

Python - Programmation Orientée Objet

Les classes et instances

- Une **classe** est le "**moule**" servant à la fabrication des **objets/instances** du **type correspondant à cette classe**
- On peut voir la classe comme le **récapitulatif** des **éléments** que vont posséder tous les **objets** de ce type. Par exemple un Chien a un âge, un nom, une race ect...
- Tous ces éléments se retrouveront dans la classe et seront (ou non) définis à **l'instanciation** d'un objet de ce type.
- En python, on définit une class avec le bloc **class**. Tous les blocs **def** à l'intérieur créeront des **méthodes relatives à la classe** et non des fonctions.

```
class Chien:
    """ Représentation d'un chien """

    def __init__(self, nom, age, race):
        self.nom = nom
        self.age = age
        self.race = race

    def aboyer(self):
        print(f"Wouf Wouf {self.nom}")
```

Le constructeur `__init__`

Le **constructeur** est le point d'entrée pour la création d'une **instances/objet** du **type de la classe (instanciation)**. Il s'agit d'une **méthodes** dite **Dunder** ou **Magique** (dont le nom commence et fini par deux caractères **underscore**).

```
class Chien:
    def __init__(self, nom, age, race):
        self.nom = nom
        self.age = age
        self.race = race
```

Le constructeur est appelé lorsque l'on souhaite instancier une classe, on écrit le **nom de la classe** et non `__init__`.

```
chien_1 = Chien("REX", 12, "Berger Allemand")
```

Une fois la **variable** renvoyant vers **l'instance** de Chien créée, on peut la manipuler et utiliser ses méthodes.

```
chien_1.aboyer() # Wouf Wouf REX
```

Les paramètres de méthodes 'self'

- Pour référencer **l'objet instancié** lors de la déclaration des méthodes d'une classe, on utilise un **paramètre supplémentaire** en **premier**.
- La norme est de le nommer **self**
- Lors de l'appel de ces méthodes, **on ne devra pas renseigner cet argument**.

```
def __init__(self, nom, age, race):  
    self.nom = nom  
    self.age = age  
    self.race = race
```

```
def aboyer(self):  
    print(f"Wouf Wouf {self.nom}")
```

```
chien_1 = Chien("REX", 12, "Berger Allemand")  
chien_1.aboyer() # Wouf Wouf REX
```

Les attributs

Un **attribut** de classe est une **variable** qui est associée à cette classe.

Il est en général **défini** et **affecté** dans le **constructeur**.

Il peut être **accédé** et **réaffecté** via la notation **variable_objet_attribut**

```
chien_1.age = 6
print(f"Le chien s'appelle {chien_1.nom}, il a {chien_1.age} ans")
print(f"{chien_1} est donc né en {date.today().year-chien_1.age}")
```

Un **objet** est une valeur référence, c'est-à-dire qu'il est **mutable** et qu'on peut ainsi **le passer en paramètre de fonction ou de méthode** et voir **s'opérer des changements** en cas de modifications éventuelles de ses attributs.

```
def change_nom(chien, nouveau_nom):
    chien.nom = nouveau_nom

chien_1.nom = "REX"
print(chien_1.nom) # REX
change_nom(chien_1, "Bill")
print(chien_1.nom) # Bill
```

Les attributs implicites

Avancé

Ces attributs sont créés **par défaut** lors de la manipulation des classes.

Ils utilisent via la syntaxe **Dunder** (double underscore)

Pour la classe on a:

- **__name__**: le nom de la classe
- **__doc__**: commentaire associé à la classe
- **__dict__**: le dictionnaire des attributs statiques
- **__bases__**: un tuple des classes dont celle-ci hérite
- **__module__**: contient le nom du module dans lequel la classe a été définie

Pour l'instance on a:

- **__class__**: la classe de l'objet.
- **__dict__**: la liste des attributs d'instance

```
class MaClasse:
    """ une classe """
    test = 0
    def __init__(self):
        self.test1 = 1

cl = MaClasse()

# Classe
print(MaClasse.__name__) # MaClasse
print(MaClasse.__doc__) # une classe
print(MaClasse.__dict__) # {"test": 0, ...}
print(MaClasse.__bases__) # (<class 'object'>,)
print(MaClasse.__module__) # __main__

# Instance
print(cl.__class__) # <class '__main__.MaClasse'>
print(cl.__class__.__name__) # MaClasse
print(cl.__dict__) # {'test1': 1}
print(cl.__doc__) # une classe
```

Les méthodes

Une **méthode** est l'équivalent d'une **fonction** qui est **associée** à un **objet** ou à une **classe**. Pour faire **appel** à une méthode, il faudra utiliser la notation **Classe.méthode()** ou **objet.méthode()**.

Une méthode peut accéder aux **attributs** de **l'objet auquel elle est associée** en passant encore une fois par le **paramètre self**, qu'elle doit avoir en tant que **premier paramètre**:

```
def aboyer(self):  
    print(f"Wouf Wouf {self.nom}")
```

Une méthode peut réaliser tout ce qu'une fonction faisait de base, mais est en général utilisée pour **éviter d'avoir à passer en argument** des **valeurs** qui sont **déjà dans les attributs de l'objet**:

```
def afficher(self):  
    print(f"Mon chien a {self.age} ans, il s'appelle {self.nom} de la race {self.race}")
```

Une méthode participe ainsi activement à la réalisation d'un code plus propre et à la mise en place du **DRY (Don't repeat yourself)** dans le cadre d'un programme.

Exercice

1. Créer une classe **Gâteau**
2. Ajouter les attributs suivants et les initialiser dans le constructeur :
 1. **nom gâteau**:str
 2. **temps cuisson**:int
 3. **liste ingrédients**:list de str
 4. **étapes recettes**: list de str
 5. **nom du créateur**: str
3. Ajouter une méthode qui affiche les ingrédients de la recette
4. Instancier un objet gâteau qui affiche les ingrédients ainsi que les étapes de préparation du gâteau.

Exercice

1. Créer une classe **CompteBancaire** qui représente un compte bancaire, ayant pour attributs :
 1. **numeroCompte**:int
 2. **nom**:str
 3. **solde**:int
2. Créer un constructeur ayant comme paramètres: numero_compte, nom, solde.
3. Créer une méthode Versement() qui gère les versements
4. Créer une méthode Retrait() qui gère les retraits
5. Créer une méthode Agios() permettant d'appliquer les agios à un pourcentage de 5% du solde.
6. Créer une méthode afficher() permettant d'afficher les détails sur le compte.

Les propriétés

Avancé

- Les propriétés sont **trois méthodes magiques** qui sont appelées en cas de **récupération (getattr)**, **d'affectation (setattr)** ou de **suppression (delattr)** d'un attribut.
- Il est ainsi possible de **surcharger/override** ces méthodes magiques pour **en modifier le fonctionnement**.
- Cela évite ainsi d'avoir à répéter des lignes de codes et également la création de méthodes destinées à contrôler et à modifier les affectations ou les récupérations d'attributs d'objets (nommé getters et setters).

```
ma_temperature = Temperature(37.5)
ma_temperature.celcius = 25
print(ma_temperature.fahrenheit) # 99.5
```

```
class Temperature:
    def __init__(self, value):
        self.value = value

    def __getattr__(self, name):
        if name == 'celsius':
            return self.value
        if name == 'fahrenheit':
            return self.value * 1.8 + 32
        raise AttributeError(name)

    def __setattr__(self, name, value):
        if name == 'celcius':
            self.value = value
        if name == 'fahrenheit':
            self.value = (value - 32) / 1.8
        else :
            super().__setattr__(name, value)
```

Les propriétés

Avancé

- Python fournit également un décorateur **@property**. il permet d'appeler une **méthode** comme si on tentait **d'accéder** à un **attribut de l'objet** portant le **même nom**.
- Le décorateur **@.setter** permet d'appeler la méthode **méthode** comme si on tentait **de définir l'attribut de l'objet** portant le **même nom**.

```
@property
def nom(self):
    return self._nom

@nom.setter
def nom(self, nom):
    self._nom = nom

objet.nom = "le nom"
print(objet.nom)
```

```
@property
def age(self):
    today = date.today()
    age = today.year - self.birth_date.year - ((today.month, today.day) < (self.birth_date.month, self.birth_date.day))
    return age
```

Les attributs de classe

- En plus des **attributs** liés à **un objet/instance**, il est possible de faire appel à ce qu'on appelle des **attributs de classe**.
Ils sont **partagés** par l'ensemble **des objets de ce type**, ils sont **liés à la classe elle-même**
- On peut par exemple se servir des attributs de classe pour compter facilement les objets instanciés de cette classe ou pour accéder à des valeurs communes à tous les éléments de ce type.
- Pour accéder à un attribut de classe, on doit se servir de la syntaxe **Classe.attribut**.

```
class Chien:
    instances_chien = 0
    nom_latin = "Canis lupus familiaris"

    def __init__(self, age, nom, race):
        Chien.instances_chien += 1
        self.age = age
        self.nom = nom
        self.race = race
```

```
print(f"Il y a {Chien.instances_chien} instances de chiens dont le nom latin est :{Chien.nom_latin}")
# Il y a 2 instances de chiens dont le nom latin est : Canis lupus familiaris
```

Les méthodes de classe

- Une **méthode de classe** est une **méthode** qui est **liée à la classe** et non à **l'objet**.
- Pour en définir une on utilise le décorateur **@classmethod**
- Elle a accès à **l'état de la classe** par le biais d'un paramètre que l'on nomme **cls** par convention, il est en **premier** (à la place de self) et **pointe vers la classe** et non l'objet.
- On accèdera aux attributs de classe avec **cls.attribut**
- Pour faire appel à une méthode de classe on utilise la syntaxe suivante : **Classe.méthode_de_classe**.

```
@classmethod
def afficher_nombre_chiens(cls):
    print(f"Il y a {cls.nombre_chiens} instanciés")
```

Les méthodes statique

- Une **méthode statique** ne reçoit pas de premier argument implicite (self, cls).
- Une méthode statique est également une méthode qui est **liée à la classe** et non à l'objet.
- Cette méthode ne peut pas accéder ou modifier l'état de la classe.
- Elle est destinées à avoir un comportement qui ne change pas, elle est comme une fonction classique en soit.

Pour faire une méthode statique, il faut donc utiliser le décorateur **@staticmethod** et on l'appellera dans le coeur de notre programme (comme pour les méthodes de classe) la syntaxe **Classe.méthode()**:

```
@staticmethod
def seuil_chien(max):
    print(f"Il y a {max - Chien.nombre_chiens} disponibles dans le refuge")

Chien.seuil_chien(10) # Il y a 8 places disponibles dans le refuge
```

Exercice

1. Créer un classe **WaterTank** qui possédera **les attributs d'instance** suivants :
 1. **Poids** de la citerne à **vide**: float
 2. **Capacité maximale**: float
 3. **Niveau de remplissage**:float
2. Créer les **méthodes** quivantes propre à chaque instance de classe:
 1. Méthode indiquant le **poids total**
 2. Méthode pour **remplir la citerne** avec un **nombre de litre d'eau**
 3. Méthode pour **vider la citerne** d'eau d'un **nombre de litre d'eau**
3. Créer un **attribut de classe** qui contiendra **la totalité des volumes d'eau** des citernes.

Différence entre méthode de classe et méthode statique

Méthode de classe	Méthode statique
Une méthode de classe prend comme premier paramètre cls (la classe)	Une méthode statique n'a pas d'arguments par défaut
Une méthode de classe peut accéder et modifier l'état d'une classe via le paramètre cls	Une méthode statique ne peut pas accéder ou modifier l'état d'une classe sans utiliser la syntaxe avec le nom de la classe.
La méthode class prend la classe comme paramètre pour connaître l'état de cette classe (cls)	Les méthodes statiques ne connaissent pas l'état de la classe. Ces méthodes sont utilisées pour effectuer certaines tâches utilitaires en prenant certains paramètres, comme des fonctions.
Utilisation du décorateur @classmethod	Utilisation du décorateur @staticmethod

L'héritage

- **L'héritage** est un mécanisme fortement utilisé dans la programmation orienté objet.
- Une classe peut **hériter** d'une **autre classe** et possédera **les méthodes** et **les attributs** de celle-ci.
- On parle alors de **classe fille/enfant** et de **classe mère/parent**.
- Pour **réaliser un héritage** en Python il suffit **d'ajouter des parenthèses** après le nom de la classe que l'on créé et d'y **ajouter la classe dont l'on souhaite hériter**.
- Par exemple ici **Chien va hériter de Mammifère** et ainsi avoir accès à ses méthodes et attributs. Cela est correct sémantiquement car on peut dire qu'un **Chien est un Mammifère**.

```
class Mammifere:
    nom_latin = "Mamma"
    nombre_mammifere = 0

    def __init__(self):
        Mammifere.nombre_mammifere += 1

class Chien(Mammifere):
    nom_latin = "Canis Lups Familiaris"

    def __init__(self, nom, age, race):
        super().__init__()
        self.nom = nom
        self.age = age
        self.race = race

mon_chien = Chien("Rex", 4, "Berger Allemand")
print(Mammifere.nombre_mammifere) # 1
```

L'utilisation de la méthode super()

- Lors d'un **héritage**, il est possible **d'accéder aux attributs et aux méthodes de la class mère**.
- Si l'on souhaite avoir accès à la méthode **calc_age(annee)** de la classe **Mammifère** pour se servir du résultat dans la classe enfant, on doit utiliser le mot-clé **super()** pour **accéder à la classe parent**, puis la syntaxe **super().nom_méthode()** pour en **appeler la méthode**.
- Le mot clé **super()** est également utilisé dans le cadre d'un **constructeur** pour faire appel au **constructeur de la classe parent** qui pourrait avoir besoin de paramètres, comme ci-dessous

```
class Personne:
    def __init__(self, nom, prenom, age):
        self.nom = nom
        self.prenom = prenom
        self.age = age

class Enfant(Personne):
    def __init__(self, nom, prenom, age, jouet):
        super().__init__(nom, prenom, age)
        self.jouet = jouet
```

```
class Mammifere:
    nom_latin = "Mamma"
    nombre_mammifere = 0

    def __init__(self):
        Mammifere.nombre_mammifere += 1

    def calculer_age(self, annee) -> int:
        return date.today().year - annee

class Chien(Mammifere):
    nom_latin = "Canis Lupus Familiaris"

    def __init__(self, nom, age, race):
        super().__init__()
        self.nom = nom
        self.age = age
        self.race = race

    def age_chien(self) -> int:
        return super().calculer_age(self.age)
```

Exercice

1. Écrire une classe **Rectangle** en langage Python, permettant de construire un rectangle doté **d'attributs longueur et largeur**.
 2. Créer une méthode **perimetre()** permettant de calculer le périmètre du rectangle et une méthode **surface()** permettant de calculer la surface du rectangle
 3. Créer une classe fille **Parallélépipède héritant de la classe Rectangle** et dotée en plus d'un** attribut hauteur** et d'une autre méthode **volume()** permettant de calculer le volume du Parallélépipède.
 4. Surcharger les méthodes **périmètre()** et **surface()** du **Parallélépipède** pour avoir les bon résultats pour un parallélépipède (longueurs des arêtes et surfaces des faces).
- /!\ Sémantiquement ce modèle n'est pas correct car un parallélépipède N'EST PAS un rectangle donc l'héritage n'a pas de sens.

La classe object

Chaque classe du Python va **automatiquement hériter** d'une classe qui se nomme « **object** ». Cette classe comporte **une série de méthodes et d'attributs** qui seront ainsi automatiquement hérités par les classes enfants.

L'exemple le plus courant est sans doute celui de l'héritage de la méthode magique **__repr__** qui est la méthode utilisée lorsque l'on souhaite récupérer la **représentation de l'objet**. Il y a aussi la méthode **__str__** qui sera appelée lors d'un **cast en str**.

Ou encore l'utilisation des méthodes magiques **__getattr__** et/ou **__setattr__** qui sont les deux méthodes utilisées par les objets pour setter ou getter les attributs qui les constituent (on peut les surcharger dans le but de réaliser des propriétés comme nous l'avons vu précédemment).

```
class Personne:
    def __init__(self, nom, prenom, age):
        self.nom = nom
        self.prenom = prenom
        self.age = age

    def __repr__(self):
        return f"La personne s'appelle {self.prenom} {self.nom} et a {self.age} ans"

personne_1 = Personne("Dupont", "Jean", 40)
print(personne_1) # La personne s'appelle Jean Dupont et a 40 ans
```

Le polymorphisme

- Le **polymorphisme** est une autre notion clé de la programmation orienté objet.
- Le polymorphisme consiste en l'utilisation d'une **version différente d'une méthode**, on appelle ça aussi **surcharger/override** une méthode.
- On peut réutiliser la méthode du parent avec **super().nom_méthode()**.
- On voit ici que lors du parcours de la liste on appellera **les méthodes jouer()** des classes que l'on est en train de parcourir. La méthode jouer de la classe Enfant va **remplacer** celle de la classe Personne

```
liste_personnes = [  
    Personne("Jean", "Dupont", 30),  
    Enfant("Titou", "Enfant", 5, "Légo")  
]  
for personne in liste_personnes:  
    personne.jouer()
```

```
class Personne:  
    def __init__(self, nom, prenom, age):  
        self.nom = nom  
        self.prenom = prenom  
        self.age = age  
  
    def jouer(self):  
        print("L'adulte n'a plus le temps de jouer")  
  
class Enfant(Personne):  
    def __init__(self, nom, prenom, age, jouet):  
        super().__init__(nom, prenom, age)  
        self.jouet = jouet  
  
    def jouer(self):  
        print(f"L'enfant joue avec {self.jouet}")
```

Duck typing

- Le Duck Typing est un concept de Python provenant de l'expression anglophone «** If it walks like a duck, and it quacks like a duck, then it must be a duck** » (ou en français : Si ça marche comme un canard, que cela cancanne comme un canard, alors cela doit être un canard).
- Selon cette expression, il est **inutile de tester les types des classes avant d'appeler des méthodes qui leur sont accessibles**. Par exemple, il est possible d'utiliser la méthode **len()** donnant la taille de l'objet sur plusieurs types de variables, qu'elles soient ou non des conteneurs.

```
class CoinCoin:
    def __len__(self):
        return 42

ma_liste = [1, 4, 23]
mon_dic = {"nom": "toto",
           "prenom": "titi",
           "age": 12}
ma_chaine = "Hello World !"
mon_canard = CoinCoin()

print(len(ma_liste)) # 3
print(len(mon_dic)) # 3
print(len(ma_chaine)) # 13
print(len(mon_canard)) # 42
```

Visibilité en python : Name Mangling

Avancé

En Python, tout comme dans beaucoup de langages servant à réaliser de l'Orienté Objet, on a recours à ce qui s'appelle la **visibilité des attributs et des méthodes** dans le but de **sécuriser nos classes**. Malheureusement pour nous, il n'existe pas de mot-clés **private**, **protected**, **public**, etc... comme dans d'autres langages de programmation tels que le Java ou le C#.

A côté de cela, il existe en Python une **convention de nommage** permettant facilement aux développeurs Python de repérer si une variable ou une méthode est de type **publique**, **privée** ou **protégée**. Cette convention se base sur le « **name mangling** », une autre propriété du Python qui fait que lorsque l'on essaie d'accéder à une variable par la notation « **objet.__attribut** », l'interpréteur va en réalité transformer la chose en « **_nom-classe__nom-attribut** ». Ce processus est prévu dans le but de sécuriser les accès aux attributs de type privés, qui peuvent cependant encore être accédés via la syntaxe « **objet._nom-classe__nom-attribut** »

Ainsi, on a donc recours à ces conventions de nommage :

- Les attributs et méthodes publiques sont nommés « **ainsi** »
- Les attributs et méthodes protégés sont nommés « **_ainsi** »
- Les attributs et méthodes privés sont nommés « **__ainsi** »

Exercice

1. Créer une classe **Personne**, contenant le nom de la personne, son **prénom**, son **numéro de téléphone** et son **email**. Une méthode **__str__** pour afficher les données de la personne.
2. Créer une classe **Travailleur**, qui hérite de la classe **Personne** et étend avec les attributs **nom d'entreprise**, **adresse entreprise** et **téléphone professionnel**. Une méthode **__str__** pour afficher les données et qui **réutilise celle de Personne**.
3. Créer une classe **Scientifique** qui hérite de la classe **Travailleur** et étend avec les attributs de type list **disciplines** (physique, chimie, mathématique, ...) et **types du scientifique** (théorique, expérimental, informatique...) Une méthode **__str__** pour afficher les données et **qui réutilise celle de Travailleur**.

Le polymorphisme

En Python, il est possible pour **une classe d'hériter de plusieurs classes**, ce qui peut conduire à des **situations délicates** que l'interpréteur solutionne en usant de ce que l'on appelle le « **MRO** » (Method Resolution Order). Il s'agit d'une liste contenant **l'ordre d'apparition des classes** servant pour l'héritage d'une classe. Pour accéder à cette MRO, il est possible d'avoir recours à la méthode **.mro()**, tout simplement.

Lors d'un **héritage multiple**, il est possible d'avoir comme situation un héritage dit « **en diamant** », car une classe est héritée par **deux classes** qui seront à leur tour héritées par une **même classe**. Dans ce genre d'héritage, il faudra bien faire attention à se servir du constructeur de la super-classe via l'utilisation du mot-clé **super()**, qui va en réalité chercher dans la MRO le constructeur dont on a besoin pour éviter les conflits. De plus, en cas de polymorphisme, c'est via la MRO que l'on saura laquelle des deux méthodes redéfinies sera utilisée.

```
class Toutou(Animal, Carnivore):
    """Un chien qui est à la fois un animal et un carnivore"""

toutou = Toutou()
toutou.se_nourrir()
print(toutou.point_de_vie)
```

```
class EtreVivant:
    def __init__(self):
        self.point_de_vie = 100

    def se_nourrir(self):
        self.point_de_vie += 1

class Animal(EtreVivant):
    def dormir(self):
        self.point_de_vie += 1

    def se_nourrir(self):
        self.point_de_vie += 5

class Carnivore(EtreVivant):
    def chasser(self):
        self.point_de_vie -= 1

    def se_nourrir(self):
        self.point_de_vie += 10
```

Exercice

```
class Address:
    def __init__(self, street, city):
        self.street = str(street)
        self.city = str(city)

    def show(self):
        print(self.street)
        print(self.city)
```

```
class Person:
    def __init__(self, name, email):
        self.name = name
        self.email = email

    def show(self):
        print(self.name + ' - ' + self.email)
```

1. Créer la classe **Contact** qui **hérite à la fois** de **Address** et **Person**, cette classe doit implémenter la méthode **show()**
2. Créer une classe **Notebook** qui contient un **dictionnaire** qui associe **les noms des personnes** à un **objet Contact**. (Pas besoin d'héritage)
 - Cette classe devra avoir une méthode ****show()****
 - Cette classe doit avoir une méthode **add(self, name, email, street, city)**
3. Tester le code suivant :

```
notes = Notebook()
notes.add('Alice', '<alice@example.com>', 'Lv 24', 'Sthlm')
notes.show()
```

```
=== Alice ===
Alice - <alice@example.fr>
lv 24
sthlm
```

Tp - sur deux slides

- Dans cet exercice on s'intéresse à créer **des classes pour gérer les vols d'une compagnie aérienne** qui organise des vols **entre des villes**.
- Plus précisément on s'intéressera aux plans de vol entre les différentes villes.
- Càd les vols disponibles ainsi que l'heure de départ.
- Créer une classe **Vol_direct** qui représentera un vol direct entre deux villes (pas d'escale dans une ville intermédiaire), on doit :
 - Définir le constructeur de cette classe qui a quatre attributs :
 - Dep et arr qui désigne respectivement la ville de départ et la ville d'arrivée
 - jour qui désigne le jour de la semaine (lundi, mardi, ...)
 - **heure (un entier entre 0 et 24 qui représente l'heure de départ)**
 - Écrire une méthode **affiche()** qui affiche une chaîne bien formatée de la forme :
« **Ce vol part de Paris vers Marseille le lundi à 9 heure** »
- Créer une classe **Vols** qui représente tous les vols le long de la semaine en utilisant la classe Vol_direct. Pour ce faire on doit :
 - Définir le **constructeur** de cette classe avec **un seul attribut qui est une liste de vols**
 - Écrire une méthode **Liste_successeurs** qui retourne une **liste** contenant **les villes arrivées d'une ville de départ passée comme paramètre**
 - Écrire une méthode **Appartient** qui vérifie **si une ville appartient au plan du vol** que ce soit comme ville d'arrivée ou de départ
 - Écrire une méthode **Affiche** qui affiche tous les vols directs.

Tp - suite

Écrire un **programme principal** permettant de :

- Créer une **liste** nommée **lv** d'objets Vol_direct, on suppose avoir définie les 3 fonctions suivantes :
 - **Saisie_Jour** qui retourne un jour valide,
 - **Saisie_Heure** qui retourne une heure valide
 - **Saisie_Ville** qui retourne un nom de ville valide.
- Créer un **objet Vol** nommé **v** à partir de la liste déjà créée
- Afficher tous les vols
- Saisir une ville qui doit appartenir au plan du vol puis calculer et afficher la liste de ses successeurs

```
=== Liste des vols ===  
Ce vol part de Paris vers Marseille le 17 à 4 heures  
Ce vol part de Paris vers Lyon le 21 à 8 heures  
Ce vol part de Marseille vers Lyon le 11 à 17 heures  
Ce vol part de Paris vers Bruxelles le 4 à 20 heures  
  
La ville Paris fait partie du plan de vol !  
La ville Bruxelles fait partie du plan de vol !  
La ville Bordeaux ne fait pas partie du plan de vol  
  
La liste des destinations à partir de Paris est : {'Lyon', 'Marseille', 'Bruxelles'}
```

Méta-classe

Avancé

La méta-classe est un concept avancé en Python qui n'est que très rarement utilisé directement par les développeurs.

En Python, les classes sont elles-mêmes des objets qui **héritent de type**. Il est possible de spécifier le type dont doit hériter l'objet qui représente la classe. On parle alors de **méta-classe**. Une méta-classe est une classe qui décrit une classe. Cela signifie que tous les attributs et toutes les méthodes d'une méta-classe seront les attributs et les méthodes de la classe.

L'usage de la méta-classe permet de réaliser des implémentations qui ne sont pas possibles avec une simple classe. Par exemple, décorateur **@property** pour créer une propriété.

```
class MetaClasseCompteur(type):
    """Une méta classe pour aider à compter les instances créées."""

    def __init__(cls, *args, **kwargs):
        super().__init__(*args, **kwargs)
        cls._nb_instances = 0

    @property
    def nb_instances(cls):
        return cls._nb_instances

    def plus_une_instance(cls):
        cls._nb_instances += 1

class MaClasse(metaclass=MetaClasseCompteur):

    def __init__(self):
        MaClasse.plus_une_instance()

print(MaClasse.nb_instances) # 0
o1 = MaClasse()
o2 = MaClasse()
o3 = MaClasse()
print(MaClasse.nb_instances) # 3
```

Duck typing

En Python, le module **abc** permet de simuler le fonctionnement d'une **classe abstraite** (qui **ne doit pas être instanciable et est destinée uniquement à l'héritage**). Le nom de ce module est la contraction de « abstract base classes ».

Ce module fournit une classe **ABC** et une méta-classe appelée **ABCMeta** qui permettent de **transformer une classe Python en classe abstraite**.

Ce module fournit également le décorateur **@abstractmethod** qui permet de déclarer comme abstraite une méthode, une méthode statique, une méthode de classe ou une propriété. Cela signifie qu'il **n'est pas possible de créer une instance** d'une classe qui hérite d'une classe abstraite **tant que toutes les méthodes abstraites ne sont pas implémentées**.

```
from abc import ABCMeta, abstractmethod

class Animal(metaclass=ABCMeta):
    @abstractmethod
    def crier(sef):
        pass

class Chien(Animal):
    def crier(self):
        print("Whouaf whouaf!")

# a = Animal() -> Impossible ! car abstraite
c = Chien()
c.crier()
```

Exercice

Avancé

- Créer une classe **Interface** héritant de **ABC**.
- La classe interface implémentera la méthode magique `__subclasshook**` qui permet de s'assurer que les méthodes dans la séquence `__methods**` sont présentes dans la classe.
- Créer une classe **Container** qui impose l'existence de la méthode `__contains__`.
- Créer une classe **Sized** qui hérite l'existence de la méthode `__len__`.
- Créer une classe **SizedContainer** qui impose l'existence de la méthode `__len**` et `__contains**`.
- Créer une classe **Iterable** qui impose l'existence de la méthode `__iter__`.

Qu'est-ce qu'une exception ?

Une **exception** est un **problème** qui apparaît **lors de l'exécution du programme**. On parle d'exception car c'est un **cas que le programme n'a pas pu gérer**, littéralement une exception en français.

Les exemples d'exceptions les plus courants sont les **exceptions de format**, les **exceptions de fichier introuvable** ou de **connexion impossible en base de données**.

Pour **réaliser un programme fonctionnel**, il faut **prendre en compte les erreurs** que pourraient causer les utilisateurs et faire en sorte qu'**elles soient non bloquantes**. En effet, lorsque l'on teste notre programme, on peut voir les **exceptions se lever**, et ainsi prendre conscience du problème. Ce n'est pas le cas pour les utilisateurs lambdas qui voient simplement le programme se stopper ou figer...

Pour éviter cela, on réalise donc **un bloc de récupération des exceptions** dans le but d'afficher des messages personnalisés ou de stocker les problèmes dans un fichier de log qui pourra par la suite être envoyé aux développeurs dans un soucis de maintenance du logiciel.

Attraper une exception

Pour attraper une exception, il faut faire appel à un bloc de type **try...except...else...finally**.

Ce bloc est donc constitué de quatre grandes parties, dont les deux dernières ne sont pas toujours utilisées ensemble :

- Le bloc **try** sert à contenir l'ensemble du **code que l'on souhaite exécuter** et qui **pourrait poser problème** lors de l'exécution
- Le ou les blocs **except** servent à **récupérer l'exception** dans le but de **la traiter** (ou non) de façon à ce **qu'elle ne bloque pas le fonctionnement du programme**. Il peut y avoir autant de blocs except que l'on veut, mais attention à bien mettre le bloc de récupération global après ceux concernant les exceptions spécifiques !
- Le bloc **else** sert à **exécuter du code** dans le cas où **aucune exception n'a été récoltée**
- Le bloc **finally** sert quant à lui à **exécuter du code à la fin de l'ensemble du bloc try...except...else...finally** dans le but d'être sûr par exemple de fermer un fichier ou une connexion à une base de données peu importe s'il y a eu un souci ou non

```
try:
    age = int(input("Saisir votre Age : "))

except ValueError:
    print("Saisie invalide !")

except Exception:
    print("Une autre exception a été levée")
else:
    print("Saisie valide !")

try:
    age = int(input("Saisir votre Age : "))

except Exception as ex:
    print(ex)
    print("Saisie invalide !")
else:
    print("Saisie valide !")

try:
    age = int(input("Saisir votre Age : "))
except:
    print("Saisie invalide !")
else:
    print("Saisie valide !")
finally:
    print("après le try, avec ou sans exeception levées")
```

Exceptions personnalisées

- Pour créer une exception nous-même, il nous suffit de créer une classe qui héritera d'**Exception** ou de **BaseException**
- Il est aussi possible de **lever une exception** avec le mot clé **raise**

```
class AgeInvalideException(Exception):  
    pass  
  
class MaSuperException(Exception):  
    def __init__(self, *args):  
        super().__init__("Une super exception a été levée", *args)
```

```
def input_age():  
    try:  
        age = int(input("Saisir votre Age : "))  
        if age <= 0 or age >= 120:  
            raise AgeInvalideException("Age invalide")  
  
    except ValueError as ve:  
        print(ve)  
        print("Saisie invalide !")  
        return -1  
  
    except AgeInvalideException as aie:  
        print(aie)  
        return -1  
    else:  
        print("Age valide !")  
        return age
```

Exercice

Via la gestion des exceptions et la levée d'exceptions personnalisées, vous devrez réaliser un programme en console qui **demandera à l'utilisateur un login** ne devant **comporter que des lettres** et un **mot de passe ne comportant que des chiffres**. Dans le cas contraire, vous devrez **lever une exception** qui ne **devra pas stopper** le fonctionnement du programme mais **s'afficher afin d'informer à l'utilisateur que ses informations sont incorrectes**

```
Veillez entrer un login SVP (celui-ci ne doit posséder que des lettres minuscules) : aaa
Veillez entrer un mot de passe SVP (celui-ci ne doit posséder que des chiffres) : dd
Le mot de passe ne doit posséder que des nombres !
```

```
Veillez entrer un login SVP (celui-ci ne doit posséder que des lettres minuscules) : Aa
Il ne doit y avoir que des minuscules dans le login !
Veillez entrer un mot de passe SVP (celui-ci ne doit posséder que des chiffres) : 47
```

```
Veillez entrer un login SVP (celui-ci ne doit posséder que des lettres minuscules) : aa
Veillez entrer un mot de passe SVP (celui-ci ne doit posséder que des chiffres) : 47
```

Les méthodes magiques conversions

Il est possible de réaliser des **cast** lorsque l'objet est passé en paramètre de certaines fonctions. La **conversion en valeur booléenne** est également utilisée lorsqu'un objet **doit être évalué comme expression booléenne** dans une structure **if** ou **while**.

Pour notre classe Chien, nous pourrions considérer qu'un chien est évalué à True si son âge, son nom et sa race sont vrai :

```
def __bool__(self):
    return len(self.nom) > 0 and len(self.race) > 0 and self.age != 0

if mon_chien:
    print("Mon chien est vrai")
```

Méthode spéciale	fonction de conversion
<code>__str__(self)</code>	str
<code>__bytes__(self)</code>	bytes
<code>__bool__(self)</code>	bool ou expression booléenne
<code>__int__(self)</code>	int
<code>__float__(self)</code>	float
<code>__complex__(self)</code>	complex
<code>__dict__(self)</code>	dict

Les méthodes magiques conversions

Si les objets doivent pouvoir être utilisés avec les opérateurs unaires **+val**, **-val** ou s'ils peuvent être passés en paramètre de la fonction **abs()**, vous devez fournir respectivement une implémentation des méthodes **__pos(self)**, **__neg**(self)**, **__abs__(self)****.

Si les objets doivent pouvoir être utilisés dans des **opérations arithmétiques**, alors vous pouvez fournir une implémentation pour les méthodes suivantes :

Méthode spéciale	fonction de conversion
<code>__add__ (self, 0)</code>	+
<code>__sub__ (self, 0)</code>	-
<code>__mul__ (self, 0)</code>	*
<code>__matmul__ (self, 0)</code>	@
<code>__truediv__ (self, 0)</code>	/
<code>__floordiv__ (self, 0)</code>	//
<code>__mod__ (self, 0)</code>	%
<code>__divmod__ (self, 0)</code>	divmod()
<code>__pow__ (self, 0)</code>	** ou pow()

Les méthodes magiques conversions

```
def __mul__(self, other):  
    if isinstance(other, Chien) :  
        if random.randint(0, 1) :  
            return Chien("nouveau", 0, self.race)  
        else:  
            return Chien("nouveau", 0, other.race)
```

```
class Vecteur:  
    def __init__(self, x=0, y=0):  
        self.x = x  
        self.y = y  
  
    def __neg__(self):  
        return Vecteur(-self.x, -self.y)
```

```
mon_chien = Chien("Rex", 4, "Berger Allemand")  
mon_chien_bis = Chien("Bernie", 7, "Labrador")  
mon_nouveau_chien = mon_chien_bis * mon_chien  
print(mon_chien) # Rex a 4 ans et est de race Berger Allemand  
print(mon_chien_bis) # Bernie a 7 ans et est de race Labrador  
print(mon_nouveau_chien) # Nouveau a 0 ans et est de race .Labrador
```

Les méthodes magiques de comparaisons

Par défaut, l'opérateur d'égalité `==` permet de comparer l'unicité en mémoire des objets. Ainsi les deux chiens ci-dessous ne sont pas égaux :

```
mon_chien = Chien("Rex", 4, "Berger Allemand")
mon_chien_bis = Chien("Bernie", 7, "Labrador")
print(mon_chien_bis == mon_chien) # False
```

En effet, nous créons deux objets distincts que nous affectons respectivement à la variable **mon_chien** et à la variable **mon_chien_bis**.

Mais il serait intéressant de considérer que deux chiens sont égaux s'ils ont les mêmes valeurs pour leurs champs. Nous pouvons modifier ce comportement par défaut en fournissant notre propre méthode d'égalité :

```
def __eq__(self, other):
    if isinstance(other, Chien) :
        return self.race == other.race and self.age == other.age and self.nom == other.nom

mon_chien = Chien("Rex", 4, "Berger Allemand")
mon_chien_bis = Chien("Rex", 4, "Berger Allemand")
print(mon_chien_bis == mon_chien) # True
```

Il existe aussi les méthodes magiques de comparaison **lt (<)**, **le (<=)**, **gt (>)**, **ge (>=)** et **ne (!=)**.

Les méthodes conteneurs

Si vos objets doivent se comporter comme un **conteneur** (c'est-à-dire comme une liste ou un dictionnaire), vous pouvez fournir l'implémentation des méthodes Dunder suivantes :

Méthode spéciale	fonction de conversion
<code>__len__ (self)</code>	utilisation de la méthode <code>len()</code>
<code>__getitem__ (self, key)</code>	<code>o[key]</code>
<code>__setitem__ (self, key, value)</code>	<code>o[key] = value</code>
<code>__delitem__ (self, key)</code>	<code>del o[key]</code>
<code>__contains__(self, key)</code>	<code>key in o</code>

Les méthodes magiques conteneurs

```
class Vecteur:

    def __init__(self, x=0, y=0):
        self.x = x
        self.y = y

    def __len__(self):
        return 2

    def __getitem__(self, k):
        if k == 'x' or k == 0:
            return self.x
        if k == 'y' or k == 1:
            return self.y
        raise KeyError(k)

    def __setitem__(self, k, v):
        if not isinstance(v, (int, float)):
            raise TypeError
        if k == 'x' or k == 0:
            self.x = v
        if k == 'y' or k == 1:
            self.y = v
        else:
            raise KeyError(k)
```

```
v = Vecteur(2, 5)
print(len(v)) # 2
print(v['x']) # 2
print(v[0]) # 2
print(v['y']) # 5
print(v[1]) # 5

v[0] = -2
v[1] = -5
print(v) # Vecteur(-2, -5)
```

Les méthodes magiques classes abstraites

Beaucoup de méthodes abstraites n'ont de sens que lorsqu'elles sont implémentées ensemble par la même classe. Par exemple les méthodes `__len__(self)` ou `__getitem__(self, key)` permettent de définir une séquence puisqu'il est possible de connaître la taille et l'élément associé à une clé.

Le module **container.abc** fournit des classes abstraites qui définissent différents contrats. Il existe par exemple la classe abstraite **Sequence** qui déclare les deux méthodes de manière abstraite.

```
from collection.abc import Sequence
s = Sequence()

# Traceback (most recent call last) :
# File "c:\Users\admin\source\repos\exemple.py"
# s = Sequence()
# TypeError: Can't instantiate abstract class Sequence with abstract methods __getitem__, __len__
```

Les méthodes magiques classes abstraites

Toutes les classes du module **colletions.abc** sont des classes abstraites qui sont là pour guider le développeur qui voudrait créer sa propre classe et qui souhaiterait que **les objets de cette classe se comportent suivant un contrat**. En héritage d'une des classes du module `colletions.abc`, cela permet au développeur de vérifier que son implémentation est conforme au contrat.

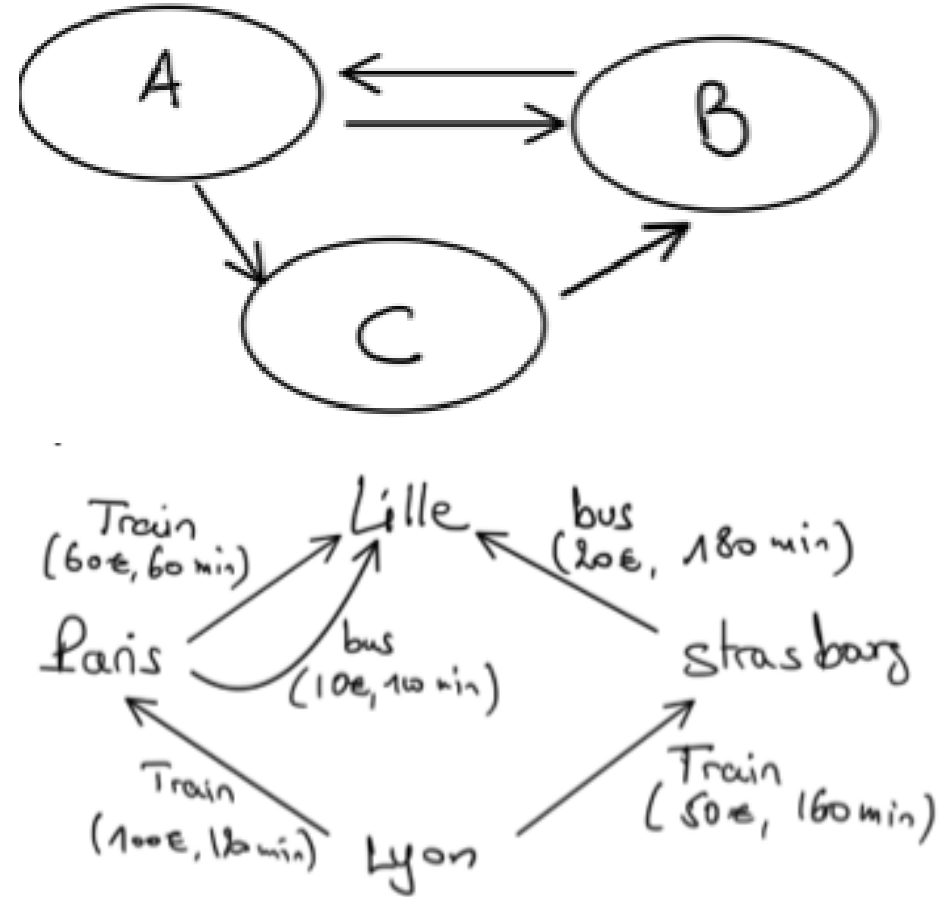
Tp

1. Créer une classe **Intervalle** possédant une méthode **__init__** permettant d'initialiser **une borne inférieure** et **une borne supérieure** pour un objet de type Intervalle.
Vérifier que les bornes sont numériques, positives, non nulles et placées dans le bon ordre, sinon générer une exception de type « **IntervalError** » affichant le message d'erreur « **Erreur : Bornes invalides !** ».
Le type « **IntervalError** » est une **Exception à définir**.
2. En effet, avec les contrôles définis dans la méthode **__init__**, on ne peut plus créer un intervalle mal formé. Toutefois, il est toujours possible à un programmeur d'écrire directement `a.borne_sup = -2`, ce qui mettra -2 dans la borne supérieure de l'intervalle. Modifier la portée des attributs `borne_inf` et `borne_sup` afin qu'ils ne soient visibles que depuis les méthodes de la classe, mais pas de l'extérieur. (private)
3. Pour modifier une valeur de l'intervalle, écrire dans la classe Intervalle une méthode **modif_borne_sup** qui permettra de protéger la borne supérieure en ne pouvant y écrire que des nombres supérieurs à la borne inférieure.
4. Ajoutez une méthode **modif_borne_inf** à la classe Intervalle. Faites attention à ce qu'une **valeur négative ne puisse pas être enregistrée**.
5. Écrivez deux méthodes d'accès **lire_inf(self)** et un **lire_sup(self)** qui retourneront les valeurs des bornes.
6. Écrire une méthode spéciale **__str__(self)** permettant de retourner **une chaîne indiquant les valeurs des deux bornes de l'intervalle**.
7. Écrire une méthode spéciale **__contains__(self, val)** qui teste si une valeur `val` **appartient ou non à l'intervalle** (utilisé par l'opérateur **in**).
8. Écrire une méthode spéciale **__add__(self, autre)** qui retourne un nouvel **Intervalle addition des deux intervalles**. Exemple : $[2,5] + [3,4] = [5,9]$.
9. Écrire une méthode spéciale **__sub__(self, autre)** qui retourne **un nouvel Intervalle soustraction des deux intervalles**.
10. Écrire une méthode spéciale **__mul__(self, autre)** qui retourne **un nouvel Intervalle multiplication des deux intervalles**. Exemple : $[2,5] * [3,4] = [6,20]$
11. Écrire une méthode spéciale **__and__(self, autre)** (&) qui retourne **l'intersection des deux intervalles** et « **None** » si leur **intersection est vide**. Exemple: $[2,5] \cap [3,6] = [3,5]$

Tp Global

Avancé

- Afin de mettre en pratique les compétences acquises lors du module « Programmation orienté objet », nous souhaitons modéliser en POO **un graphe** avec des **nœuds** et des **bords** comme le diagramme ci-dessous.
- Créez les classes nécessaires.
- Nous souhaitons réaliser une **application de planification de voyage**.
- Cette application modélisera un ensemble de **villes** ainsi que **les moyens de transport** possibles entre celle-ci.
- En utilisant **le diagramme ci-dessous**, ainsi que les classes créées dans la question 1, créez l'ensemble de classes nécessaires pour notre application.
- En utilisant la fonction `short_path` fourni dans le module suivant :
https://github.com/utopios/practice_python/blob/main/short_path.py
 - Trouvez le chemin **le plus rapide entre Lille et Lyon**.
 - Trouvez le chemin **le moins coutant entre Lille et Lyon**.



Merci pour votre attention

Des questions ?