



Bachelier en Informatique de Gestion

Programmation Orientée Objet

Enseignement supérieur économique de type court

Code FWB : 7525 21 U32 D3

Code ISFCE : 4IPO3



= BUROTIX ()

Table des matières

- Introduction
 - 00. Propos liminaires
 - 01. Programmation procédurale : rappel
- Concepts de Programmation Orientée Objet
 - 11. Programmation orientée objet : bases
 - 13. Programmation orientée objet : aspects avancés
 - 17. Patron de conception (design pattern)
- Applications de la POO
 - 21. Graphical User Interface



Partie 13 : Programmation Orientée Objet Aspects Avancés

Syllabus & Exercices



= BUROTIX ()

13. POO : Aspects Avancés

- 13-1 Manipulation d'objets
 - 13-11 Comparaison
 - 13-12 Opération
- 13-3 Association entre classes
 - 13-33 Association forte
 - 13-34 Association faible
 - 13-35 Assoc. bi-directionnelle
 - 13-37 Dépendance
- 13-5 Famille de classes
 - 13-51 Héritage
 - Taxonomie
 - Super-classe, sous-classe
- 13-52 Redéfinition
 - Class abstraite
 - Héritage simple
 - Héritage multi-niveau
 - Héritage hiérarchique
- 13-55 Polymorphisme
 - Surcharge
- 13-57 Héritage multiple
- 13-9 Révisions
 - 13-91 HTML builder



Chapitre 13-1 Manipulation d'objets

comparaison d'objets

opération sur les objets



= BUROTIX ()

Section 13-11 : Comparaison d'objets

__eq__

__gt__

__lt__

__ge__

__le__

__ne__



Egalité entre objets

```
class NokiaPhone :  
    def __init__(self,s,p,t) :  
        self.marque = "Nokia"  
        self.serie = s  
        self.poids = p  
        self.taille = t  
  
    ...  
  
    def __eq__(self, other) :  
        return (self.marque == other.marque) \  
                and (self.serie == other.serie) \  
                and (self.poids == other.poids) \  
                and (self.taille == other.taille)  
  
nokia_kim = NokiaPhone(5110,170,"132x47.5x31")  
nokia_tom = NokiaPhone(5110,170,"132x47.5x31")  
print(nokia_kim == nokia_tom)
```

True



Méthodes magiques

		Appelé “magiquement” par
<code>__init__</code>	<i>méthode d'initialisation</i>	le constructeur d'une classe
<code>__str__</code>	<i>conversion en string</i>	<code>str()</code> , <code>print()</code>
<code>__eq__</code>	<i>égalité</i>	<code>==</code>
<code>__lt__</code>	<i>inférieur à</i>	<code><</code>
<code>__ge__</code>	<i>supérieur ou égal à</i>	<code>>=</code>
<code>...</code>	<i>autres comparateurs</i>	<code><=</code> , <code>!=</code> , <code>></code> , ...



+ jour: int
+ mois: int
+ annee: int

Exo 13-11-03 : jouons avec les dates

- cf diagramme de classe UML ci-contre
- implémenter cette classe en Python, en privatisant les attributs.
- constructeur :
 - prévoir un dispositif pour éviter les dates impossibles (du genre 32/14/2020)
 - Génération d'une erreur : instruction **raise**
- méthode **__str__()**
 - afficher la date sous la forme "25 janvier 2023"
 - noms des mois définis comme attribut de classe à l'aide d'une liste
- Méthode **__repr__()**
 - afficher la date sous la forme "20230125"
- méthode **__lt__()**
 - comparer deux dates
 - **d1 < d2** renvoie **True** ou **False**
- Référence : <https://info.blaisepascal.fr/nsi-exercices-poo>



Exo 13-11-05 : Comparons des formes géométriques

- Posons que deux rectangles sont **égaux** ssi ils ont la **même largeur** et la **même longueur**.
- Ecrivez la classe **Rectangle** qui répond au test suivant :

```
r1 = Rectangle( 5 , 3 )  
r2 = Rectangle( 5 , 3 )  
r3 = Rectangle( 5 , 4 )  
print( r1 == r3 ) # False  
print( r1 == r2 ) # True
```

- Tuyau : définir la méthode magique **__eq__**



Exo 13-11-06 : Comparons des formes géométriques

- Posons que deux rectangles sont **égaux** ssi ils ont la **même surface**
- Ecrivez la classe **Rectangle** qui répond au test suivant :

```
r1 = Rectangle( 4 , 9 )  
r2 = Rectangle( 6 , 6 )  
r3 = Rectangle( 5 , 4 )  
print( r1 == r3 ) # False  
print( r1 == r2 ) # True
```



Exo 13-11-07 : Comparons des formes géométriques

- Posons qu'un rectangle R1 est **plus grand** qu'un rectangle R2 ssi la **surface** de R1 est **plus grande** que la **surface** de R2.
- Ecrivez la classe Rectangle qui répond au test suivant :

```
r1 = Rectangle( 4 , 9 )  
r2 = Rectangle( 6 , 6 )  
r3 = Rectangle( 5 , 4 )  
print( r1 >= r3 ) # True  
print( r1 == r2 ) # True
```

- Tuyau : définir la méthode magique **__ge__**

Section 13-12 : Opérateur

"surcharge d'opérateurs" __add__
 __sub__
 __mul__



Opérations sur les objets

- La **surcharge** d'opérateurs nous permet d'utiliser des opérateurs standards tels que $+$, $-$, $*$, \dots sur nos classes.
- Nous pouvons ainsi **additionner, soustraire, multiplier des objets** ... à condition d'avoir défini l'algorithme approprié.



Opérations sur les objets

- Référence : <https://www.cosmiclearn.com/lang-fr/python-overload.php>

Méthodes magiques

		Appelé “magiquement” par
<code>__add__</code>	<i>addition</i>	<code>+</code>
<code>__sub__</code>	<i>soustraction</i>	<code>-</code>
<code>...</code>	<i>autres opérateurs</i>	<code>*, //, /, %, **, ...</code>



Chapitre 13-3 Association entre classes

agrégation

composition

association directionnelle faible

association directionnelle forte

association bi-directionnelle

auto-association

dépendance



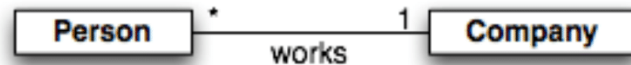
= BUROTIX ()

Association, composition, agrégation

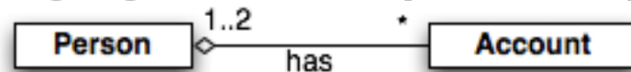
- Une **association** est une relation sémantique entre des classes qui définit un ensemble de liens.
 - Un homme est associé à sa femme
- Une **agrégation** est une association dans laquelle il y a un lien d'appartenance entre les deux objets associés (contenant/contenu, possession, ...).
 - Un homme possède un compte en banque
- Une **composition** (ou agrégation forte) est une agrégation dans laquelle la disparition du composite entraîne la disparition des composants.
 - Si un arbre meurt, ses feuilles ne servent plus à rien (on ne peut pas les mettre sur un autre arbre, au contraire de roues sur une voiture)
- Il s'agit surtout d'une différence sémantique qui impliquera des changements dans votre implémentation au niveau du cycle de vie des objets.

Association, composition, agrégation

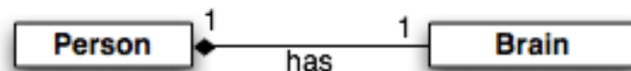
Association : Une personne travaille pour une et une seule compagnie



Agrégation : Une personne possède entre 0 et n comptes

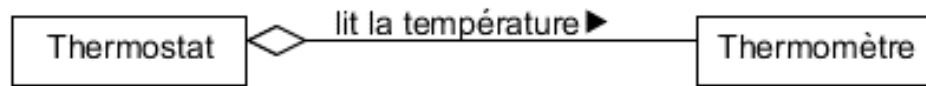


Composition : Une personne a un et un seul cerveau

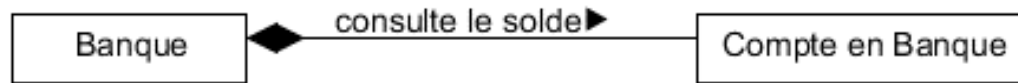


- Cardinalités :
 - *, n, m..*, où $n > 0$ et $m \geq 0$
 - Par défaut, la cardinalité est un.
 - Dans une composition, la cardinalité du côté de l'agregat ne peut être que 1 ou 0..1
- Le nom de l'association est facultatif

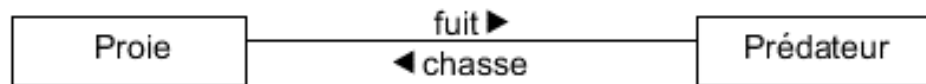
Associations entre classes



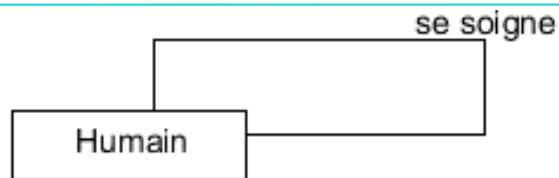
- association directionnelle faible; agrégation
 - objet « thermostat » contient objet « thermomètre »



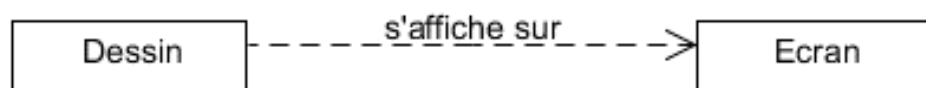
- association directionnelle forte; composition
 - objet « banque » détruit => objet « compte en banque » détruit



- association bidirectionnelle
 - réciprocity



- auto-association
 - l'objet s'utilise lui-même (pour une autre fonction)



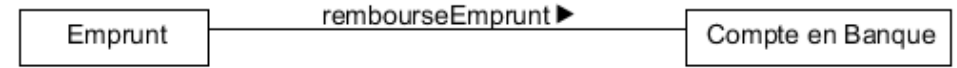
- dépendance
 - méthode « s'affiche sur » exige argument : objet « écran »

Il s'agit ici de **sémantique**, et non de POO !



= BUROTIX ()

Messages entre objets



- Le « message » est un outil de communication entre objets.
- « Message » car il y a
 - Expéditeur
 - Destinataire
- Tous les objets peuvent collaborer entre eux en s'envoyant des messages.
- Développer une application "OO" consiste en :
 - définir un réseau de classes, donc d'objets
 - chacun chargé d'une tâche spécifique
 - en interactions par message
 - soit locaux
 - soit via internet
 - formant un tissu de relations



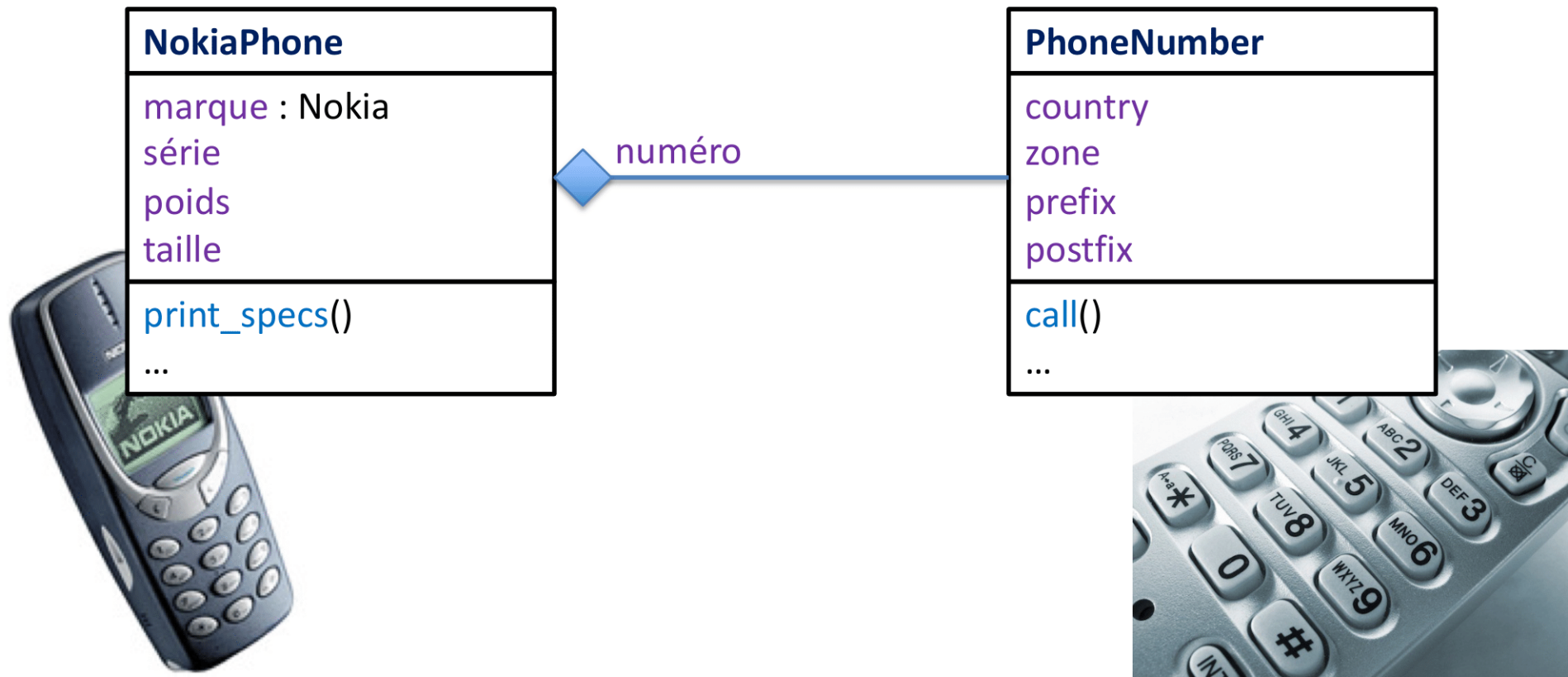
Section 13-33 : Association directionnelle forte



Composition de classes

Une classe peut être composée d'une autre.

Un objet peut contenir (une référence vers) un autre.



Composition de classes

```
class PhoneNumber :
```

```
def __init__(self,c,z,pr,po):  
    self.country = c  
    self.zone = z  
    self.prefix = pr  
    self.postfix = po
```

```
def call(self):
```

code pour appeler ce numéro de téléphone

```
def __str__(self):
```

```
    return "+{}(0){}/{}{}".format(self.country,  
                                    self.zone,self.prefix,self.postfix)
```

```
my_number = PhoneNumber(32,10,4,79111)  
print(my_number) ➔ +32(0)10/479111
```

PhoneNumber
country zone prefix postfix
call() __str__()



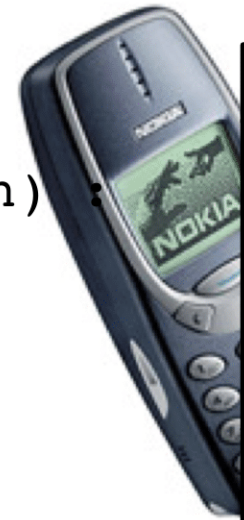
Composition de classes

```
class NokiaPhone :  
    def __init__(self,s,p,t,n) :  
        self.marque = "Nokia"  
        self.serie = s  
        self.poids = p  
        self.taille = t  
        self.numero = n
```

...

```
def print(self)  
    self.print_specs()  
    print(self.numero)
```

```
my_phone = NokiaPhone(5110,170,"132x48x31",my_number)
```



NokiaPhone	
marque	Nokia
série	
poids	
taille	
numero	
...	
print ()	

Nouvel attribut

Nouvelle méthode



Exo 13-33-07 : Banque

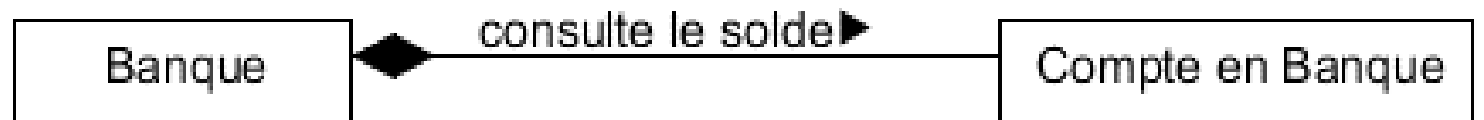
```
b = Banque("Belfius")  
b.ajouter_compte("Kim")  
b.ajouter_compte("Sandra")  
print(b)
```

```
banque de nom : Belfius  
compte de Kim  
compte de Sandra
```

```
b = None
```

```
compte de Kim détruit  
compte de Sandra détruit  
banque détruite
```

- Ecrivez les classes **Banque** et **Compte** correspondant à ce scénario.
- Remarque : le code appelant ne crée pas les objets **Compte**.

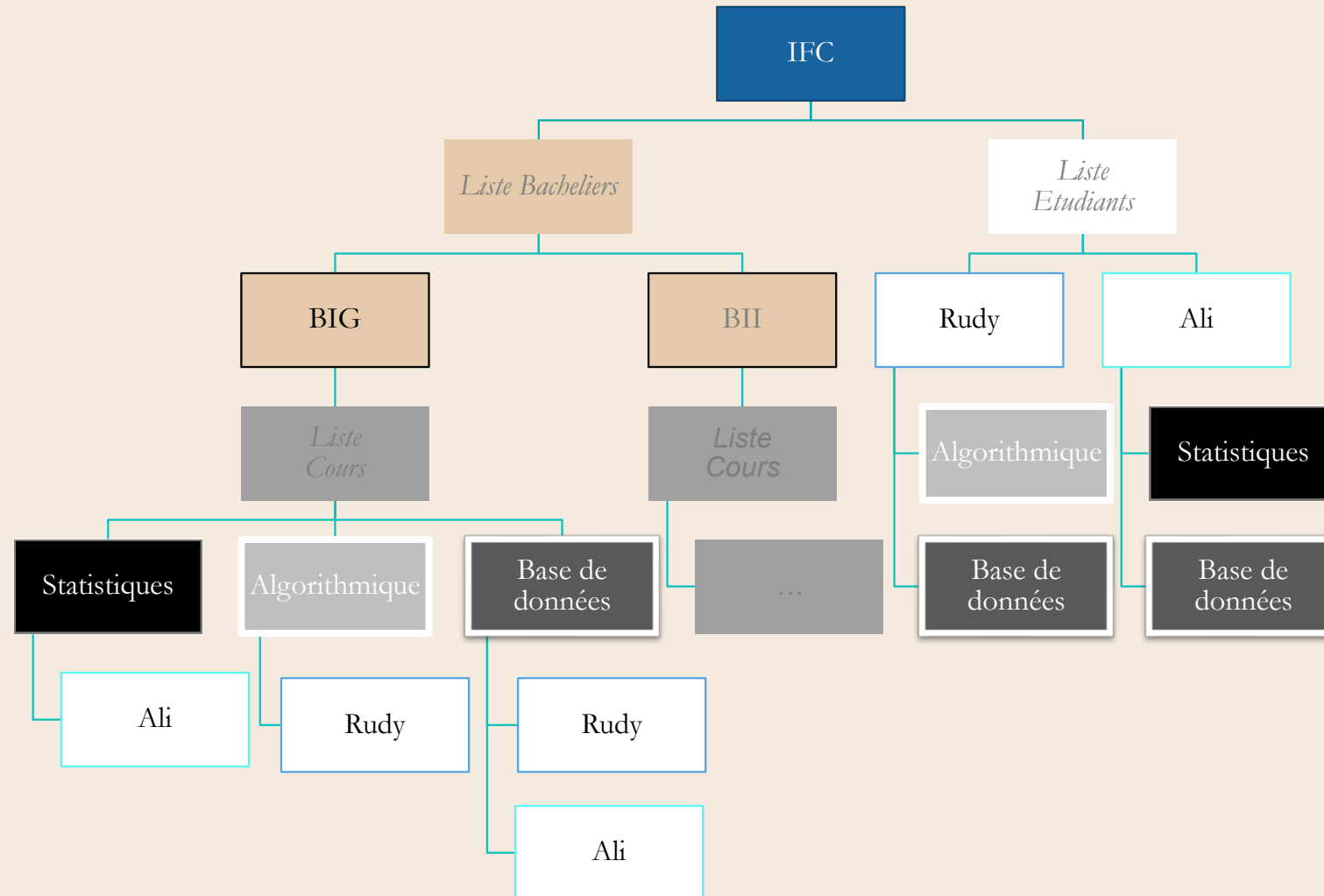


Exo 13-33-09 : École

- Ecrivez le POO d'une école
 - L'école organise des bacheliers, ceux-ci constitués d'un ensemble de cours.
 - L'école organise un cours dans un bachelier en y inscrivant les étudiants.
 - Un étudiant peut se désinscrire d'un cours.
 - L'école peut renvoyer un étudiant.
 - L'école peut supprimer un cours.
 - Cf schéma, slide suivant
- Scénario d'utilisation
 - Créer une école "IFC".
 - Créer un bachelier "BIG" avec trois cours:
 - Statistiques
 - Algorithmique
 - Database
 - Créer deux étudiants : Rudy et Ali.
 - Créer l'inscription de chaque étudiant à deux cours.
 - Rudy : algorithmique, database
 - Ali : database, statistiques
 - Imprimer l'état des inscriptions dans le bachelier BIG
 - par cours
 - par étudiant
 - Supprimer le cours d'Algorithmique.
 - Désinscrire l'étudiant Rudy du cours de Database
 - Renvoyer l'étudiant Ali.
 - Ajouter l'étudiant Youssef, inscrit à tous les cours.
 - Imprimer l'état des inscriptions.



Exo 13-33-09 : École



Exo 13-33-09 : École

nom : IFC

liste bacheliers:

bachelier : BIG

cours : statistiques

student : Rudy

student : Ali

cours : algorithmique

student : Rudy

cours : database

student : Rudy

student : Ali

bachelier : BII

cours : interface

cours : électronique

student : Rudy

liste étudiants:

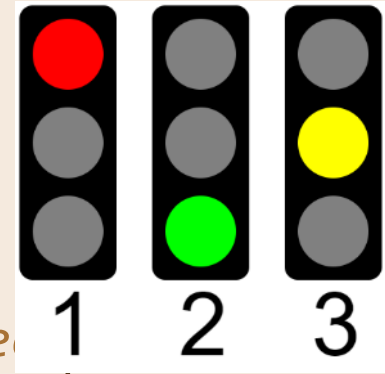
student : Rudy : algorithmique, database,
électronique, statistiques

student : Ali : database, statistiques

Section 13-34 : Association directionnelle faible



Exo 13-34-11 : one light, one car



- Programmez un feu de signalisation lié à une voiture autonome

- Définissez la classe **Light**
- Définissez la classe **Car**
- Le feu commande la voiture

(méthodes **start**, **stop**)

- Corrigés : 3 versions
 - attributs publics
 - attributs privés, get/set classique
 - attributs privés, get/set décorateur)

- Output

Light: RED, follow Peugeot
Peugeot: waiting green light
Light: GREEN, follow Peugeot
Peugeot: running on the road

Light: YELLOW; follow Peugeot
Peugeot : running on the road
Light : RED, follow Peugeot
Peugeot : waiting green light
Light : GREEN, follow Peugeot
Peugeot : running on the road

- Input

```
voiture_A = Car("Peugeot")  
feu01 = Light(voiture_A)  
print(fe01)  
print(voiture_A)  
for i in range(4):  
    feu01.change()  
    print(fe01)  
    print(voiture_A)
```



Exo 13-34-13 : two cars on the road



■ Deux voitures autonomes

- Classe **Car**
- Une voiture A est déclarée, en position 0 km, avec vitesse 120 km/h.
- Une voiture B est déclarée, en position 10 km, avec vitesse 60 km/h.
- Les deux voitures sont amies et liées.
- Elles démarrent en même temps et vérifient à chaque instant laquelle est devant l'autre.

■ Input

```
# on déclare la voiture A
voiture_A = Car("A")
voiture_A.speed = 120
# on déclare la voiture B
voiture_B = Car("B", 10)
voiture_B.speed = 60
# on lie les deux voitures
voiture_B.friend = voiture_A
voiture_A.friend = voiture_B
print(voiture_A)
print(voiture_B)
for i in range(6):
    # les voitures se mettent à rouler
    # duration = 1/12 h = 5 min
    voiture_A.duration = 1/12
    voiture_B.duration = 1/12
    print(voiture_A)
    print(voiture_B)
```



= BUROTIX ()

Exo 13-34-13 : two cars on the road



■ Output

A: 120km/h, 0.0h, 0.0km, B beyond me
B: 60km/h, 0.0h, 10.0km, A behind me

A: 120km/h, 0.1h, 10.0km, B beyond me
B: 60km/h, 0.1h, 15.0km, A behind me

A: 120km/h, 0.2h, 20.0km, B beyond me
B: 60km/h, 0.2h, 20.0km, A beyond me

A: 120km/h, 0.2h, 30.0km, B behind me
B: 60km/h, 0.2h, 25.0km, A beyond me

A: 120km/h, 0.3h, 40.0km, B behind me
B: 60km/h, 0.3h, 30.0km, A beyond me

A: 120km/h, 0.4h, 50.0km, B behind me
B: 60km/h, 0.4h, 35.0km, A beyond me

A: 120km/h, 0.5h, 60.0km, B behind me
B: 60km/h, 0.5h, 40.0km, A beyond me

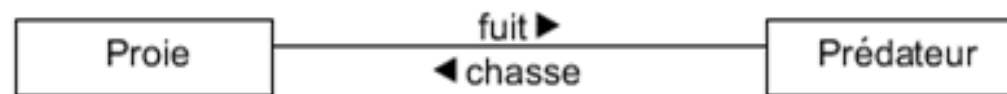
Section 13-35 : Association bi-directionnelle



Exo 13-35-23 : Jungle



- Ecrivez les classes **Prey** et **Predator** correspondant à ce scénario.
- Un seul prédateur et une seule proie.
- Remarque : le code appelant, que l'on pourrait comparer à la jungle, crée les objets **Predator** et **Prey**.



Exo 13-35-23 : Jungle

■ INPUT

```
lion = Predator(0) position 0
buffle = Prey(100) position 100
lion.set_prey(buffle)
buffle.set_predator(lion)
while True:
    lion.move_to_prey()
    buffle.escape()
    if lion.prey_caught:
        print("Bon appétit !")
        break
```

■ OUTPUT

```
predator : 10 / prey : quiet 100
predator : 20 / prey : quiet 100
...
predator : 80 / prey : escaping 105
predator : 90 / prey : escaping 110
predator : 100 / prey : escaping 115
predator : 110 / prey : escaping 120
predator : 120 / predator caught prey
```



0



100



= BUROTIX 0

Exo 13-35-24 : Jungle

- Ecrivez les classes **Water**, **Prey** et **Predator** correspondant aux spécifications suivantes :
 - Un lac se trouve à 150m, une proie à 100m et un prédateur à 0m.
 - Le lac contient une réserve d'eau infinie.
 - Les animaux se déplacent à leur rythme vers le lac (cf figure).
 - Quand un animal rencontre le lac, il s'y arrête pour y boire.
 - Le prédateur voit la proie quand celle-ci est à moins de 50m, et se met alors à courir vers elle pour l'attraper.
 - La proie voit le prédateur quand celui-ci est à moins de 25m, et se met alors à fuir.
 - Boire ou fuir, il faut choisir ... la fuite. ;-)



Section 13-37 : Dépendance



Exo 13-37-03 : afficher un point

- Point de départ : la classe **Point**
- On veut afficher un objet **Point** de deux manières
 - Soit textuel
 - Soit graphique
- On crée un objet spécifiquement dédié à l'affichage
 - Soit instance de **class TextOutput**,
 - Soit instance de **class GraphicalOutput**
 - Classe basée sur le module **Tkinter**
- Télécharger et faire tourner 13-37-03.py



Exo 13-37-03 : les deux outputs

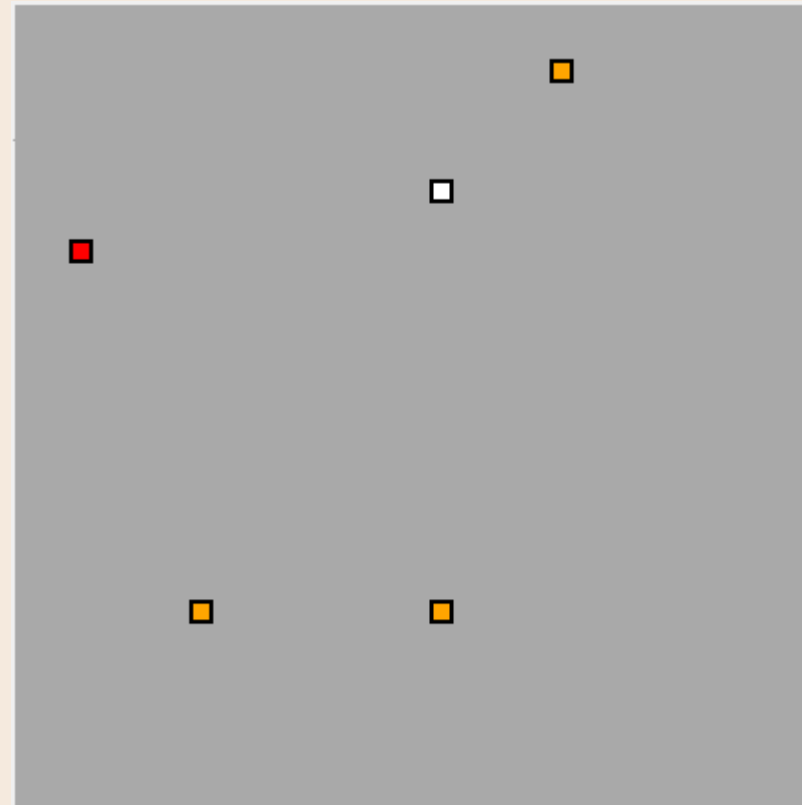
Output ? 1 pour texte, 2 pour graphique [1](#)

Point(9,2) ; distance à l'origine = 9.22
Point(3,7) ; distance à l'origine = 7.62
Point(5,5) ; distance à l'origine = 7.07
Point(9,5) ; distance à l'origine = 10.30
Point(1,10) ; distance à l'origine = 10.05

Point(11,2) ; distance à l'origine = 11.18
Point(5,7) ; distance à l'origine = 8.60
Point(7,5) ; distance à l'origine = 8.60
Point(11,5) ; distance à l'origine = 12.08
Point(3,10) ; distance à l'origine = 10.44

...

Output ? 1 pour texte, 2 pour graphique [2](#)



= BUROTIX ()

Exo 13-37-03 : principes

- objets **TextOutput** et **GraphicalOutput**
 - Ils gèrent l'affichage
 - Initialisé dans `.__init__()`
 - Ils bufferisent les objets **Point** à afficher
 - méthode `.append()`
 - Tout s'affiche en une fois avec `print()`
 - méthode magique `.__str__()`
- objet **Point**
 - Il est défini par deux coordonnées **x** et **y** modifiables.
 - Méthodes `.__init__()` et `.forward()`
 - L'output est fourni en paramètre à la création de l'objet.
 - Il ne se préoccupe plus de son affichage.
 - Plus de méthode magique `.__str__()`



Chapitre 13-5 Famille de classe

Taxonomie

Héritage

Types d'héritage

Polymorphisme

Class abstraite

Héritage multiple



= BUROTIX ()

Section 13-51 : Héritage

taxonomie

À lire

parent

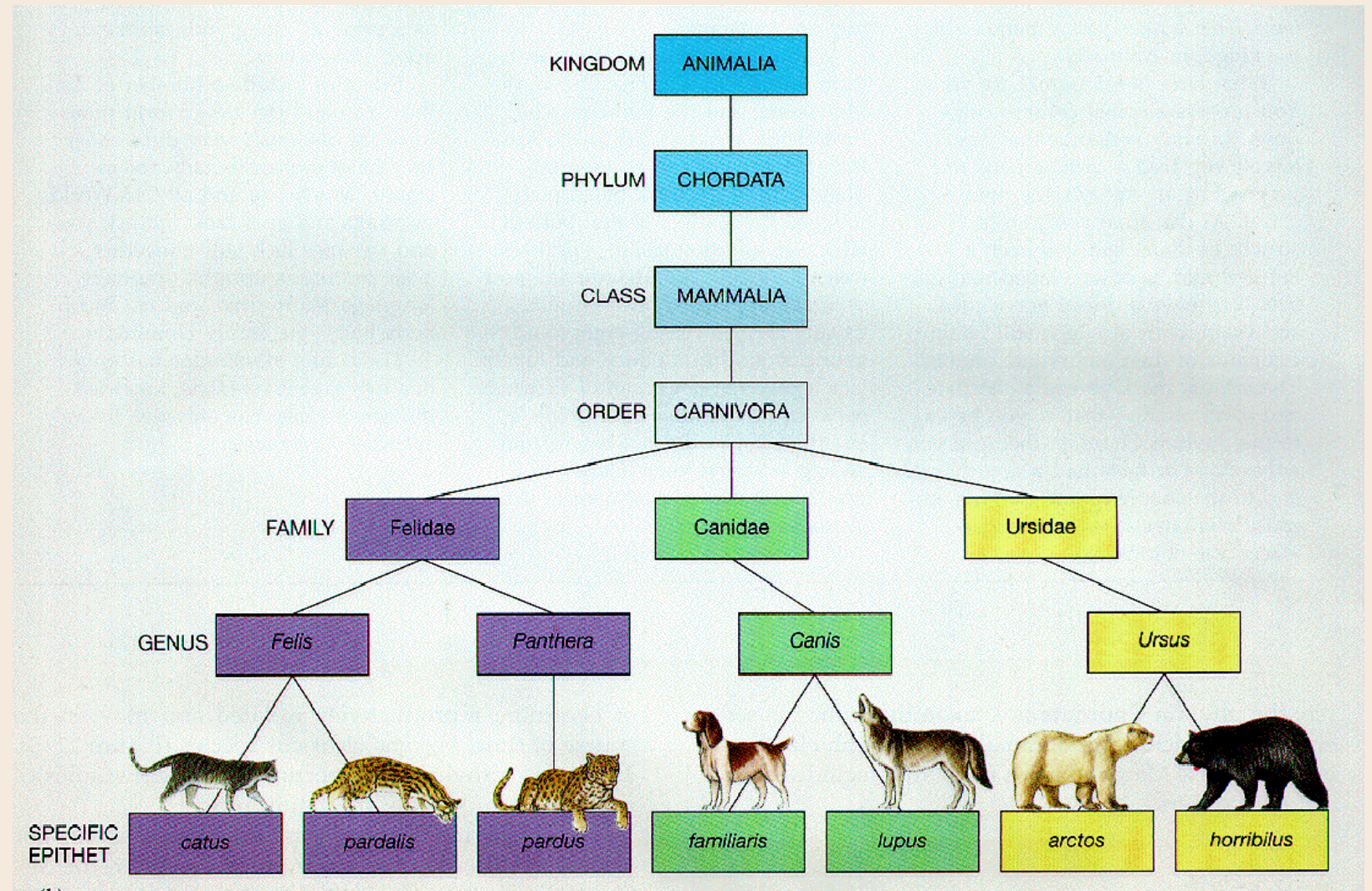
enfant



= BUROTIX ()

Taxonomie

L'héritage permet une représentation taxonomique des classes.



Héritage

L'**héritage** est un des concepts les plus importants de la programmation orientée objet.

Permet de créer une nouvelle classe à partir d'une classe existante.

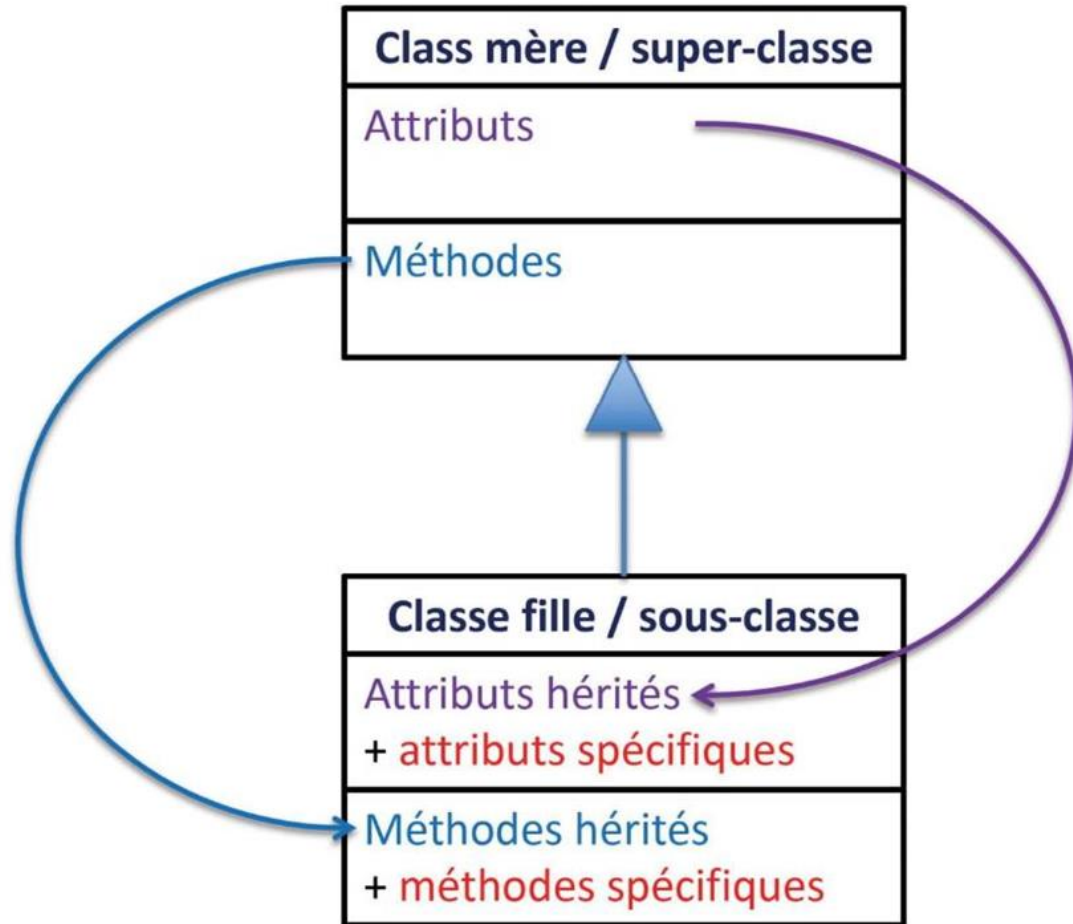
La nouvelle classe “hérite” tous les attributs et méthodes de la classe existante.

Terminologie:

la classe existante = **super-classe** ou **classe mère**

la nouvelle classe = **sous-classe** ou **classe fille**

Héritage



Avantages et inconvénients de l'héritage

- Avantages de l'héritage
 - Économie de représentation
 - Clarification du problème
 - Ré-emploi
 - Stabilité
 - Framework de développement
- Inconvénients de l'héritage
 - Dispersion du code
 - Lisibilité affaiblie

Exo 13-51-01 : le compte en banque

"Renaissance"

- A la Renaissance, on ne pouvait que déposer ou retirer de l'argent à la banque
- Class "Compte"
 - Attributs
 - Titulaire
 - Solde
 - Méthodes
 - Déposer()
 - Retirer()

■ Scénario

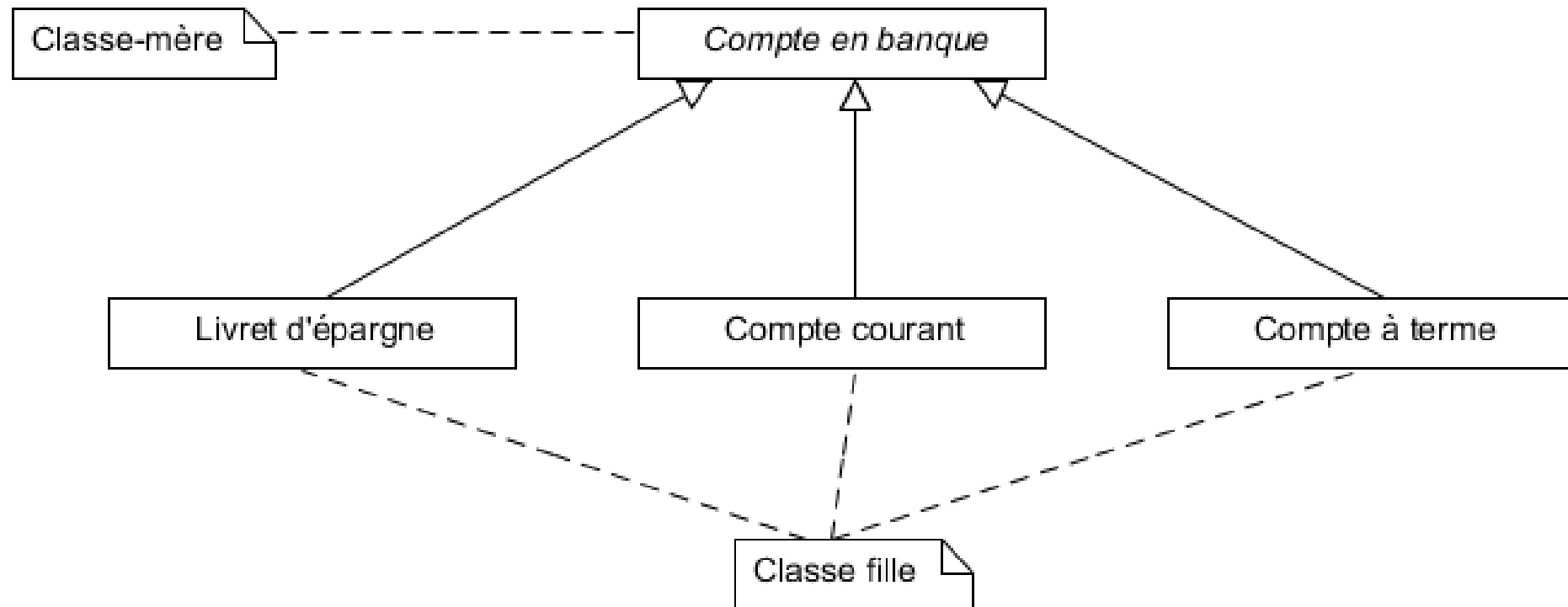
```
kim_c = Compte("Kim")  
kim_c.deposer(1000)  
print(kim_c)
```

■ Output

```
owner : Kim;  
balance : 1000
```

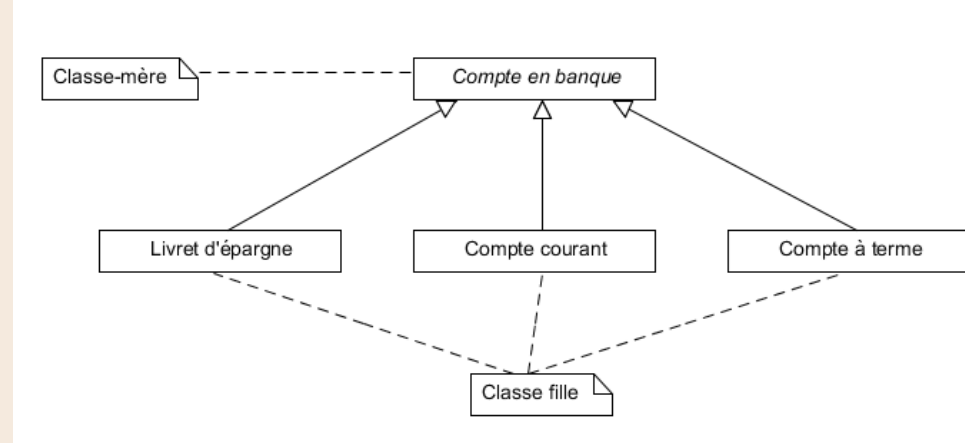


Héritage

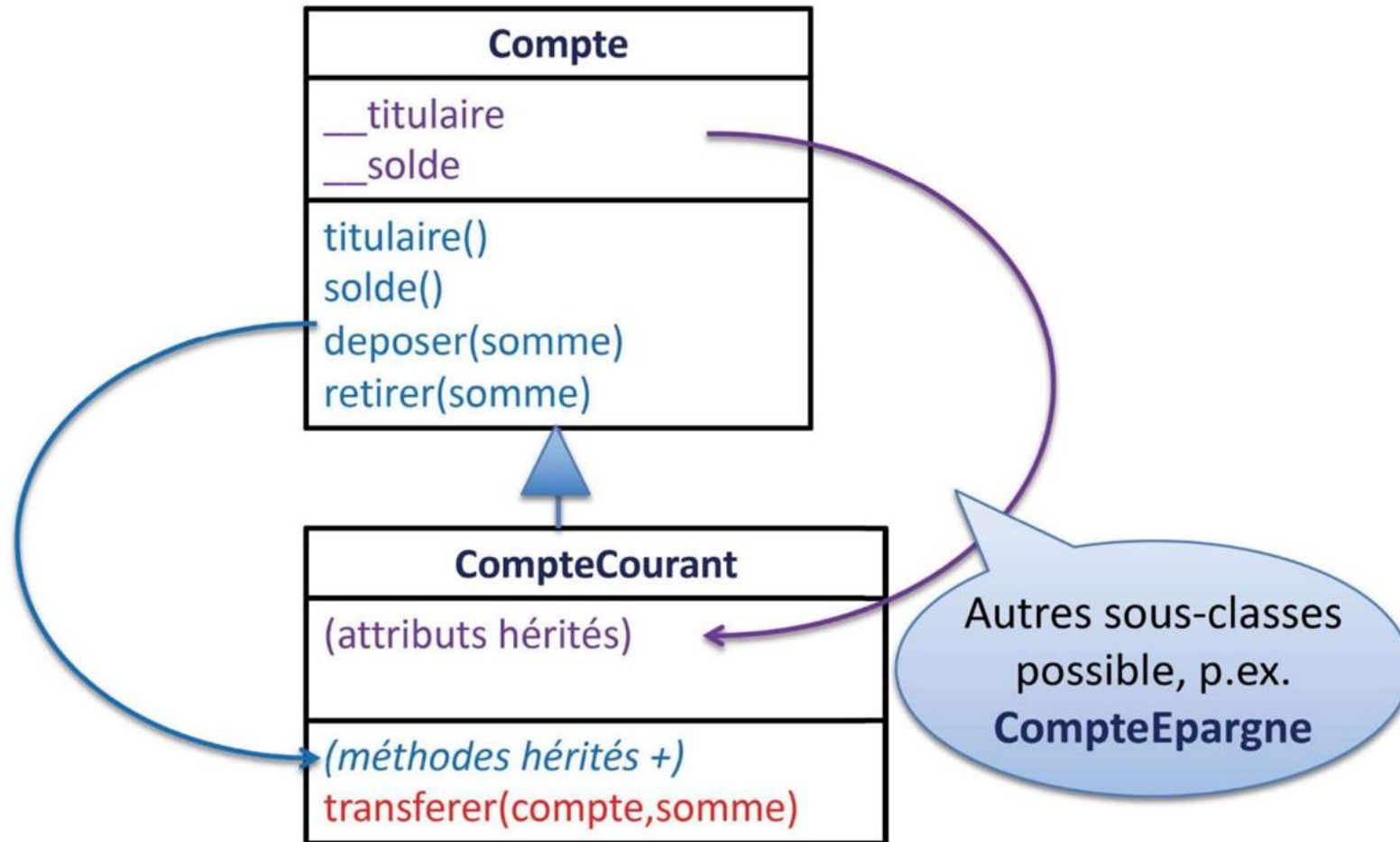


Héritage

- classe-mère
 - « Compte en banque »
- classes-filles
 - « Livret d'épargne », « compte courant » et « compte à terme »
- Les classes-filles héritent de tous les attributs et méthodes de la classe-mère
 - par exemple, le livret d'épargne comme le compte courant et le compte à terme ont tous un solde.
- Les classes-filles vont par contre implanter des attributs et méthodes plus spécialisées.
 - par exemple, le livret d'épargne a un taux d'intérêt plus élevé que le compte courant
 - ou, le livret ne peut jamais avoir un solde négatif.



Exemple



Héritage

sous-classe

```
class Comptecourant(Compte) :  
  
    def transferer(self, compte, somme) :  
        res = self.retirer(somme)  
        if res != "Solde insuffisant"  
            compte.deposer(somme)  
        return res
```

super-classe

méthode
ajoutée

appel à une
méthode héritée

Héritage

```
class CompteCourant(Compte) :  
  
    def transferer(self,compte,somme) :  
        res = self.retirer(somme)  
        if res != "Solde insuffisant" :  
            compte.deposer(somme)  
        return res
```

```
compte_kim = CompteCourant("Kim")  
compte_charles = CompteCourant("Charles")  
compte_kim.deposer(100)  
compte_kim.transferer(compte_charles,50)  
  
compte_kim.solde()      → 50  
compte_charles.solde() → 50  
compte_kim.transferer(compte_charles,60)  
                        → Solde insuffisant
```

Exo 13-51-02 : le compte en banque moderne

- Le compte en banque moderne permet également de transférer de l'argent sur un autre compte.
- Class "CompteCourant"
 - Enfant de "Compte"
 - Méthode
 - `.transférer()`

■ Scénario

```
kim_c = Compte("Kim")  
kim_c.deposer(1000)  
glo_c = Compte("Glo")  
kim_c.transférer(glo_c, 150)  
print(kim_c)  
print(glo_c)
```

■ Output

```
owner:Kim; balance:850  
owner:Glo; balance:150
```



Section 13-52 : Redéfinition des attributs et des méthodes

Attributs hérités

Méthodes héritées

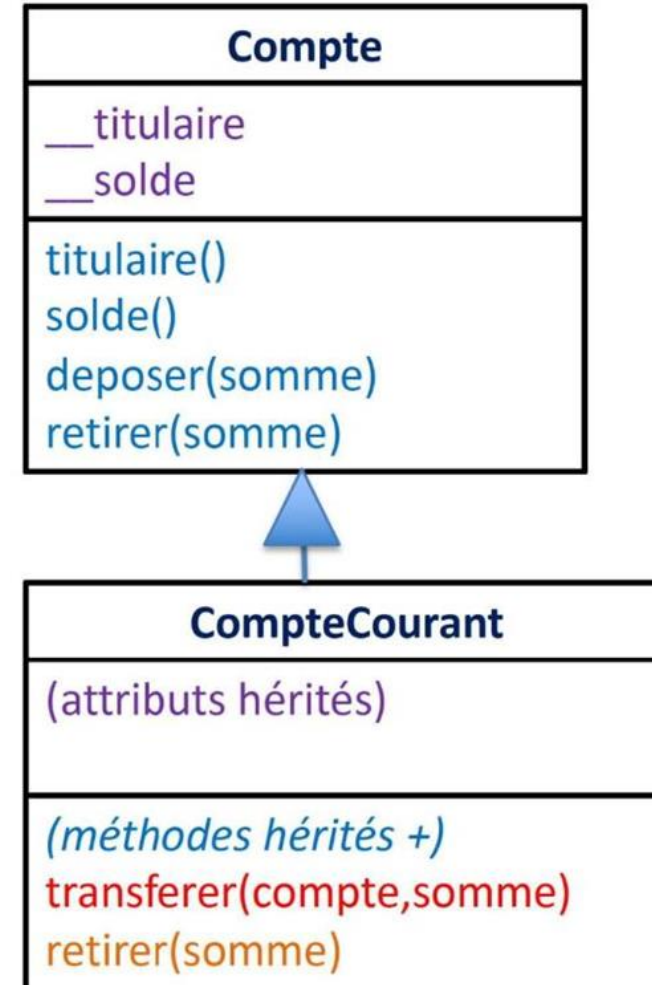
Super()



= BUROTIX ()

Redéfinition

Avec l'héritage on peut aussi redéfinir les attributs ou méthodes d'une super-classe



Héritage

```
class Comptecourant(Compte) :  
    __frais_retirer = 0.10  
  
    def transferer(self,compte,somme) :  
        ...  
  
    def retirer(self, somme):  
        frais = __frais_retirer  
        return Compte.retirer(self,somme+frais)
```

Ajout d'une nouvelle
variable de classe

Redéfinition d'une
méthode d'instance

appel à la
méthode héritée dans
la super-classe

Héritage

```
class Comptecourant(Compte) :  
    __frais_retirer = 0.10  
  
    def transferer(self,compte,somme) :  
        ...  
  
    def retirer(self, somme):  
        frais = __frais_retirer  
        return Compte.retirer(self,somme+frais)
```

```
compte_kim = Comptecourant("Kim")  
compte_kim.deposer(1000)    ➔ 1000  
compte_kim.retirer(10)      ➔ 989.9  
compte_kim.retirer(10)      ➔ 979.8
```



Exo 13-52-03 : le compte en banque moderne, avec frais de retrait

- Des frais de 1 € par retrait ou transfert sont comptés.
- Class "CompteCourant"
 - Attribut
 - Frais = 1 €

■ Scénario

```
kim_c = CompteCourant("Kim")
kim_c.deposer(1000)
glo_c = CompteCourant("Glo")
kim_c.transférer(glo_c, 150)
kim_c.retirer(200)
print(kim_c)
print(glo_c)
```

■ Output

```
owner:Kim; balance:648
owner:Glo; balance:150
```



Héritage

```
class Comptecourant(Compte) :  
    __frais_retirer = 0.10  
  
    def transferer(self, compte, somme) :  
        ...  
  
    def retirer(self, somme):  
        frais = __frais_retirer  
        return Compte.retirer(self, somme+frais)
```

Pourquoi pas?

```
def retirer(self, somme):  
    RecursionError: maximum recursion depth exceeded  
    return self.retirer(somme+frais)
```



Appel à super()

```
class Comptecourant(Compte) :  
    __frais_retirer = 0.10  
  
    def transferer(self,compte,somme) :  
        ...  
  
    def retirer(self, somme):  
        frais = __frais_retirer  
        return Compte.retirer(self,somme+frais)
```

Meilleure
solution

```
def retirer(self, somme):  
    frais = __frais_retirer  
    return super().retirer(somme+frais)
```



super()

- `super()` permet de référer à une classe mère sans devoir la nommer explicitement.
- Souvent utiliser pour étendre une méthode de la super-classe, par exemple:

```
retirer(somme)
```

```
__init__
```

```
__str__
```


super()

```
class Comptecourant(Compte) :  
    __frais_retirer = 0.10  
  
    def __init__(self, titulaire, banque) :  
        super().__init__(titulaire)  
        self.__banque = banque  
  
    def __str__(self) :  
        return super().__str__() +  
            "; banque = " + self.__banque  
  
    ...
```

```
compte_kim = Comptecourant("Kim", "ING")  
print(compte_kim)  
Compte de Kim : solde = 0; banque = ING
```

Python `super()` function

- Dans la classe `enfant`, nous pouvons faire référence à la classe `parent` en utilisant la fonction `super()`.
- La fonction `super()` renvoie un objet temporaire de la classe parent qui nous permet d'appeler une `méthode de classe parent` à l'intérieur d'une `méthode de classe enfant`.
- Avantages
 - Le programmeur ne doit pas mentionner explicitement le nom de la classe parente pour accéder à ses méthodes.
 - Utilisation dans les héritages simples et multiples.
 - Réutilisation du code

Exo 13-52-05a : Python `super()` function

```
class Company:
    def company_name(self):
        return 'Google'

class Employee(Company):
    def info(self):
        Calling the superclass method using super()function
        c_name = super().company_name()
        print("Jessa works at", c_name)
```

Creating object of child class

```
emp = Employee()
emp.info()
```

OUTPUT

Jessa works at Google



Exo 13-52-05b : le compte en banque moderne, avec frais de retrait + super()

- Reprendre exo 13-03-03
- Class "CompteCourant"
 - Implanter `super()`

- Scénario (inchangé)

```
kim_c = Compte("Kim")
kim_c.deposer(1000)
glo_c = Compte("Glo")
kim_c.transférer(glo_c, 150)
kim_c.retirer(200)
print(kim_c)
print(glo_c)
```

- Output

```
owner:Kim; balance:648
owner:Glo; balance:150
```



Section 13-53 : Héritage varié ...

Single inheritance

Hybrid Inheritance

Multilevel inheritance

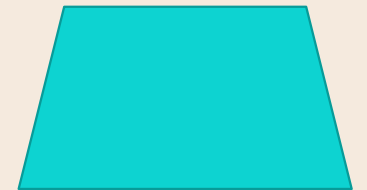
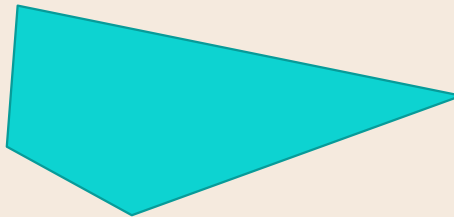
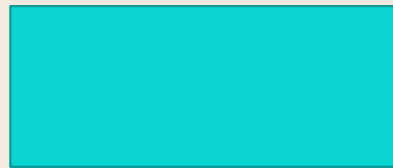
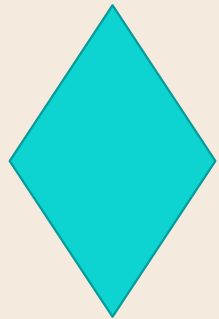
Hierarchical Inheritance



= BUROTIX ()

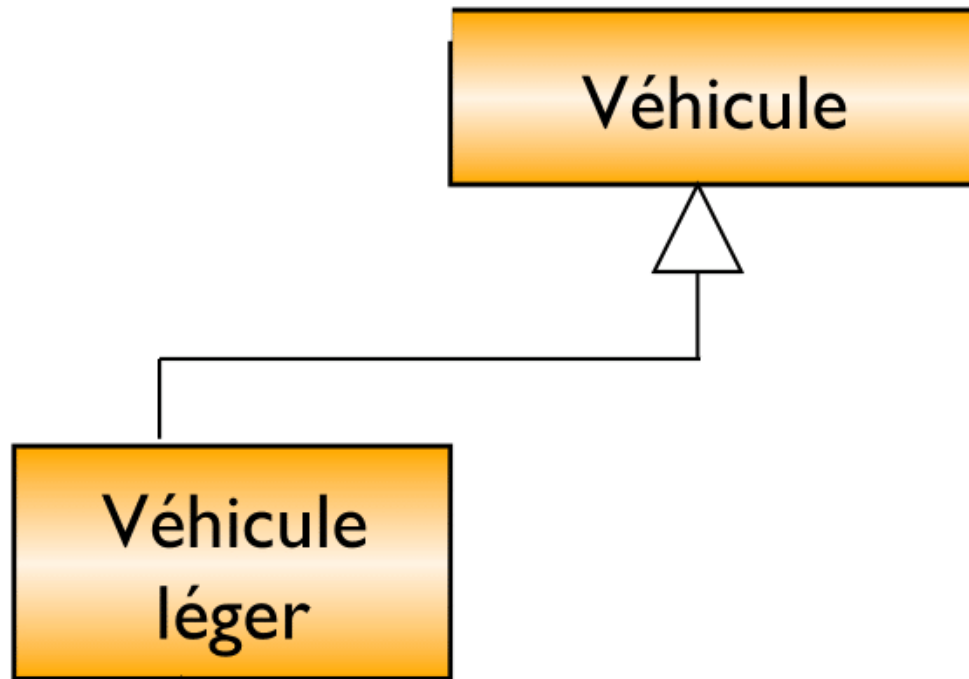
Exo 13-53-07 : les quadrilatères

- Comment classer ces quadrilatères ?
- Raisonnement :
 - Question : *forme 1* est-elle une *forme 2* ?
 - Si oui : alors *forme 1* hérite de *forme 2*



Héritage en Python : Single inheritance

- Une classe enfant hérite d'une classe monoparentale.



Exo 13-53-08a : single inheritance

Base class

```
class Vehicle:  
    def vehicle_info(self):  
        print('Vehicle')
```

Child class

```
class Car(Vehicle):  
    def car_info(self):  
        print('Car')
```

Create object of Car

```
car = Car()  
access Vehicle's info  
using car object  
car.vehicle_info()  
car.car_info()
```

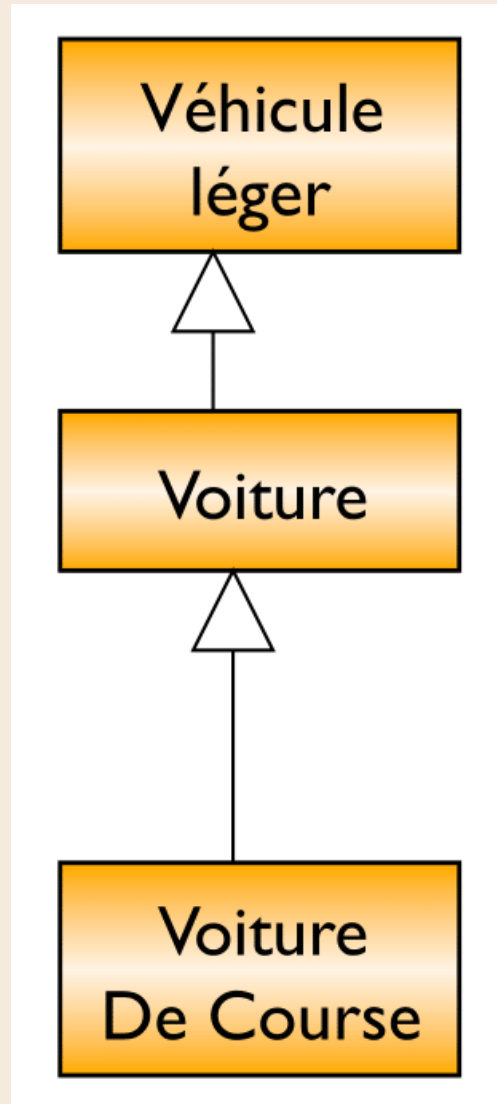
OUTPUT

Vehicle class

Car class



Héritage en Python : Multilevel inheritance



- Une classe hérite d'une classe enfant.
- Supposons trois classes A, B, C.
 - A est la superclasse
 - B est la classe enfant de A
 - C est la classe enfant de B.
- "chaîne de classes" ou "héritage à plusieurs niveaux"



Exo 13-53-08b : multilevel inheritance

Base class

```
class Vehicle:
    def vehicle_info(self):
        print('Vehicle')
```

Child class

```
class Car(Vehicle):
    def car_info(self):
        print('Car')
```

Child class

```
class SportsCar(Car):
    def sports_car_info(self):
        print('SportsCar')
```

Create object of SportsCar

```
s_car = SportsCar()
# access Vehicle's and Car info
using SportsCar object
s_car.vehicle_info()
s_car.car_info()
s_car.sports_car_info()
```

OUTPUT

Vehicle class

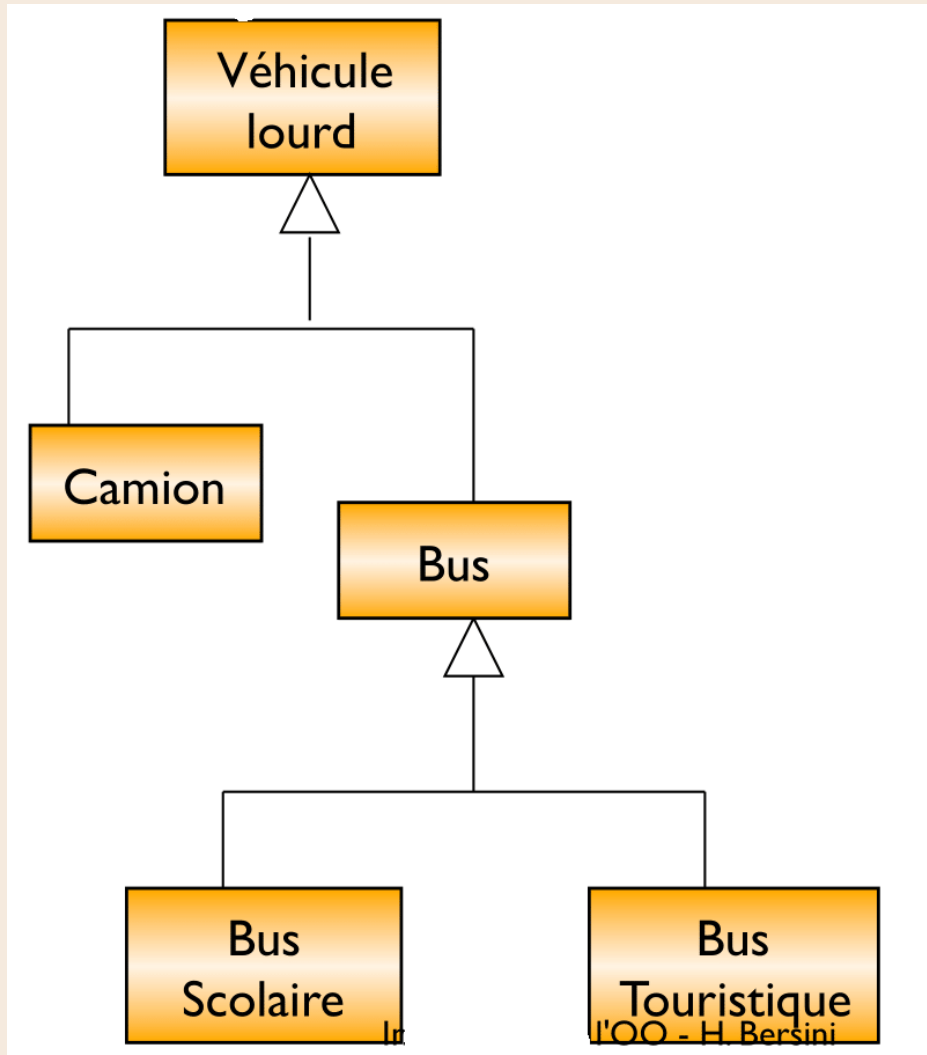
Car class

SportsCar class



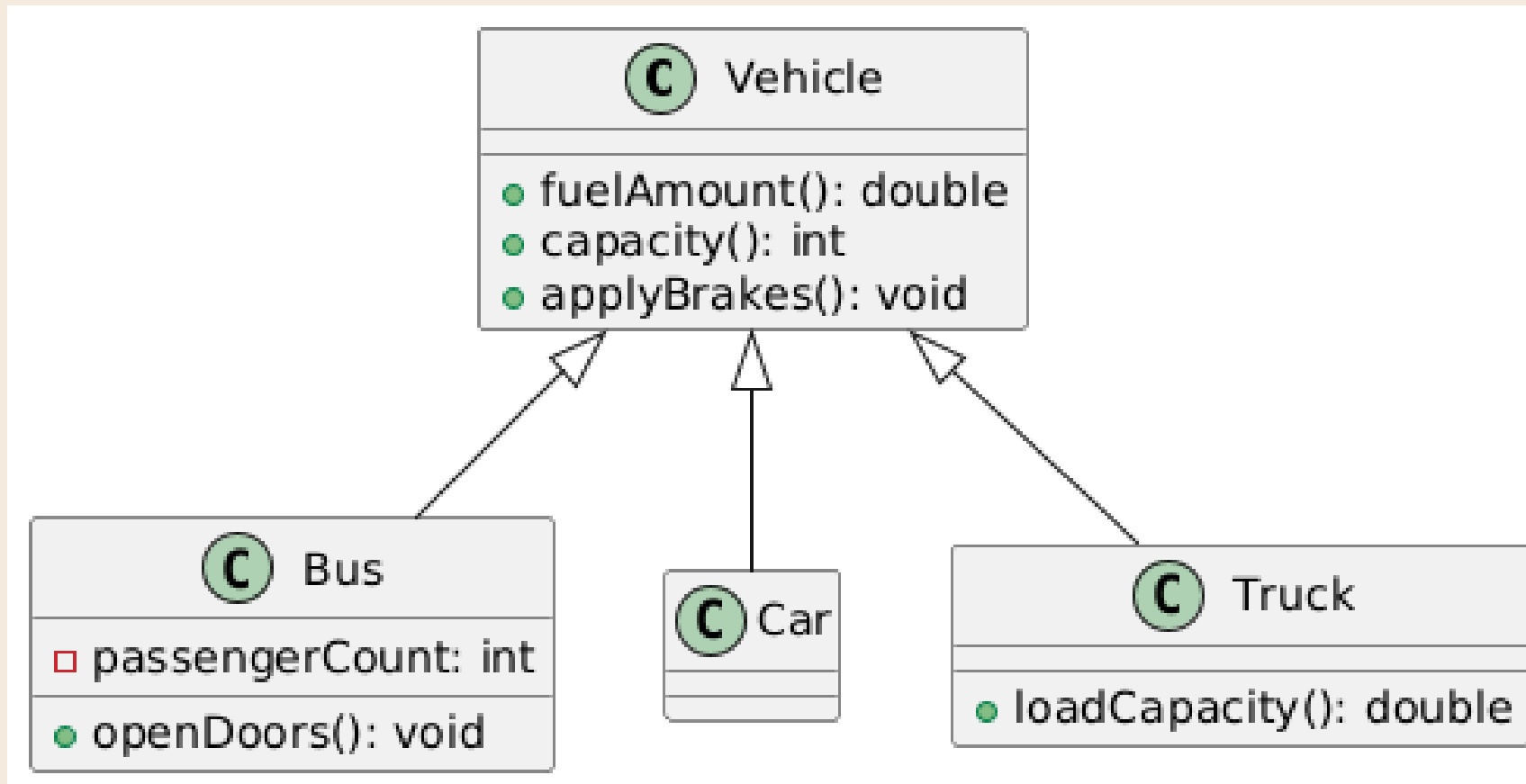
= BUROTIX ()

Héritage en Python : Hierarchical inheritance



- Plus d'une classe enfant est dérivée d'une seule classe parent.
- Il y a une classe parent et plusieurs classes enfants.

Exo 13-53-08c : hierarchical inheritance



Exo 13-53-08c : hierarchical inheritance

```
class Vehicle:  
    def info(self):  
        print("This is Vehicle")
```

```
class Car(Vehicle):  
    def car_info(self, name):  
        print("Car is:", name)
```

```
class Truck(Vehicle):  
    def truck_info(self, name):  
        print("Truck is:", name)
```

```
obj1 = Car()  
obj1.info()  
obj1.car_info('BMW')  
obj2 = Truck()  
obj2.info()  
obj2.truck_info('Ford')
```

OUTPUT

```
This is Vehicle  
Car name is: BMW  
This is Vehicle  
Truck name is: Ford
```



Attributs "protégés" vs public ou privé

- Attribut public
 - accessible depuis tous les objets, en dehors de la classe
`frais_retrait = 0`
 - Attribut privé
 - accessible seulement dans sa propre classe
`__codedacces = "abcd"`
 - Attribut protégé
 - accessible seulement dans sa classe et les classes enfants
`_type = "Renaissance"`
- Sample: exo 13-03-09a
 - Implémentation différente suivant le langage :
 - Python : attributs protégés émulés (non implantés)
 - Java, PHP : attributs protégés implantés
 - Les discussions perdurent entre les "pro" et les "con" des attributs protégés



Exo 13-53-09b : les comptes en banque modernes : c-courant, c-épargne

- Le retrait d'argent suit des règles différentes en fonction du type de compte
- Compte Renaissance
 - Seulement dépôt et retrait
 - Solde négatif interdit - refus émis quand le retrait rend le solde négatif
- Compte Courant
 - Solde négatif autorisé - avertissement émis quand le solde devient négatif
- Compte Epargne
 - Solde négatif interdit - refus émis quand le retrait rend le solde négatif
 - Intérêt créditeur de 1%

- Scénario

```
kim_cc = CompteCourant("Kim")
kim_cc.deposer(200)
kim_cc.retirer(500)
print(kim_cc)
scénario similaire pour Compte Renaissance
et Compte Epargne
```

- Output

```
Kim (CC) : solde de 200
Kim (CC) : solde de -302
Kim (CE) : solde de 200
Kim (CE) : solde insuffisant
Kim (CE) : solde de 200
```



Exo 13-53-11 : classes **Vehicle** et **Bus**

- Créer une classe parent **Vehicle**
 - Attributs d'objet **name** et **max_speed**
 - Passage par le constructeur
 - Print : *Name: Tesla, Speed: 180*
- Créez une classe enfant **Bus** qui héritera de tous les attributs et méthodes de la classe **Vehicle**.
 - Pas d'attribut ou de méthode spécifique à **Bus**
- Créez un objet **Bus** qui héritera de toutes les variables et méthodes de la classe **Vehicle**.
 - Print : *Name: Volvo, Speed: 120*



Exo 13-53-12 : classes Vehicle et Bus

- Partir de l'exo précédent
- Donnez à tous les véhicules une couleur blanche
 - **Attribut de classe** : **color**
 - Print : *Name: Tesla, color : white*
Name: Volvo, color: white
- Donnez aux véhicules une capacité de places assises
 - **Vehicle** : 4 places assises
 - **Bus** : 50 places assises
 - **Attribut de classe** : **seating_capacity**
 - Print : *Name: Tesla, seats : 4*
Name: Volvo, seats : 50



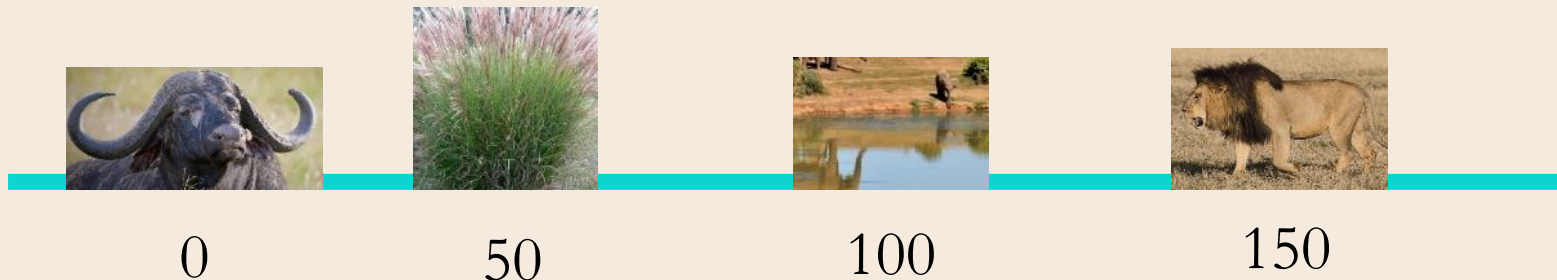
Exo 13-53-13 : classes Vehicle et Bus

- Partir de l'exo précédent
- Calculez le tarif de location de chaque véhicule :
 - tarif par défaut = nombre places assises * 50 €
 - tarif bus = nombre places assises * 50 € + majoration 10%
 - méthode **fare()** à définir dans les deux classes **Vehicle** et **Bus**
- Print *Name: Tesla, Tarif : 200*
Name: Volvo, Tarif : 2750.0



Exo 13-53-24 : Fauna & Resource

- Reprenez l'exo 13-35-23 avec les trois instances des classes **Water**, **Prey** et **Predator**.
 - Etablissez l'héritage et supprimez tout le code redondant.
 - Créez une classe **Fauna**
 - **Prey** et **Predator** en deviennent les classes-filles.
 - Créez une classe **Resource**
 - **Water** en devient la classe-fille
 - Créez la classe **Archaeplastida** sous la classe **Resource**.
- Spécifications supplémentaires :
 - La proie mange la plante
 - L'eau est disponible en quantité limitée.
 - La plante est disponible en quantité limitée.
 - Les animaux gagnent en énergie en mangeant ou en buvant.
 - Les animaux perdent leur énergie en marchant ou, encore plus, en courant.
 - Sans énergie, les animaux ne peuvent plus se déplacer.
 - Prévoir une méthode **draw()** qui affiche l'état de l'objet.



Fonctions Python intéressantes

- `type(<object>)`
- `isinstance(<object>)`
- `issubclass(<child>, <parent>)`

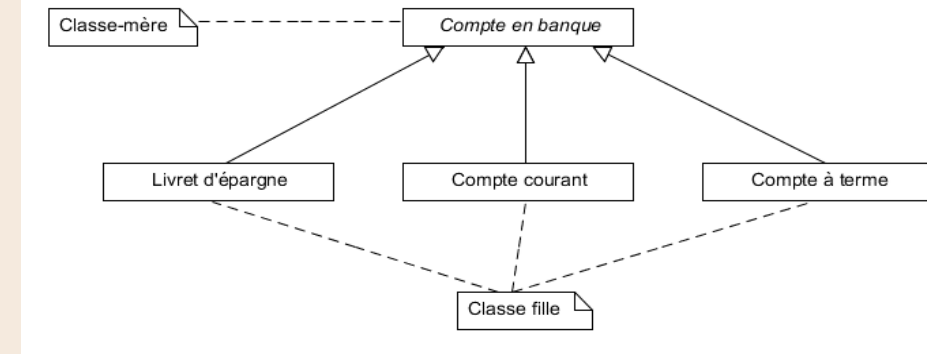




Section 13-55 : Classe abstraite & Polymorphisme

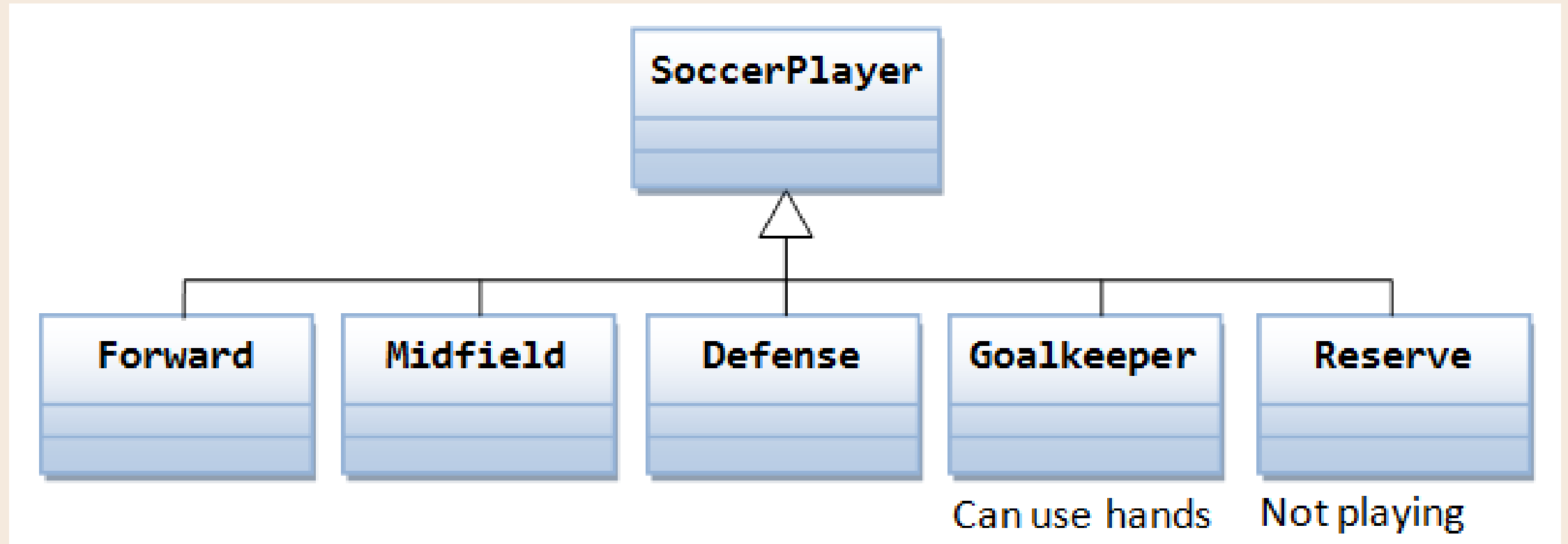
Classe abstraite

- Dans certains cas, la classe-mère ne peut pas être instanciée
 - La classe mère est dite "**classe abstraite**"
 - **Seules les classes-filles peuvent être instanciées.**
- Exemple
 - À notre époque, il n'est plus question d'ouvrir un compte en banque de type



- "Renaissance".
- Pourtant, il faut le conserver car il est le père des comptes modernes. Ses attributs et méthodes restent utilisés.
- Si vous voulez ouvrir un compte en banque, vous devez vous contenter d'un livret d'épargne, d'un compte courant ou d'un compte à terme.
- Le compte "Renaissance" est décrété obsolète.

L'équipe de football (*soccer*)



Class abstraite en Python

- De base, pas de classe abstraite en Python.
- Utiliser le module **Abstract Base Classes (ABC)**
 - Architecture: **decorator**
 - Attribut abstrait : decorator **@abstractmethod**
 - Méthode abstraite : decorator **@abstractmethod**
- Sample: exo 13-55-02



Exo 13-55-05 : les comptes en banque modernes : c-courant, c-épargne

- Reprendre l'exo 13-33-09
- Le compte Renaissance est déclaré obsolète. Plus personne ne peut ouvrir un tel compte. Sa classe reste mère des comptes courant et épargne, mais devient abstraite.
- Adaptez le code en conséquence.
- A quelle(s) méthode(s) applique-t-on le decorator `@abstractmethod` ?

■ Scénario

```
kim_cc = CompteCourant("Kim")
kim_cc.deposer(200)
kim_cc.retirer(500)
print(kim_cc)
scénario similaire pour Compte
Epargne
scénario similaire pour Compte
Renaissance => ERREUR !
```



Polymorphisme en POO

- Approche
 - Plusieurs classes
 - **Même** structure
 - **Mêmes** attributs
 - **Même** nom de méthodes
- Mais définis **différemment** !
- Première implantation
 - Classes **indépendantes**
 - Sample: exo 13-05-07



Polymorphisme : exo 13-55-07

```
class Cat:
    def __init__(...):
        self.name = name
        self.age = age
    def info(self):
        print(...)
    def make_sound(self):
        print("Meow")
```

```
class Dog:
    def __init__(...):
        self.name = name
        self.age = age
    def info(self):
        print(...)
    def make_sound(self):
        print("Bark")
```

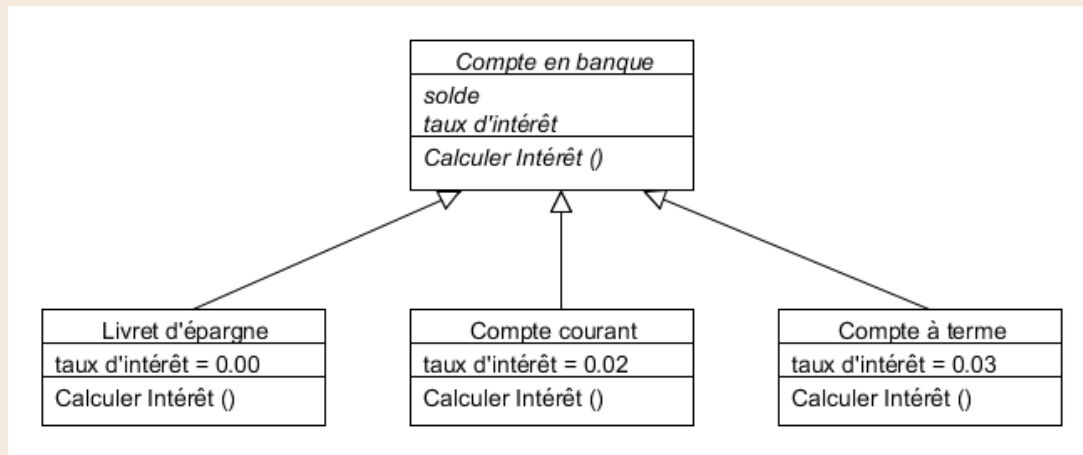
```
# MAIN
```

```
animal_1 = [
    Cat("Kitty", 2.5),
    Dog("Fluffy", 4)
]

for animal in animal_1:
    animal.info()
    animal.make_sound()
```



Polymorphisme



- Exemple : calcul de l'intérêt
 - sur **tous** les comptes bancaires
 - mais d'une façon **propre** à chaque type de compte (courant, épargne, à terme).
- Corollaire direct de l'héritage.

Polymorphisme en POO

- Approche
 - Plusieurs classes
 - **Même** structure
 - **Mêmes** attributs
 - **Même** nom de méthodes
 - Mais définis **différemment** !
- Première implantation
 - Classes **indépendantes**
- Deuxième implantation
 - Utiliser ensemble l'héritage et l'abstraction, ça vous dit?
 - **Classes filles d'une classe abstraite**
 - Sample : exo 13-05-08



Polymorphisme : exo 13-55-08

```
class Animal(ABC):
    def __init__(...):
        self.name = name
        self.age = age

    def info(self):
        print(...)

    @abstractmethod
    def make_sound(self):
        pass
```

```
class Cat(Animal):
    type = "cat"

    def make_sound(self):
        print("Meow")

class Dog(Animal): ...

# MAIN
animal_1 = [
    Cat("Kitty", 2.5),
    Dog("Fluffy", 4)
] ...
```



Exo 13-55-09 : les comptes en banque modernes : c-courant, c-épargne

- Reprendre l'exo 13-35-09
- Développez une structure OO polymorphique.
- Méthodes abstraites
 - .déposer()
 - .retirer()
 - .transférer()

■ Scénario

```
kong_cc = CompteCourant("Kong")  
kong_cc.deposer(50)
```

```
kim_cc = CompteCourant("Kim")  
kim_cc.deposer(200)  
kim_cc.transférer(kong_cc, 100)  
kim_cc.retirer(500)  
print(kim_cc) # -402
```

```
kim_ce = CompteEpargne("Kim")  
kim_ce.deposer(200)  
kim_ce.transférer(kong_cc, 100) # error  
kim_ce.retirer(500) # error  
print(kim_ce) # 200
```

```
print(kong_cc) # 150
```





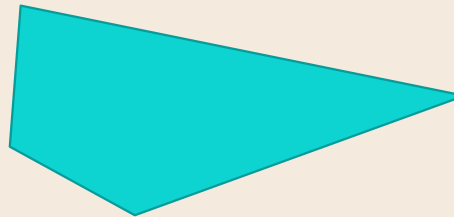
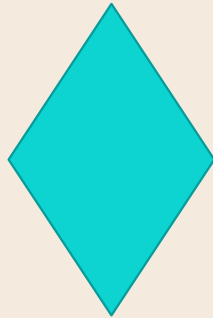
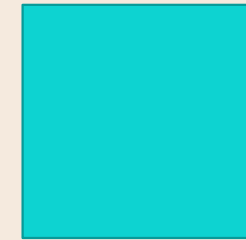
Section 13-57 : Héritage multiple



= BUROTIX ()

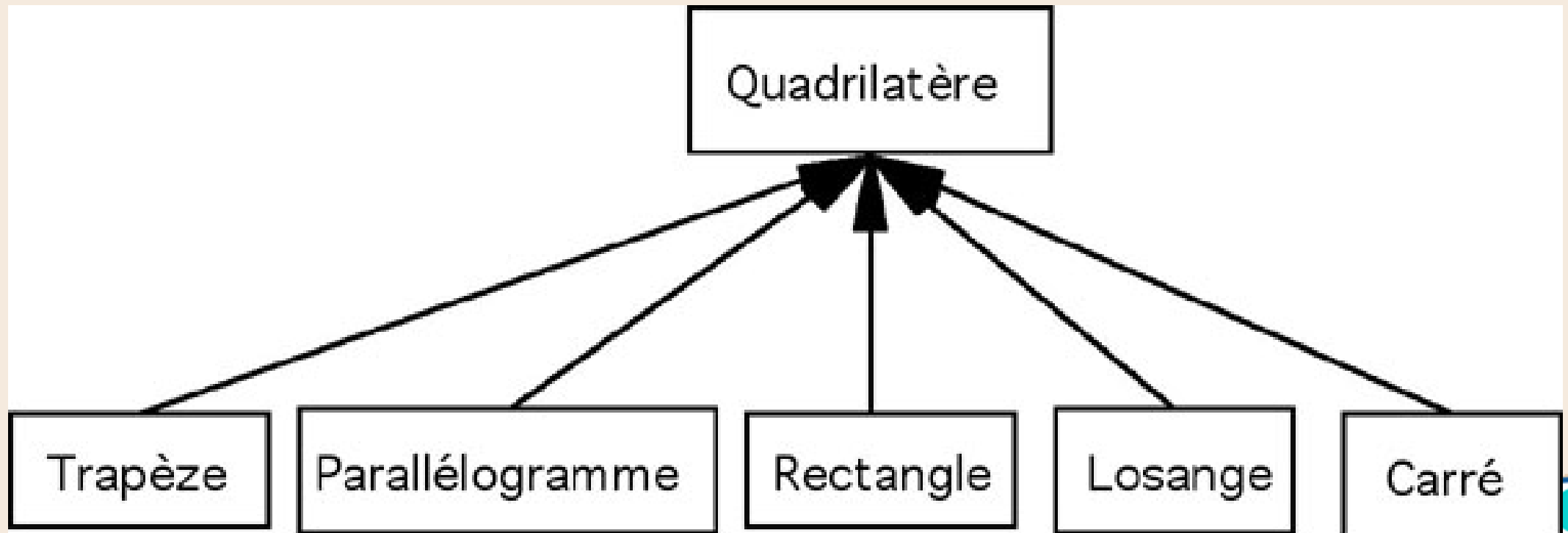
Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Comment classer ces quadrilatères ?



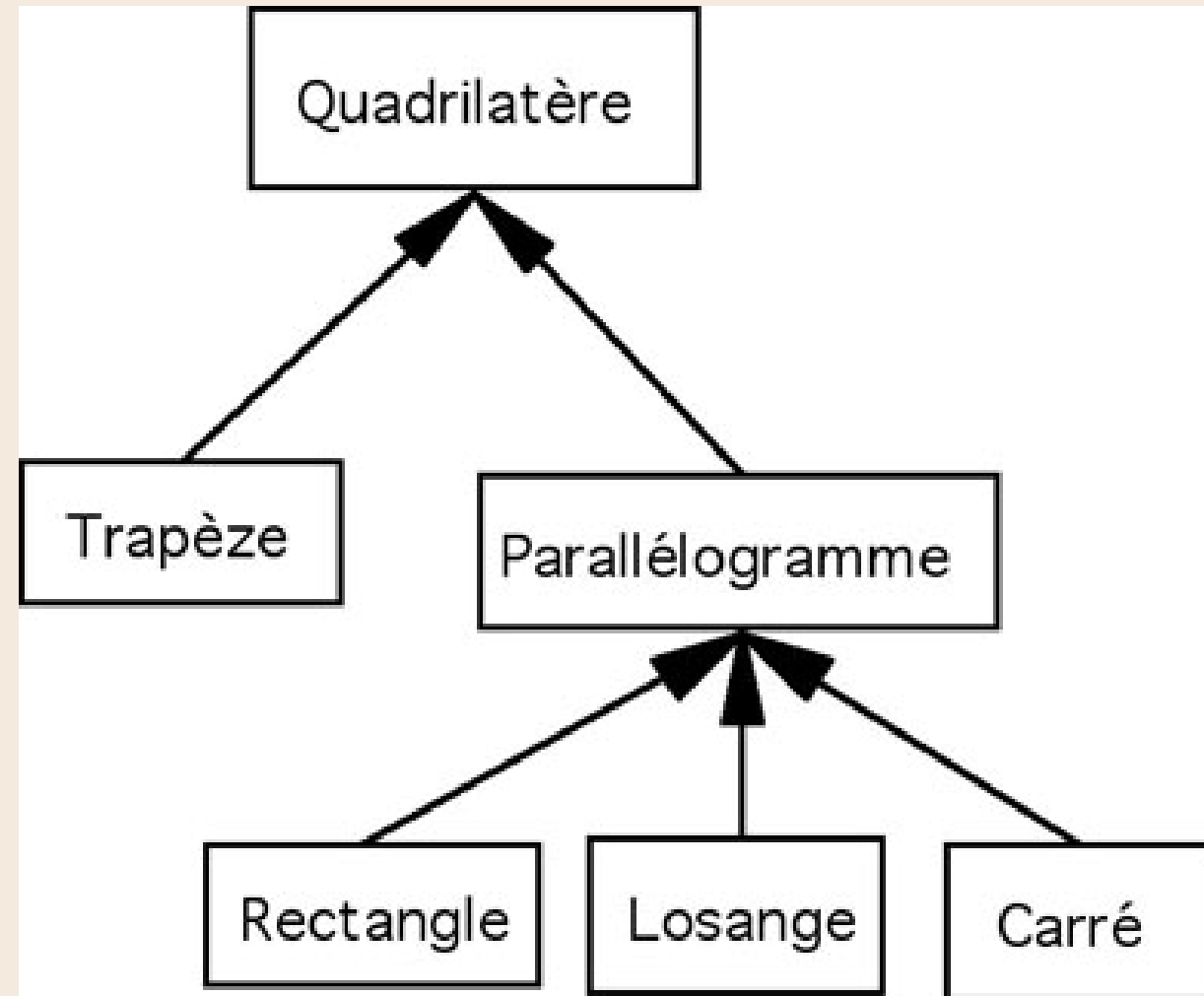
Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Que pensez-vous de ce modèle de classes ?



Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Ou de celui-ci ?

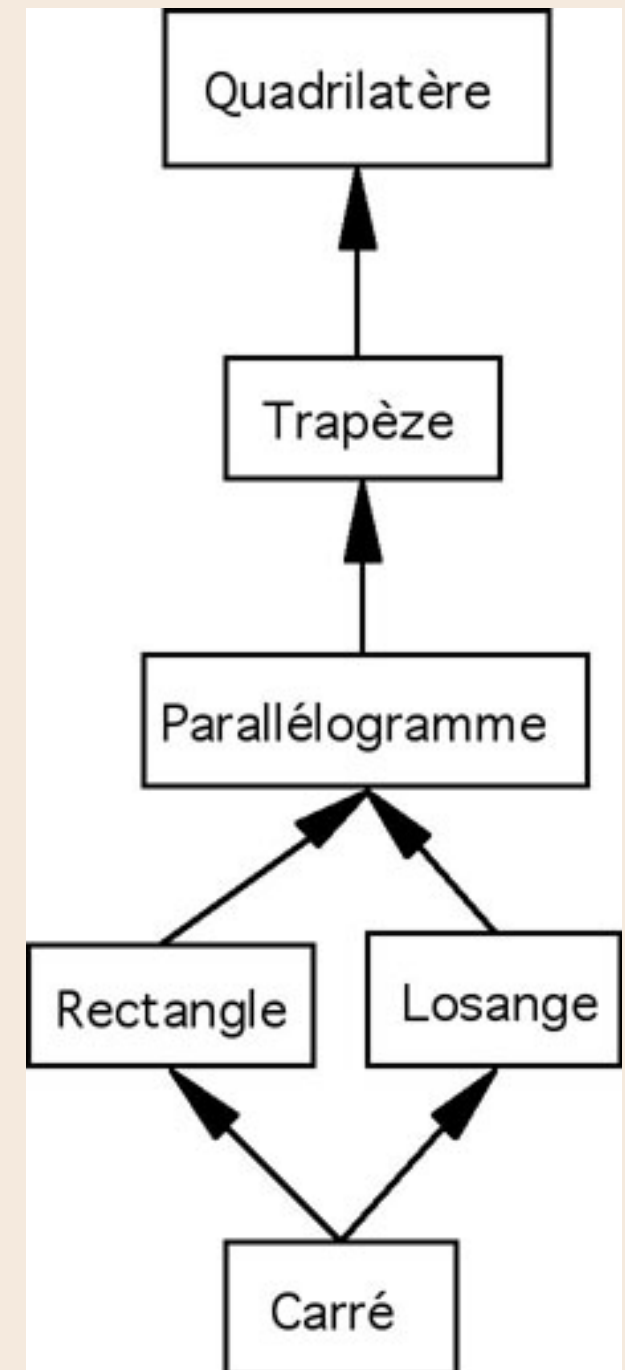


Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Encore mieux ?

Réfléchissez à des assertions telles que :

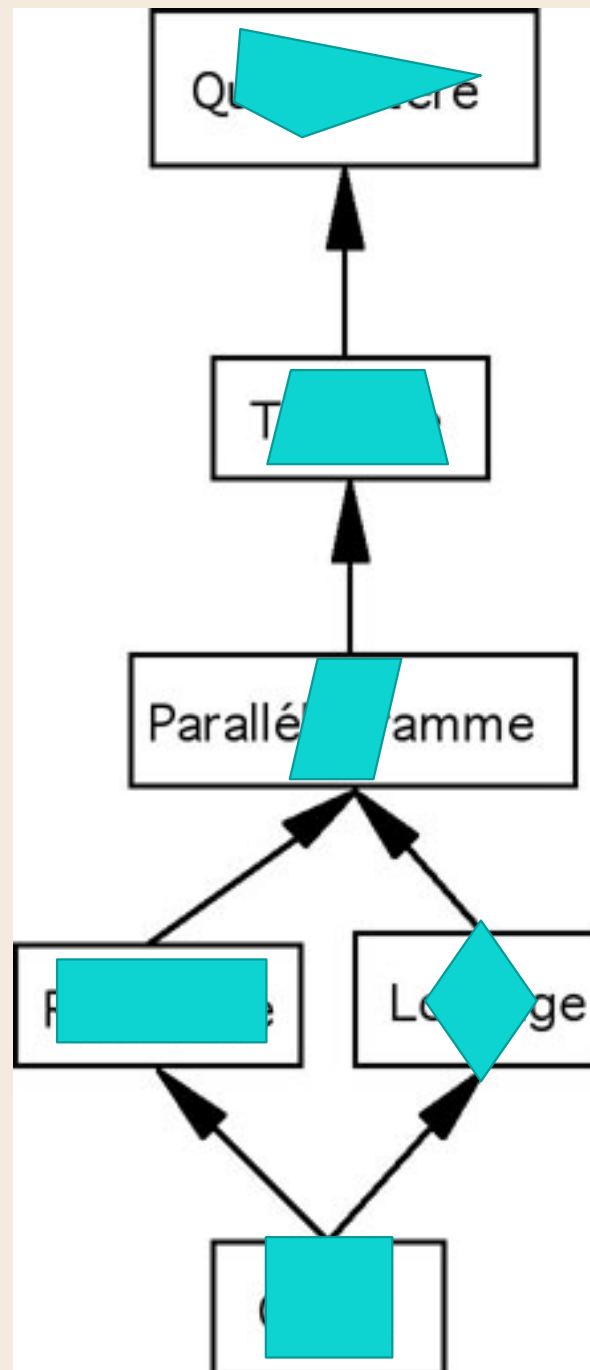
- Le trapèze **est-il** un quadrilatère ?
 - OUI => héritage
- Le trapèze **est-il** un carré ?
 - NON => le trapèze n'hérite pas du carré
- Le carré **est-il** un trapèze ?
 - OUI => héritage



Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Plus en détail

What else ?
Héritage multiple.



4 côtés

2 côtés parallèles

2 autres côtés parallèles

4 côtés égaux
(4 angles égaux)

4 angles droits

Exo 13-57-03 : les quadrilatères : en Python

```
class Quadrilatere:
    quatreCotes = True

class Trapeze(Quadrilatere):
    deuxCotesPar = True

class Parallelo(Trapeze):
    deuxAutresCotesPar = True
```

```
class Losange(Parallelo):
    quatreCotesEgaux = True

class Rectangle(Parallelo):
    quatreAnglesDroits = True

class Carre(Losange, Rectangle):
    pass
```

Dangers de l'héritage multiple

- Gare aux attributs et méthodes définis dans les deux classes parentes.
- Exo 13-57-06
 - Héritage multiple de **Carre**, enfant de **Rectangle** et **Losange**
 - Attribut name défini dans **Rectangle** et **Losange**
 - Le **dump** affiche la valeur de l'attribut name de **Losange**, pas de **Rectangle**. Pourquoi ?



Chapitre 13-9 : Révisions

Rien que des exos ;-)



= BUROTIX ()

Exo 13-91 : HTML Page Builder

- Pour chacun des exercices suivants
 - Ecrivez les classes
 - correspondant au code Python donné
 - produisant le code HTML donné
 - En utilisant tous les mécanismes de l'héritage classique
 - pas de polymorphisme
 - pas d'héritage multiple



Exo 13-91-02

```
html_o = HtmlPageBuilder()

div_o = HtmlDiv()
div_o.contents = "Hello World"

html_o.append(div_o)
print(html_o)

# dév. intermédiaire
print(div_o)
```

```
<html>
<head></head>
<body>
    <div>
        Hello World
    </div>
</body>
</html>
```

```
# dév. intermédiaire
<div>
    Hello World
</div>
```



Exo 13-91-04

```
html_o = HtmlPageBuilder()  
div1_o = HtmlDiv("Hello World")  
html_o.append(div1_o)  
div2_o = HtmlDiv("Hello You")  
html_o.append(div2_o)  
pre1_o = HtmlPre("I'am \"pre\".")  
html_o.append(pre1_o)  
print(html_o)
```

```
<html>  
<head></head>  
<body>  
    <div>Hello World</div>  
    <div>Hello You</div>  
    <pre>I am "pre".</pre>  
</body>  
</html>
```



Exo 13-91-06

```
builder = HtmlPageBuilder()
div0 = HtmlDiv("Hi ! ")
builder.append(div0)
div1 = HtmlDiv("Hello World")
div0.append(div1)
div2 = HtmlDiv("Hello You")
div0.append(div2)
pre1 = HtmlPre("I'm \"pre\".")
div0.append(pre1)
print(builder)
```

```
<html>
<head></head>
<body>
  <div>
    Hi !
    <div>Hello World</div>
    <div>Hello You</div>
    <pre>I am "pre".</pre>
  </div>
</body>
</html>
```



Exo 13-91-08

```
builder = HtmlPageBuilder()  
section = HtmlSection()  
builder.append(section)  
div1 = HtmlDiv("Hello World")  
section.append(div1)  
div2 = HtmlDiv("Hello You")  
section.append(div2)  
pre1 = HtmlPre("""I'm "pre"."""")  
section.append(pre1)  
print(builder)
```

```
<html>  
<head></head>  
<body>  
    <section>  
        <div>Hello World</div>  
        <div>Hello You</div>  
        <pre>I am "pre".</pre>  
    </section>  
</body>  
</html>
```

