une collection et laquelle utiliser ?

- Dans un problème, les **tableaux** peuvent être utilisés quand la **dimension** du tableau est obligatoirement **fixe**.
- **Dans le cas contraire, il vaut mieux utiliser les collections**, que nous allons lister ensuite.

Quand utiliser une collection et laquelle utiliser ?

- **List**, le plus souvent, pour **regrouper des éléments simplement**
- **HashSet** pour **éviter les doublons**
- **Dictionary<TKey, TValue>** pour des **correspondences clé-valeur**
- **Queue** et **Stack** dans des cas particuliers (cf. **FIFO/LIFO**)
- Les version **Sorted...<>** lorsqu'un tri automatique est nécessaire
- Si l'on fait du **Multithreading**, on préférera les **collections Thread-safe** comme `ConcurrentDictionary<TKey, TValue>`

Collections

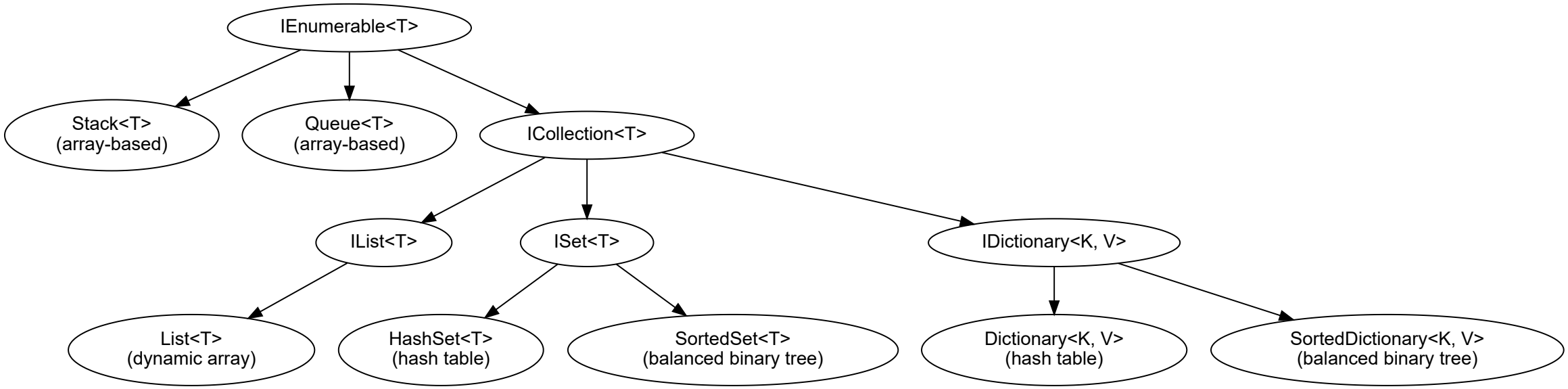
C# fournit plusieurs types de collections :

- `List<T>`
- `HashSet<T>`
- `Dictionary<TKey, TValue>`
- `Queue<T>`
- `Stack<T>`
- Etc...

- Dans cette partie du cours, nous allons présenter uniquement comment utiliser les collections de type **List**, **Set** et **Dictionary**

Architecture des Collections

Voici à quoi ressemble l'architecture (**implémentations d'interfaces**) pour les **collections génériques** principales en c#.



A quoi ressemble l'interface Collection

```
public interface ICollection<T> : IEnumerable<T> {
    // Basic operation
    int Count { get; }
    bool IsReadOnly { get; }
    void Add(T item);
    void Clear();
    bool Contains(T item);
    void CopyTo(T[] array, int arrayIndex);
    bool Remove(T item);

    // IEnumerable<T> implementation
    IEnumerator<T> GetEnumerator();
}
```

IEnumerable

L'interface Générique **IEnumerable** est plus globale, elle rassemble l'ensemble des choses sur lesquelles on peut itérer, notamment les collections mais aussi les **Générateurs** (mot clé `yield` dans des fonctions) et les **Queryable** de Linq (chapitre suivant).

Pour **itérer** les objets de `IEnumerable`, utiliser la boucle `foreach`.

IEnumerator

- **IEnumerator** est une interface qui itère les éléments. Elle permet de parcourir la liste et de modifier les éléments, ou d'utiliser un générateur.
- **L'interface IEnumerator a trois méthodes qui sont mentionnées ci-dessous :**
  1. **bool MoveNext()** — Cette méthode renvoie true si l'itérateur a plus d'éléments.
  2. **T Current { get; }** — Il renvoie l'élément actuel.
  3. **void Reset()** — Cette méthode réinitialise l'énumérateur à sa position initiale.

IEnumerator

- La collection de type IEnumerator du namespace `System.Collections` est souvent utilisée pour afficher les objets d'une autre collection.
- En effet il est possible d'obtenir un IEnumerator à partir de chaque collection.

Exemple

```
// Création d'une liste de Fruit.
List<Fruit> fruits = new List<Fruit>();
// Ajouter des fruits à la liste
fruits.Add(new Pomme(30));
fruits.Add(new Orange(25));
fruits.Add(new Pomme(60));
// Création d'un IEnumerator à partir de cette liste
IEnumerator<Fruit> it = fruits.GetEnumerator();
// Parcourir l'IEnumerator :
while (it.MoveNext()) {
    Fruit f = it.Current;
    f.Affiche();
}
```

List

List

- `List<T>` est une classe de `System.Collections.Generic` qui implémente l'interface `IList<T>`.
- Elle permet de **stocker des éléments** de manière **ordonnée** avec des **index**, comme un tableau mais **sa taille est variable** en fonction des éléments qu'elle contient.
- Les éléments peuvent être **ajoutés**, **accédés**, **modifiés**, et **supprimés** par leur index.

Utilisation de List

- Déclaration d'une `List` pour stocker des objets `Fruit` :

```
List<Fruit> fruits = new List<Fruit>();
```

- Ajout de deux objets `Fruit` à la liste :

```
fruits.Add(new Pomme(30));
fruits.Add(new Orange(25));
```

- Affichage des objets de la liste :

```
for (int i = 0; i < fruits.Count; i++) {
    Console.WriteLine(fruits[i]);
}
```

Utilisation de List

- Utilisation de la boucle `foreach` pour afficher les objets :

```
foreach (Fruit f in fruits) {
    Console.WriteLine(f);
}
```

- Suppression du deuxième objet de la liste :

```
fruits.RemoveAt(1);
```

Exemple d'utilisation de List

```
// Déclaration d'une liste de type Fruit
List<Fruit> fruits;
// Création de la liste
fruits = new List<Fruit>();
// Ajout de 3 objets Pomme,Orange et Pomme à la liste
fruits.Add(new Pomme(30));
fruits.Add(new Orange(25));
fruits.Add(new Pomme(60));
// Parcourir tous les objets
for (int i = 0; i < fruits.Count; i++) {
    // Faire appel à la méthode affiche()
    // de chaque Fruit de la liste
    fruits[i].Affiche();
}
// Une autre manière plus simple pour parcourir une liste
foreach(Fruit f in fruits) { // Pour chaque Fruit de la liste
    // Faire appel à la méthode affiche() du Fruit f
    f.Affiche();
}
```

Set

HashSet<T>

- **HashSet** est une collection qui ne peut pas contenir d'éléments en double.
- Modélise les **ensembles mathématiques**.
- Exemple :
  - Trouver chaque mot/lettre utilisé dans un Livre
  - Une main de poker (pas possible d'avoir plusieurs cartes identiques).

HashSet

- **HashSet** utilise une **table de hachage** pour le stockage.
- Contient uniquement des éléments uniques.
- Les éléments sont triés selon leur **hash**

Un **hash** est une **valeur fixe générée par une fonction de hachage** à partir d'**une entrée de taille variable**, servant à **identifier rapidement et de manière unique** les données d'origine.

SortedSet

- **SortedSet** maintient ses éléments dans l'**ordre croissant** selon **leur contenu**, s'applique surtout aux primitifs.
- Les objets seront triés différemment s'ils implémentent `IComparable<T>`.
- Fournit des opérations supplémentaires pour exploiter cet ordre.
- Utilisé pour les ensembles ordonnés naturellement comme les **listes de mots ou de chiffres**.

Exemple

```
HashSet<string> set = new HashSet<string>();
set.Add("Java");
set.Add("Python");
set.Add("Python3");
set.Add("C++");
set.Add("C++");
set.Add("C++");
Console.WriteLine("HashSet : " + string.Join(", ", set));

// Démo pour SortedSet
SortedSet<string> sortedSet = new SortedSet<string>();
sortedSet.Add("Java");
sortedSet.Add("Python");
sortedSet.Add("Python3");
sortedSet.Add("C++");
sortedSet.Add("C++");
sortedSet.Add("C++");
Console.WriteLine("SortedSet : " + string.Join(", ", sortedSet));

// Méthodes pour SortedSet
Console.WriteLine("1. Premier élément : " + sortedSet.First());
Console.WriteLine("2. Dernier élément : " + sortedSet.Last());
SortedSet<string> headset = new SortedSet<string>(sortedSet.GetViewBetween(sortedSet.First(), "Python"));
Console.WriteLine("3. Sous-ensemble avant 'Python' : " + string.Join(", ", headset));
```

UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Dictionary

Interface IDictionary<K,V>

- **IDictionary** est une interface pour les collections qui **associent** des **clés** aux **valeurs** correspondantes.
- **Ne peut pas contenir de clés en double**.
- Chaque **clé** correspond à au plus **une valeur**.
- **Pas d'index**

Exemple de Dictionary

Un panier dans un site e-commerce :

Produit: `string` ou `Produit`	Quantité : `int`
"Pomme"	3
"Banane"	4
"Bière"	4
"Pâtes Tortellini 5kg"	40
"Pâtes Spaghetti 1kg"	5
"Boisson énergisante 50cl"	12
"Concombre"	1
"Cookie nougatine"	128

Dictionary<TKey,TValue>

- **Dictionary<TKey,TValue>** est une classe qui **implémente l'interface IDictionary**.
- Ajout d'**objets de même type** et récupération par **clé**.
- **Itération** à travers **chaque couple clé-valeur** (`KeyValuePair<TKey,TValue>`) de la **collection** via **foreach**.
- Triés par **hash** comme pour **HashSet** mais associe des valeurs aux clés.

SortedDictionary<TKey,TValue>

- **SortedDictionary<TKey,TValue>** maintient ses mappages dans l'**ordre croissant des clés**.
- Même fonctionnement que `SortedSet<T>` mais associe des valeurs aux clés.
- Utilisé pour les collections **ordonnées** de paires clé/valeur.

Exemple

```
// Démo pour le Dictionary
Dictionary<string, int> dictionary = new Dictionary<string, int>();
dictionary["Java"] = 20;
if (!dictionary.ContainsKey("Java"))
    // si ne contient pas "Java" je l'ajoute
    dictionary["Java"] = 22;
dictionary["Python"] = 10;
dictionary["C++"] = 30;
Console.WriteLine("\nDictionary : " + string.Join(", ", dictionary));

// Méthodes pour Dictionary
Console.WriteLine("1. Nombre d'entrées du Dictionary : "
    + dictionary.Count);

Console.WriteLine("2. Valeur associée à 'Java' : "
    + dictionary["Java"]);

Console.WriteLine("3. Est-ce que 'Test' est présent ? : "
    + dictionary.ContainsKey("Test"));

Console.WriteLine("4. Suppression de l'entrée avec la clé 'Python' : ");
dictionary.Remove("Python");

Console.WriteLine("Nouveau Dictionary : "
    + string.Join(", ", dictionary));
```

```
foreach (KeyValuePair<string, int> entry in dictionary)
{
    Console.WriteLine(entry);
    Console.WriteLine("Clé :" + entry.Key);
    Console.WriteLine("Valeur :" + entry.Value);
}

foreach (KeyValuePair<string, int> entry in dictionary)
{
    Console.WriteLine(entry);
    Console.WriteLine("Clé :" + entry.Key);
    Console.WriteLine("Valeur :" + entry.Value);
}
```

Exceptions

Cas exceptionnels

- Les **programmes** doivent souvent gérer des **situations exceptionnelles**, rendant le code **complexe** et difficile à lire.
- Exemples : saisie utilisateur en int, division par zéro
- En algorithmie, on appelle ces **situations exceptionnelles** des **Exceptions**
- C# introduit un **mécanisme de gestion des exceptions** pour **séparer** le **code utile** du **traitement de ces cas exceptionnels**.

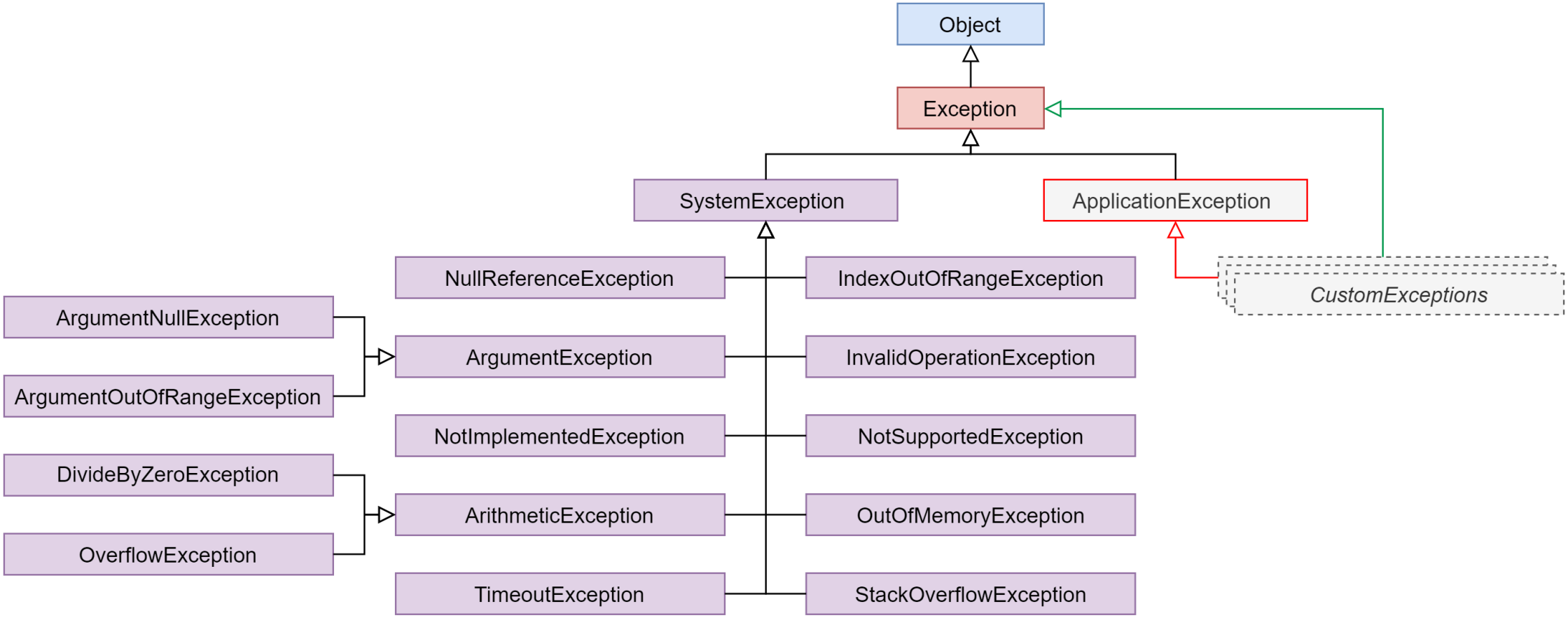
Concept d'Exception et de throw

- `Exception` est la classe de base pour tous les objets pouvant être **lancés**.
- **"Lancé"** signifie qu'une `Exception` est **générée/instanciée et propagée dans le programme**.
- Lorsqu'une **condition anormale** survient, on utilise le mot-clé `throw` pour **créer et "lancer"** une instance **interrompant le flux normal d'exécution** du programme.
- Permet de **déclencher explicitement** une exception en réponse à une condition spécifique dans le code.

Exemple

```
int a = 1;
int b = 0;
if (b == 0) {
    throw new ArithmeticException("Division par zéro");
}
Console.WriteLine(a/b);
```

Architecture des exceptions les plus connues



`ApplicationException` n'est plus utilisée, on hérite d'`Exception` directement

Architecture des exceptions les plus connues

- **Exception** : **base/classe mère**, hérite d'`object`
- **`SystemException`** : erreurs prévues par le système.
- **`ApplicationException`** : erreurs spécifiques à une application particulière, **plus utilisé actuellement**, on préférera directement `Exception`.

Exemple

- Saisie de deux entiers, division et affichage du résultat :

```
int Calcul(int a, int b) {
    return a / b;
}

Console.Write("Donnez a: ");
int a = int.Parse(Console.ReadLine());
Console.Write("Donnez b: ");
int b = int.Parse(Console.ReadLine());
int resultat = Calcul(a, b);
Console.WriteLine("Résultat = " + resultat);
```

Exécution

- Cas normal :

```
Donnez a: 12
Donnez b: 6
Résultat = 2
```

- Cas où b = 0 :

```
Donnez a: 12
Donnez b: 0
Unhandled exception. System.DivideByZeroException: Attempted to divide by zero.
   at Program.Calcul(Int32 a, Int32 b) in .../Program.cs:line 6
   at Program.Main(String[] args) in .../Program.cs:line 11
```

Un bug dans l'application

- Le cas du **scénario 2** indique qu'une **erreur fatale s'est produite** dans l'application **au moment de l'exécution**.
- Cette exception est de type `DivideByZeroException`.
- Elle concerne une **division par zero**

  `Attempted to divide by zero`

Un bug dans l'application

- L'**origine** de cette exception étant la **méthode Calcul** dans la ligne numéro 6.

```
at Program.Calcul(Int32 a, Int32 b) in Program.cs:line 6
```

- Cette exception **n'a pas été traitée** dans Calcul.
- Elle **remonte ensuite vers Main** à la ligne numéro 11 dont elle n'a pas été traitée.

```
at Program.Main(String[] args) in Program.cs:line 11
```

Un bug dans l'application

- Après l'exception est **signalée au CLR** (Common Language Runtime).
- Quand une **exception arrive au CLR**, cette dernière **arrête l'exécution** de l'application, ce qui constitue **un bug fatal**.
- Le fait que le message « Résultat = » **n'a pas été affiché**, montre que l'application **ne continue pas son exécution normale** après la division par zero.

Un bug dans l'application

- Tout ce chemin est affiché dans la console, c'est ce qu'on appelle la **StackTrace**
- Il est précédé par une ligne indiquant l'**Exception** et le **message lié** (explications)

```
Unhandled exception. System.DivideByZeroException: Attempted to divide by zero.
   at Program.Calcul(Int32 a, Int32 b) in Program.cs:line 6
   at Program.Main(String[] args) in Program.cs:line 11
```

Traiter l'exception

Dans C#, pour traiter les exceptions, on doit utiliser le bloc **try catch** de la manière suivante:

```
int Calcul(int a, int b) {
    int c = a / b;
    return c;
}

Console.Write("Donnez a: ");
int a = int.Parse(Console.ReadLine());
Console.Write("Donnez b: ");
int b = int.Parse(Console.ReadLine());
int resultat = 0;
try {
    // on essaye le bloc suivant
    resultat = Calcul(a, b);
}
catch (DivideByZeroException e) {
    // si l'exception DivideByZeroException est levée
    Console.WriteLine("Division par zero");
}
Console.WriteLine("Résultat = " + resultat);
```

Scénario 1

```
Donnez a: 12
Donnez b: 6
Résultat = 2
```

Scénario 2

```
Donnez a: 12
Donnez b: 0
Division par zero
Résultat = 0
```

Principaux Membres d'une Exception

Tous les types d'exceptions possèdent les membres suivants :

- `Message` : retourne le message de l'exception

```
Console.WriteLine(e.Message);
// Attempted to divide by zero.
```

- `ToString()` : retourne une chaîne qui contient le type de l'exception et le message de l'exception.

```
Console.WriteLine(e.ToString());
// System.DivideByZeroException: Attempted to divide by zero.
```

Principaux Membres d'une Exception

- `StackTrace` : retourne la stacktrace de l'exception

```
Console.WriteLine(e.StackTrace);
/*
Résultat affiché :
   at Program.Calcul(Int32 a, Int32 b) in Program.cs:line 6
   at Program.Main(String[] args) in Program.cs:line 11
*/
```

Générer, Relancer ou Jeter une Exception

- Exemple avec une classe **Compte** :

```
public class Compte {
    private int code;
    private float solde;

    public void Verser(float montant) {
        solde += montant;
    }

    public void Retirer(float montant) {
        if (montant > solde)
            throw new Exception("Solde insuffisant");
        solde -= montant;
    }

    public float GetSolde() {
        return solde;
    }
}
```

```
public class Application {
    public static void Main(string[] args) {
        Compte compte = new Compte();
        Console.Write("Montant à verser:");
        float mt1 = float.Parse(Console.ReadLine());
        compte.Verser(mt1);
        Console.WriteLine("Solde actuel: "
            + compte.GetSolde());
        Console.Write("Montant à retirer:");
        float mt2 = float.Parse(Console.ReadLine());
        compte.Retirer(mt2);
        // Le compilateur ou l'IDE signalent l'Exception
        // Il nous oblige à nous en occuper
    }
}
```

Deux solutions pour Traiter l'Exception

- Utilisation de **try-catch**

```
try {
    compte.Retirer(mt2);
} catch (Exception e) {
    Console.WriteLine(e.Message);
}
```

- Ou **propagation** de l'exception, elle sera **remontée au niveau supérieur** dans la **Pile d'appel** (**Call Stack**), ici, le **CLR**

```
public static void Main(string[] args) {
    // code ...
    compte.Retirer(mt2);
}
```

Personnaliser les Exceptions

- L'exception générée dans la méthode `Retirer` est une exception **métier** (relative à nos besoins spécifiques).
- Il est plus professionnel de **créer une nouvelle Exception** nommée `SoldeInsuffisantException` de la manière suivante :

```
public class SoldeInsuffisantException : Exception
{
    // Notez la norme de nommage ...Exception
    public SoldeInsuffisantException(string message) : base(message)
    {
    }
}
```

Utiliser l'Exception personnalisée

```
public void Retirer(float montant)
{
    if (montant > solde)
        throw new SoldeInsuffisantException("Solde Insuffisant");
    solde -= montant;
}
```

Exemple suivant

Testez avec ces scénarios :

Scénario 1

```
Montant à verser: 5000
Solde Actuel: 5000.0
Montant à retirer: 2000
Solde Final: 3000.0
```

Scénario 2

```
Montant à verser: 5000
Solde Actuel: 5000.0
Montant à retirer: 7000
Solde Insuffisant
Solde Final: 5000.0
```

Scénario 3

```
Montant à verser: azerty
Exception non gérée: System.FormatException: Input string was not in a correct format.
   at System.Number.ThrowOverflowOrFormatException(ExceptionResource resource)
   at System.Number.ParseSingle(ReadOnlySpan`1 value, NumberStyles styles, NumberFormatInfo info)
   at System.Single.Parse(String s)
   at Program.Main(String[] args) in Program.cs:line 13
```

Améliorer l'application

- Dans le **scénario 3**, nous découvrons qu'une **autre exception est générée** lorsque nous **saisissons une chaîne de caractères** au lieu d'un nombre.
- Cette exception est de type `FormatException`, générée par la méthode `Parse` de la classe `Single`(`float`).
- Nous devrions inclure **plusieurs blocs catch** dans la méthode `Main`.
- Similairement à un `else if`, on passera par chaque `catch` **jusqu'à trouver une Exception qui correspond**.

/!\ Commencer par `Exception` attraperait toutes les Exceptions, rendant les catch suivants inaccessibles (héritage)

Multiples catch

```
public static void Main(string[] args)
{
    Compte cp = new Compte();
    try
    {
        Console.Write("Montant à verser: ");
        float montantVerser = float.Parse(Console.ReadLine());
        cp.Verser(montantVerser);
        Console.WriteLine("Solde Actuel: " + cp.GetSolde());

        Console.Write("Montant à retirer: ");
        float montantRetirer = float.Parse(Console.ReadLine());
        cp.Retirer(montantRetirer);
    }
    catch (SoldeInsuffisantException e)
    {
        Console.WriteLine(e.Message);
    }
    catch (FormatException e)
    {
        Console.WriteLine("Problème de saisie");
    }
    Console.WriteLine("Solde Final: " + cp.GetSolde());
}
```

Le cas `MontantNegatifException`

- L'exception métier `MontantNegatifException`

```
public class MontantNegatifException : Exception
{
    public MontantNegatifException(string message) : base(message)
    {
    }
}
```

- La méthode `Retirer` de la classe `Compte`

```
public void Retirer(float montant)
{
    if (montant < 0) throw new MontantNegatifException("Montant " + montant + " négatif");
    if (montant > solde) throw new SoldeInsuffisantException("Solde Insuffisant");
    solde -= montant;
}
```

Application : Contenu de la méthode main

```
Compte cp = new Compte();
try
{
    Console.Write("Montant à verser: ");
    float montantVerser = float.Parse(
                          Console.ReadLine());
    cp.Verser(montantVerser);
    Console.WriteLine("Solde Actuel: "
        + cp.GetSolde());

    Console.Write("Montant à retirer: ");
    float montantRetirer = float.Parse(
                          Console.ReadLine());
    cp.Retirer(montantRetirer);
}
catch (SoldeInsuffisantException e)
{
    Console.WriteLine(e.Message);
}
catch (FormatException e)
{
    Console.WriteLine("Problème de saisie");
}
catch (MontantNegatifException e)
{
    Console.WriteLine(e.Message);
}
Console.WriteLine("Solde Final: "
    + cp.GetSolde());
```

Scénario 1

```
Montant à verser: 5000
Solde Actuel: 5000.0
Montant à retirer: 2000
Solde Final: 3000.0
```

Scénario 2

```
Montant à verser: 5000
Solde Actuel: 5000.0
Montant à retirer: 7000
Solde Insuffisant
Solde Final: 5000.0
```

Scénario 3

```
Montant à verser: 5000
Solde Actuel: 5000.0
Montant à retirer: -2000
Montant -2000.0 négatif
Solde Final: 5000.0
```

Scénario 4

```
Montant à verser: azerty
Problème de saisie
Solde Final: 0.0
```

Syntaxe multi-catch (filtre)

```
Compte cp = new Compte();
try
{
    Console.Write("Montant à verser: ");
    float montantVerser = float.Parse(Console.ReadLine());
    cp.Verser(montantVerser);
    Console.WriteLine("Solde Actuel: " + cp.GetSolde());

    Console.Write("Montant à retirer: ");
    float montantRetirer = float.Parse(Console.ReadLine());
    cp.Retirer(montantRetirer);
}
catch (Exception e) when (e is SoldeInsuffisantException
                       || e is FormatException
                       || e is MontantNegatifException
                       /*&& booléen/condition*/)
{
    // multi-catch avec filtre d'exception
    Console.WriteLine(e.Message);
}
Console.WriteLine("Solde Final: " + cp.GetSolde());
```

Le bloc finally

- La syntaxe complète du bloc try est la suivante :

```
try
{
    Console.WriteLine("Traitement Normal");
}
catch (SoldeInsuffisantException e)
{
    Console.WriteLine("Premier cas Exceptionnel");
}
catch (NegativeArraySizeException e)
{
    Console.WriteLine("Deuxième cas Exceptionnel");
}
finally
{
    Console.WriteLine("Traitement par défaut!");
}
Console.WriteLine("Suite du programme!");
```

UTOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

Les Lambdas et Délégués

Introduction

Les **lambdas** et les **délégués** sont des **concepts essentiels** en C# pour la **programmation fonctionnelle** et la **manipulation des méthodes**.

- **Lambdas** : **Fonctions anonymes** permettant d'écrire des méthodes de manière concise.
- **Délégués** : **Types** représentant des **références** à des méthodes avec une signature particulière.

Les Expressions Lambda

Les lambdas sont des expressions concises pour définir des **fonctions anonymes**, souvent utilisées avec des **délégués** et dans **Linq** (cf partie suivante).

```
var op = (a, b) => a + b; // assignation à une variable
int result = op(4, 2); // appel => result = 6
```

Syntaxe Lambda

Syntaxe **Courte** (**Une** instruction, avec un `return` implicite)

```
(parameters) => expression
```

Syntaxe **Longue** (**Un Bloc** d'instruction)

```
delegate (parameters)
{
    instruction;
    instruction;
    return expression;
};
```

Assignation à une Variable

- **Type différent** selon les cas (**délégués**)
- Possible d'utiliser `var`

```
TypeLambda<TParam,TRetour> fctLambda = (parameters) -> expression;
```

Les Délégués (Delegates)

- Un **délégué** est un **type** qui **encapsule une méthode**.
  `Action` et `Func` sont les délégués les plus communs
- Il est possible de les **définir** dans une **Classe** ou directement un **Namespace**.

```
// variables de type délégué
Func<int, int, int> Operation2;
Operation Operation3;
```

```
public class Program
{
    // Déclaration d'un délégué dans une classe
    public delegate int Operation(int a, int b);
    // soit Func<int,int,int>

    public static int Add(int a, int b) => a + b;

    public static void Main()
    {
        // Utilisation du délégué
        // Operation op = new Operation(Add);
        // ou :
        Operation op = Add;
        int result = op(4, 2); // result = 6
        Console.WriteLine(result); // Affiche 6
    }
}
```

Différences entre Lambda et Délégué

- **Délégué** : **Type** représentant une **référence** à une **méthode** avec une **signature spécifique**.
- **Lambda** : **Syntaxe** pour définir des **méthodes anonymes** de manière concise.

Types Func<> et Action<>

- **Func<T1,T2,...,TResult>** : Déclare des délégués pour les fonctions **retournant une valeur**.

```
Func<int, int, int> add = (int a, int b) => a + b;
Func<int, int, int> add = (a, b) => a + b; // implicite
```

- **Action<T1,T2,...>** : Déclare des délégués pour les procédures **retournant** `void`.

```
Action<string> print = (string msg) => Console.WriteLine(msg);
Action<string> print = msg => Console.WriteLine(msg); // implicite
```

Récupération de la référence d'une méthode existante

La **récupération** de la **référence d'une méthode** existante en C# se fait en mettant **directement ne nom** de la méthode **sans les parenthèses** (on ne l'appelle pas).
Cet opérateur permet de **créer une référence à une méthode existante**, en évitant d'écrire une lambda.

Les références de méthodes rendent le code plus lisible et concis en réutilisant des méthodes existantes directement dans les expressions lambda.

Exemples de récupérations de Méthodes

```
// Méthode statique
Action<string> print = Console.WriteLine;
print("Hello, World!");

// Méthode d'instance d'un objet particulier
List<int> numbers = new List<int> { 3, 1, 2 };
Action sortNumbers = numbers.Sort;
sortNumbers();
numbers.ForEach(Console.WriteLine); // Affiche : 1 2 3

// Transformation de méthode à "fonction"
Func<string, string> toUpperCase = str => str.ToUpper();
string result = toUpperCase("hello");
Console.WriteLine(result); // Affiche : HELLO

// Exemple avec un Constructeur
Func<List<string>> strLstCtor = () => new List<string>();
List<string> stringList = strLstCtor();
stringList.Add("Hello");
```

Passer des Fonctions en Paramètre

De part l'existence de ces 2 types, les lambdas permettent de **passer des fonctions comme arguments d'autres fonctions**.

```
void AfficheResultat(int a, int b, Func<int, int, int> calcul) {
    int resultat = calcul(a, b);
    Console.WriteLine($"Résultat : {resultat}");
}

AfficheResultat(4, 2, (a, b) => a * b); // Affiche: Résultat : 8
```

Démo complète

```
// fonctions locales
int Add(int a, int b) { return a + b; }
int Subtract(int a, int b) { return a - b; }
// lambdas stockés
Func<int, int, int> AddBis = delegate (int a, int b) { return a + b; };
Func<int, int, int> AddTer = (int a, int b) => a + b;
// fonction passée en paramètre (callback)
void CalculeEtAffiche(int a, int b, Func<int, int, int> leCalcul)
{
    Console.WriteLine($"Le résultat du calcul est : {leCalcul(a, b)}");
}
// Exemples d'appels
CalculeEtAffiche(4, 2, Add);
CalculeEtAffiche(4, 2, Subtract);
CalculeEtAffiche(4, 2, AddBis);
CalculeEtAffiche(4, 2, delegate (int a, int b) { return a * b; });
CalculeEtAffiche(4, 2, (int a, int b) => a + b);
CalculeEtAffiche(4, 2, (a, b) => a + b);
CalculeEtAffiche(4, 2, Math.Max);
```

Le Multicast des Délégués

- Les délégués en C# peuvent invoquer plusieurs méthodes à la suite.
- Pour se faire on utilise l'opérateur `+`

```
Action<int> actions = (x) => Console.WriteLine(x);
actions += (x) => Console.WriteLine(x * 2);
actions += (x) => Console.WriteLine(x * 10);
actions(5); // Affiche 5 puis 10 puis 50
```

- Avec le type `Func`, c'est le résultat du **dernier appel** qui est **retourné**, les autres retours sont perdus

```
Func<int, int> actions = (x) => x;
actions += (x) => x * 2;
actions += (x) => x * 10;
Console.WriteLine(actions(5)); // Affiche 50
```

Comparaison avec d'autres langages

- **Java** : Utilise des interfaces fonctionnelles et des lambdas.
- **C++** : Utilise des pointeurs de fonction et des lambdas.
- **Python** : Utilise des fonctions anonymes avec `lambda`.
- **Javascript** : Utilise des fonctions anonymes, souvent appelées "callback".

En C#, les termes "lambda", "délégué" et "callback" peuvent varier selon le contexte d'utilisation.

TOPIOS®
TRANSFORMATION DIGITALE INTELLIGENTE

LINQ

Introduction à LINQ 1/2

- **LINQ (Language Integrated Query)** permet d'**interroger** des **collections de données** de manière **déclarative**: comme en SQL, on demande **ce que l'on veut**.
- LINQ peut être utilisé pour interroger des **collections en mémoire**, des **bases de données**, des **documents XML**, et d'autres **sources de données**.
- LINQ offre deux syntaxes : **syntaxe par méthodes** et **syntaxe de requête**.

Introduction à LINQ 2/2

- **LINQ to Objects** : Pour les **collections** en mémoire, ce que nous allons voir dans cette partie.
- **LINQ to SQL** : Pour interroger les **bases de données SQL**.
- **LINQ to XML** : Pour interroger les **documents XML**.

LINQ to Objects

- Utilisé pour **interroger et manipuler** des **collections d'objets en mémoire**.
- Opère principalement sur des types `IEnumerable<T>`.

IEnumerable et Enumerable

- `IEnumerable` :
  - **Interface** principale pour LINQ to Objects
  - **Type** retourné par la majorité des méthodes Linq
  - **Implémentée** par les **Collections**
- `Enumerable` : **Classe** rassemblant des **Méthodes** pratiques et des **Méthodes d'extension statiques** s'appliquant aux `IEnumerable`.

Optimisation des requêtes

- LINQ to Objects utilise la technique du **lazy loading/chargement paresseux**.
- Les **opérations** ne sont **exécutées** que **lorsque les résultats sont réellement nécessaires/demandés**, on parle d'**Execution Différée**. Exemple : iteration sur les résultats, affichage, conversion en `List`.
- En pratique, lorsque l'on quitte le type `IEnumerable` avec une **méthode Linq**, les **calculs** seront le plus souvent **effectués**.

Enumerable.Range

- Avec `Enumerable.Range`, il est possible de créer des intervales rapidement.
  `Enumerable.Range(<Début>, <nb elements>)`
- Nous pourrons ensuite effectuer d'autres transformations Linq sur l'`IEnumerable` résultat.

```
List<int> mesNombres = new int[] { 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 };
mesNombresAuCarre.ForEach(Console.WriteLine);
// équivalent Linq
List<int> mesNombres = Enumerable.Range(2, 10).ToList();
mesNombresAuCarre.ForEach(Console.WriteLine);
```

Select(Func<TSource,TResult>)

- `Select` permet de **transformer** un Enumerable en un **autre** en **appliquant** une **fonction**/un **délégué** sur **chaque élément**

```
List<int> mesNombres = new int[] { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 };
List<int> mesNombresAuCarre = mesNombres.Select(n => n * n)
                                        .ToList();
mesNombresAuCarre.ForEach(Console.WriteLine);
```

- Avec des méthodes telle que `.ToList()`, `.ToArray()`, `.ToHashSet()` et `.ToDictionary(Func<TSource, TKey>)`, on retrouve des collections classiques

Where(Func<TSource,bool>)

- `Where` permet de **transformer** un Enumerable en un **autre** en **filtrant chaque élément** avec une **fonction**/un **délégué** qui **retourne un booléen**, on parle de **prédicat**

```
List<int> nombresPairs2 = mesNombres.Where(x => x % 2 == 0).ToList();
nombresPairs2.ForEach(Console.WriteLine);
// équivalent C# classique
List<int> nombresPairs = new();
foreach(int n in mesNombres)
{
    if (n % 2 == 0) nombresPairs.Add(n);
}
nombresPairs.ForEach(Console.WriteLine);
```

Liste et Classe à utiliser ensuite

```
public class Personne
{
    public string Prenom { get; init; }
    public string Nom { get; init; }
    public string Email { get; init; }
    public string Phone { get; init; }
    public int Age { get; init; }
}
```

```
// creation d'une liste de personnes
List<Personne> mesPersonnes = new()
{
    new() { Nom = "DUPONT", Prenom = "John", Age = 47, Email = "j.dupont@gmail.com", Phone = "+33 147 741 256"},
    new() { Nom = "SCHMIDT", Prenom = "Martha", Age = 29, Email = "m.schmit@hotmail.com", Phone = "+33 159 236 478"},
    new() { Nom = "DUPONT", Prenom = "Chloé", Age = 16, Email = "c.dupont@gmail.com", Phone = "+33 125 896 478"},
    new() { Nom = "MALTEZ", Prenom = "Clark", Age = 47, Email = "c.martez@aol.com", Phone = "+32 147 852 369"}
};
```

Find(Func<TSource,bool>)

- Pour **trouver un élément** dans une collection, on peut utiliser la fonction `Find`

```
Personne? chloe = mesPersonnes.Find(x => x.Prenom == "Chloé");

Personne chloeParDefaut = mesPersonnes.Find(x => x.Prenom == "Chloé")
                                ?? new() { Nom = "DÉFAUT", Prenom = "Chloé" };
```

- Mais avec Linq, on peut **optimiser** la chose via **trois méthodes** possédant chacune une variante retournant la valeur par défaut en cas de condition non remplies ou de non trouvaille

Equivalents à Find

```
// On peut chercher dans le listing à partir du début
Personne chloeAvecLinq = mesPersonnes.First(x => x.Prenom == "Chloé");
Personne? chloeAvecLinqNullable = mesPersonnes.FirstOrDefault(x => x.Prenom == "Chloé");

// A partir de la fin
Personne chloeAPartirDeLaFin = mesPersonnes.Last(x => x.Prenom == "Chloé");
Personne? chloeAPartirDeLaFinNullable = mesPersonnes.LastOrDefault(x => x.Prenom == "Chloé");

// A partir du début et s'assurer des non doublons de notre critère
Personne laSeuleEtUniqueChloe = mesPersonnes.Single(x => x.Prenom == "Chloé");
Personne? laSeuleEtUniqueChloeNullable = mesPersonnes.SingleOrDefault(x => x.Prenom == "Chloé");
```

- Les versions `...OrDefault` renvoient `null` si elles ne **trouvent rien** alors que les autres **lèvent une exception**

Premier et Dernier

Via les méthodes .First() et .Last() ainsi que leurs versions `...OrDefault`, on peut, sans critère de sélection, avoir la **première** et **dernière** valeur de l'Enumerable

```
var premierePersonneDeLaListe = mesPersonnes.FirstOrDefault();
var dernierePersonneDeLaListe = mesPersonnes.LastOrDefault();
```

Trier

- Pour obtenir la série de données **trié selon un critère**, on peut utiliser `.OrderBy(Func<TSource, TKey>)` et `.OrderByDescending(Func<TSource, TKey>)`

```
var personnesTriesParAgeCroissant = mesPersonnes.OrderBy(x => x.Age)
                                                .ToHashSet();
var personnesTriesParAgeDecroissant= mesPersonnes.OrderByDescending(x => x.Age)
                                                 .ToHashSet();
var personnesTrieesParNomPuisPrenom = mesPersonnes.OrderBy(x => x.Nom)
                                                  .OrderBy(x => x.Prenom)
                                                  .ToHashSet();
```

Skip et Take

- Pour ne prendre que `n` valeurs, on peut utiliser `.Take(n)`
- Retirer les `n` premières valeurs, on peut utiliser `.Skip(n)`

```
var personneLaPlusJeune = mesPersonnes.OrderBy(x => x.Age).Take(1);
int noPage = 0;
var personnesALaPageX = mesPersonnes.Skip(50 * (noPage - 1)).Take(50).ToHashSet();
```

- Dans le cadre d'un **paging**, on a souvent recourt à l'utilisation de `.Take()` précédé de `.Skip()` en se basant sur une **taille** de page et un **numéro** de page.
- Ceci dans le but d'éviter d'**envoyer à l'utilisateur toutes les valeurs d'un coup**

Fonctions statistiques

- Bien entendu, les **fonction statistiques** classiques sont aussi présente dans Linq

```
var ageTotalDesPersonnes = mesPersonnes.Sum(x => x.Age);
var personneLaPlusVieille = mesPersonnes.Max(x => x.Age);
var personneLaPlusJeuneBis = mesPersonnes.Min(x => x.Age);
var moyenneDesAges = mesPersonnes.Average(x => x.Age);
```

Agrégation

- Il est aussi possible de faire de l'agrégation avec

`.Aggregate(TAccumulate seed, Func<TAccumulate, TSource, TAccumulate> func)`

Exemple:

```
String chaineDesInitiales = mesPersonnes.Aggregate("Liste des initiales : ", (concat, element) =>
{
    if (mesPersonnes.Last() != element) return concat + element.Nom.Substring(0, 1).ToUpper() + ", ";
    return concat + element.Nom.Substring(0, 1).ToUpper();
});

Console.WriteLine(chaineDesInitiales);
```

- Le `GroupBy` existe lui aussi pour des utilisation plus avancées.

Pourquoi utiliser `IEnumerable` plutôt que `List` ?

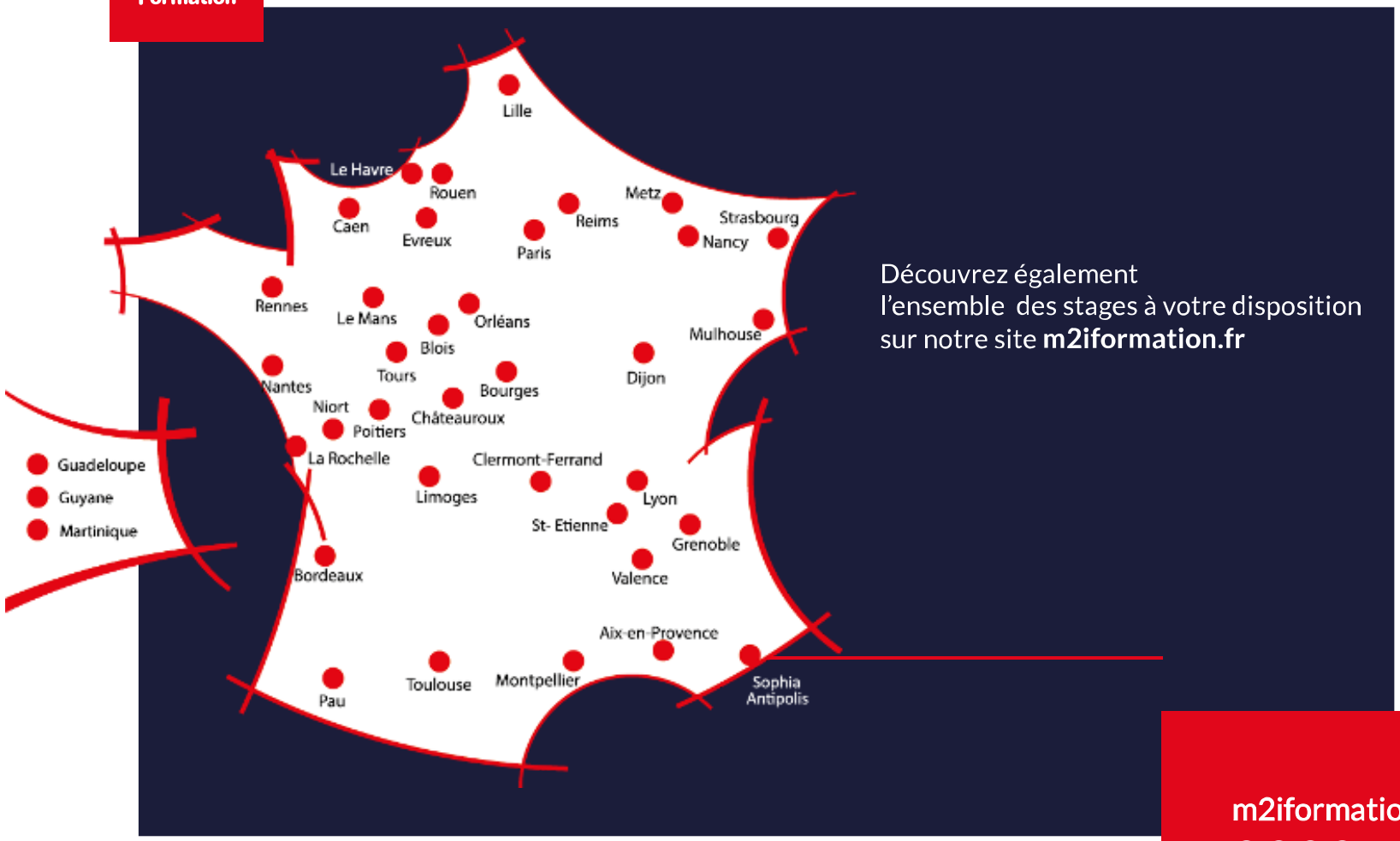
- Lorsque l'on fait des **méthodes** qui **utilisent Linq** et **renvoient des collections**, on pourrait être tenté de renvoyer directement des `List`, `Dictionary`, ...
- Grace au principe de **lazy loading**, il est **préférable** de renvoyer plutôt des `IEnumerable`
- C'est une **interface** plus **flexible** et qui permet de créer des **requêtes différées**, ce qui peut **améliorer les performances**.
- Utiliser **IEnumerable** permet de garder le code **plus général** et **plus réutilisable**.

IQueryable<>

- `IQueryable` est une **interface** dans .NET pour construire des **requêtes de données dynamiques**, elle implémente `IEnumerable`.
- Elle est utilisée principalement avec **LINQ** pour interagir avec des **sources de données** comme des **bases de données**.
- Permet la composition de **requêtes** avec des **conditions** et des opérations de **tri**, de **filtrage** et de **pagination**.
- Les requêtes `IQueryable` sont exécutées de manière **différée**, optimisées par les **accesseurs de données** comme l'**ORM Entity Framework Core**.

Merci pour votre attention

Des questions ?



Découvrez également
l'ensemble des stages à votre disposition
sur notre site **m2iformation.fr**

m2iformation.fr