

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 : Comparateur

__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> , ...



Exo 13-01-05 : 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 13-01-06 : 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
```

- Tuyau : définir la méthode magique `__eq__`



Exo 13-01-08 : 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 13-02 : 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> , <code>//</code> , <code>/</code> , <code>%</code> , <code>**</code> , ...



Chapitre 13-3 Association entre classes

agrégation

composition

association directionnelle faible

association directionnelle forte

association bi-directionnelle

auto-association

dépendance



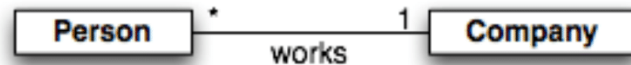
= BUROTIX ()

Association, composition, agrégation

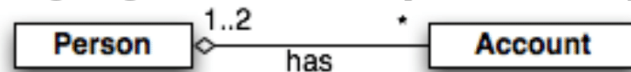
- Une **association** est une relation sémantique entre des classes qui définit un ensemble de liens.
 - Un homme est associé à sa femme
- Une **agrégation** est une association dans laquelle il y a un lien d'appartenance entre les deux objets associés (contenant/contenu, possession, ...).
 - Un homme 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

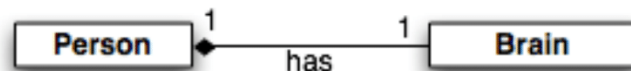
Association : Une personne travaille pour une et une seule compagnie



Agrégation : Une personne possède entre 0 et n comptes

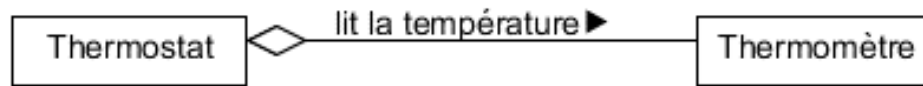


Composition : Une personne a un et un seul cerveau



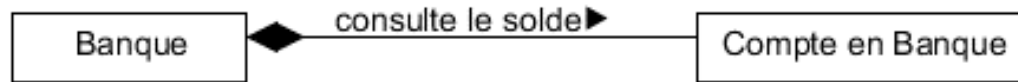
- Cardinalités :
 - *, n, m..*, où $n > 0$ et $m \geq 0$
 - Par défaut, la cardinalité est un.
 - Dans une composition, la cardinalité du côté de l'agregat ne peut être que 1 ou 0..1
- Le nom de l'association est facultatif

Associations entre classes



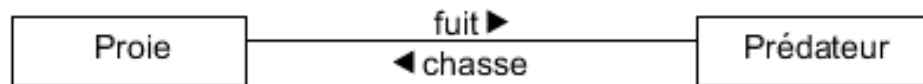
⑩ association directionnelle faible; **agrégation**

⑩ Un objet « thermostat » contient un objet « thermomètre »



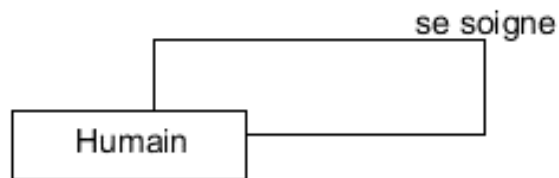
⑩ association directionnelle forte; **composition**

⑩ objet « banque » détruit
=> objet « compte en banque » détruit



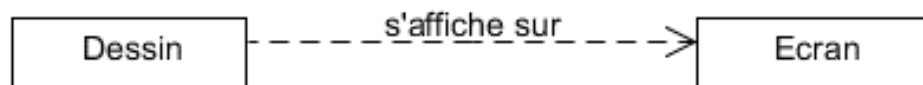
⑩ association bidirectionnelle

⑩ réciprocité



⑩ ~~auto-association~~

⑩ l'objet s'utilise lui-même (pour une autre fonction)



⑩ dépendance

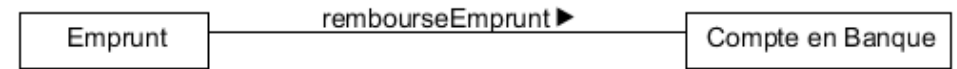
⑩ La méthode « s'affiche sur » exige un objet « écran » en argument

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



= BUROTIX ()

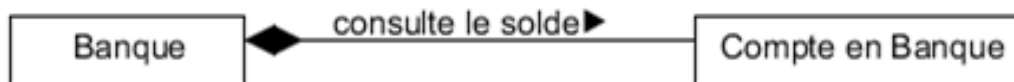
Messages entre objets



- ⑩ Le « message » est un outil de communication entre objets.
- ⑩ « Message » car il y a
 - ⑩ Expéditeur
 - ⑩ Destinataire
- ⑩ Tous les objets peuvent collaborer entre eux en s'envoyant des messages.
- ⑩ Développer une application "OO" consiste en :
 - ⑩ définir un réseau de classes, donc d'objets
 - ⑩ chacun chargé d'une tâche spécifique
 - ⑩ en interactions par message
 - ⑩ soit locaux
 - ⑩ soit via internet
 - ⑩ formant un tissu de relations



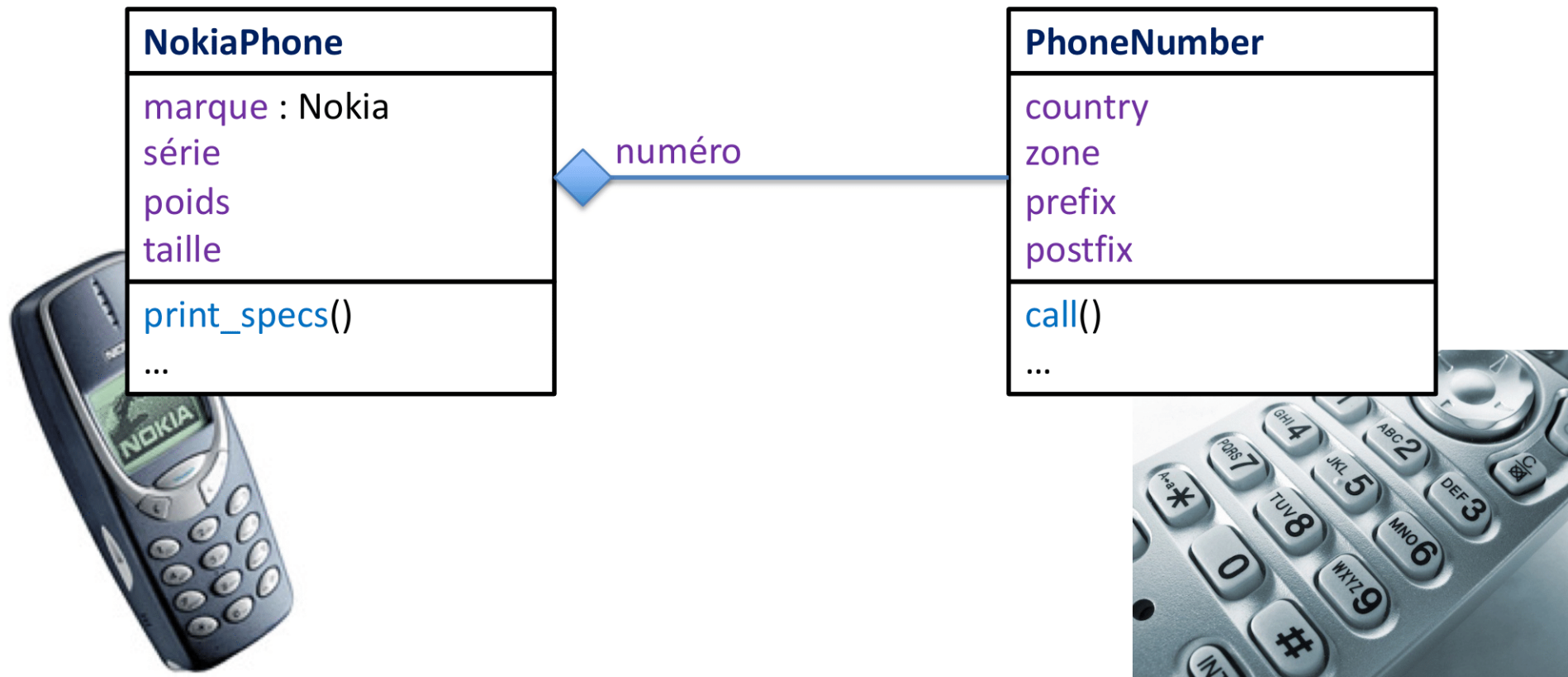
Section 13-33 : Association directionnelle forte



Composition de classes

Une classe peut être composé 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__()



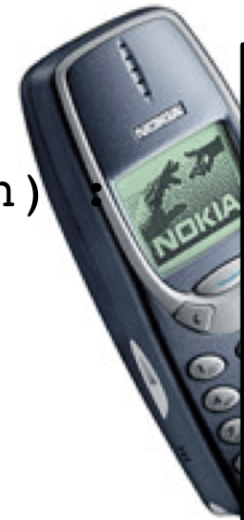
Composition de classes

```
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



= BUROTIX ()

Exo 13-33-07 : Banque

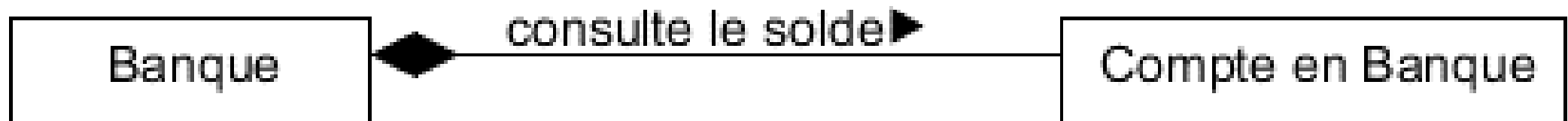
```
b = Banque("Belfius")  
b.ajouter_compte("Kim")  
b.ajouter_compte("Sandra")  
print(b)
```

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

```
b = None  
compte de Kim détruit  
compte de Sandra détruit  
banque détruite
```

⑩ Ecrivez les classes **Banque** et **Compte** correspondant à ce scénario.

⑩ Remarque : le code appelant ne crée pas les objets **Compte**.



Exo 13-33-09 : École

⑩ Ecrivez le POO d'une école

- ⑩ L'école organise des bacheliers, ceux-ci constitués d'un ensemble de cours.
- ⑩ L'école organise un cours dans un bachelier en y inscrivant les étudiants.
- ⑩ Un étudiant peut se désinscrire d'un cours.
- ⑩ L'école peut renvoyer un étudiant.
- ⑩ L'école peut supprimer un cours.
- ⑩ Cf schéma, slide suivant

⑩ Scénario d'utilisation

- ⑩ Créer une école "IFC".
- ⑩ Créer un bachelier "BIG" avec trois cours:
 - ⑩ Statistiques
 - ⑩ Algorithmique
 - ⑩ Database

- Créer deux étudiants : Rudy et Ali.

⑩ Créer l'inscription de chaque étudiant à deux cours.

⑩ Rudy : algorithmique, database

⑩ Ali : database, statistiques

⑩ Imprimer l'état des inscriptions dans le bachelier BIG

⑩ par cours

⑩ par étudiant

⑩ Supprimer le cours d'Algorithmique.

- Désinscrire l'étudiant Rudy du cours de Database

- Renvoyer l'étudiant Ali.

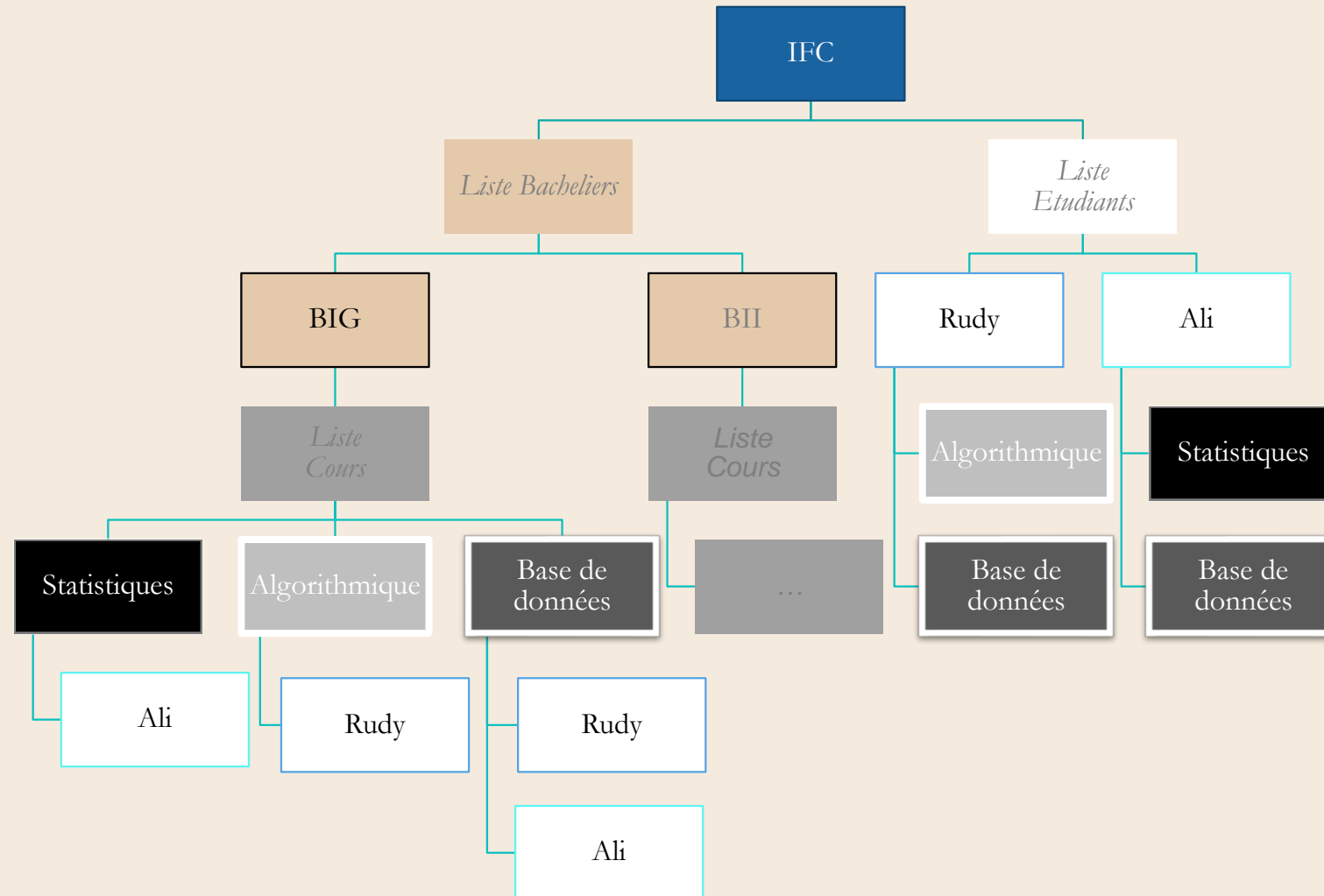
⑩ Ajouter l'étudiant Youssef, inscrit à tous les cours.

⑩ Imprimer l'état des inscriptions.



= BUROTIX ()

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:
```

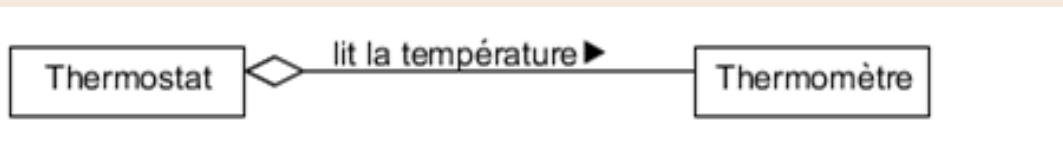
```
    student : Rudy : algorithmique, database, électronique, statistiques
```

```
    student : Ali : database, statistiques
```

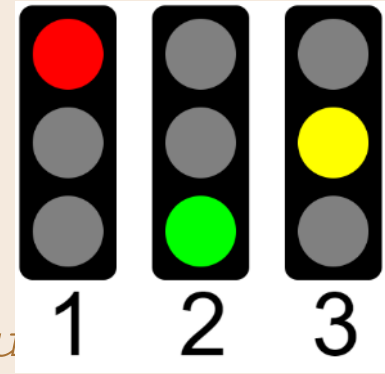


= BUROTIX ()

Section 13-34 : Association directionnelle faible



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



⑩ Programmez un feu de signalisation lié à une voiture autonome

⑩ Définissez la classe **Light**

⑩ Définissez la classe **Car**

⑩ Le feu commande la voiture
(méthodes **start**, **stop**)

⑩ Corrigés : 3 versions

⑩ attributs publics

⑩ attributs privés, get/set classique

⑩ attributs privés, get/set décorateur

⑩ 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
```

⑩ Input

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



= BUROTIX ()

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



⑩ Deux voitures autonomes

⑩ Classe **Car**

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

⑩ 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



⑩ 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

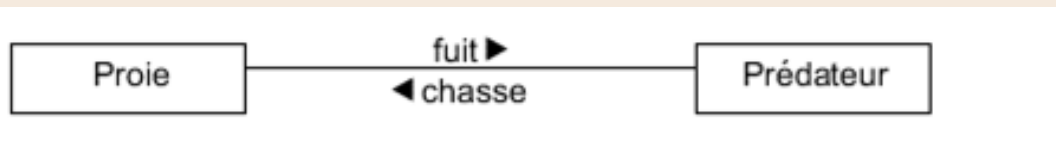
A: 120km/h, 0.2h, 30.0km, B behind me
B: 60km/h, 0.2h, 25.0km, A beyond me

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

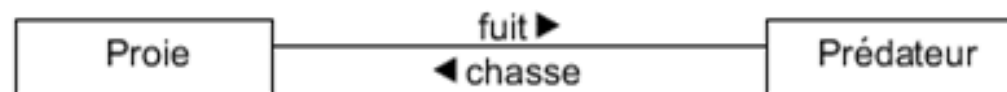
Section 13-35 : Association bi-directionnelle



Exo 13-35-23 : Jungle



- ⑩ Ecrivez les classes **Prey** et **Predator** correspondant à ce scénario.
- ⑩ Un seul prédateur et une seule proie.
- ⑩ Remarque : le code appelant, que l'on pourrait comparer à la jungle, crée les objets **Predator** et **Prey**.



Exo 13-35-23 : Jungle

⑩INPUT

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

⑩OUTPUT

```
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

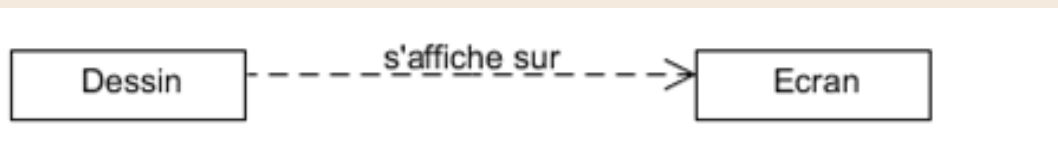
Exo 13-35-24 : Jungle

⑩ Ecrivez les classes **Water**, **Prey** et **Predator** correspondant aux spécifications suivantes :

- ⑩ Un lac se trouve à 150m, une proie à 100m et un prédateur à 0m.
- ⑩ Le lac contient une réserve d'eau infinie.
- ⑩ Les animaux se déplacent à leur rythme vers le lac (cf figure).
- ⑩ Quand un animal rencontre le lac, il s'y arrête pour y boire.
- ⑩ Le prédateur voit la proie quand celle-ci est à moins de 50m, et se met alors à courir vers elle pour l'attraper.
- ⑩ La proie voit le prédateur quand celui-ci est à moins de 25m, et se met alors à fuir.
- ⑩ 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

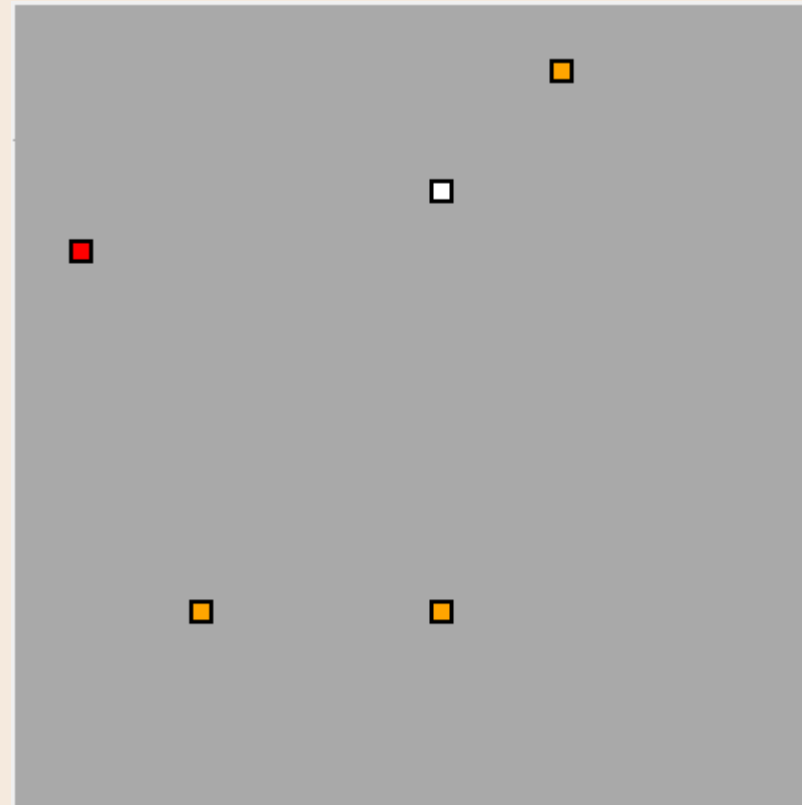
Output ? 1 pour texte, 2 pour graphique **1**

```
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
```

```
Point(13,2) ; distance à l'origine = 13.15  
Point(7,7) ; distance à l'origine = 9.90  
Point(9,5) ; distance à l'origine = 10.30
```

Output ? 1 pour texte, 2 pour graphique **2**



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

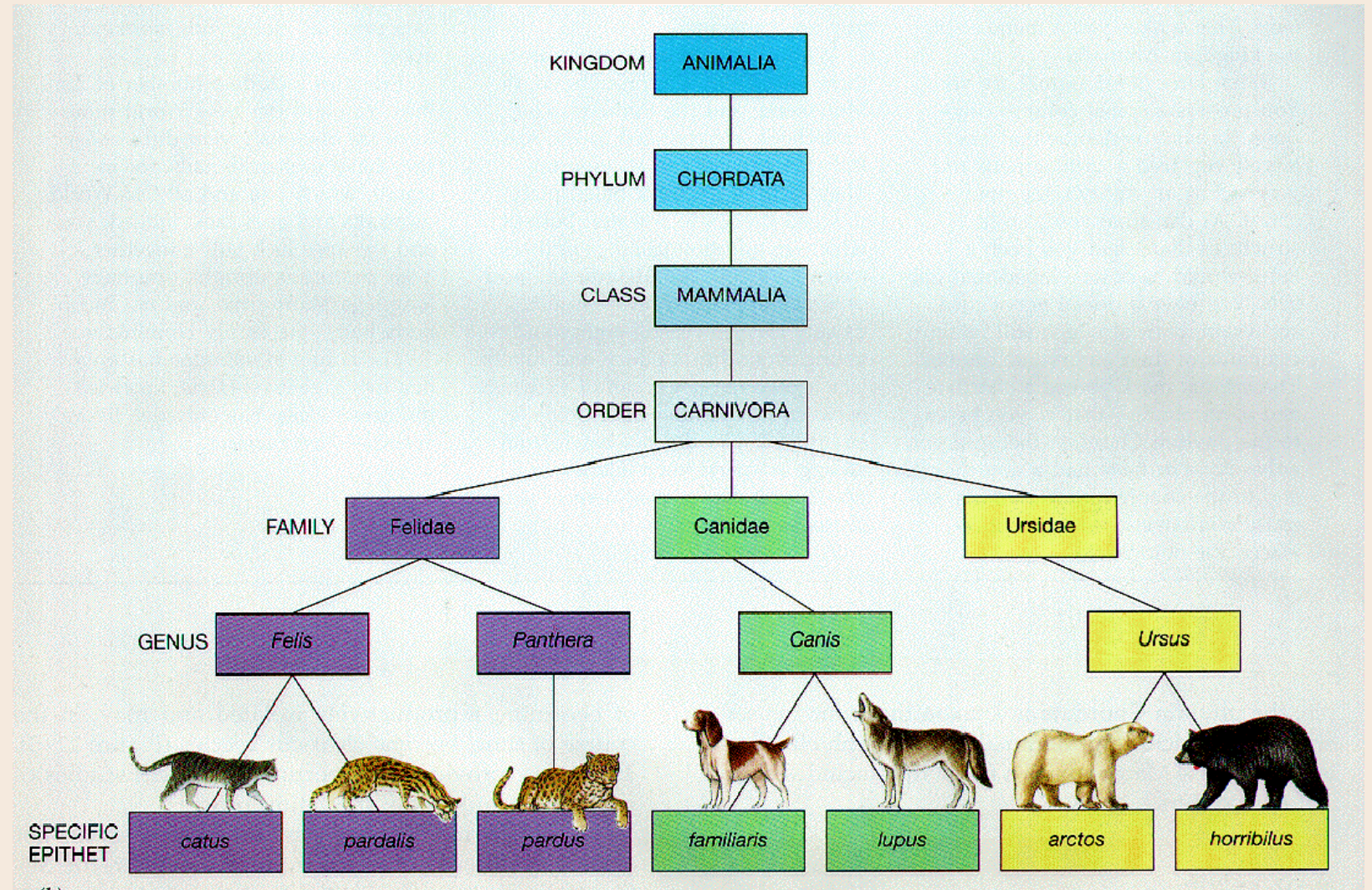
enfant



= 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.

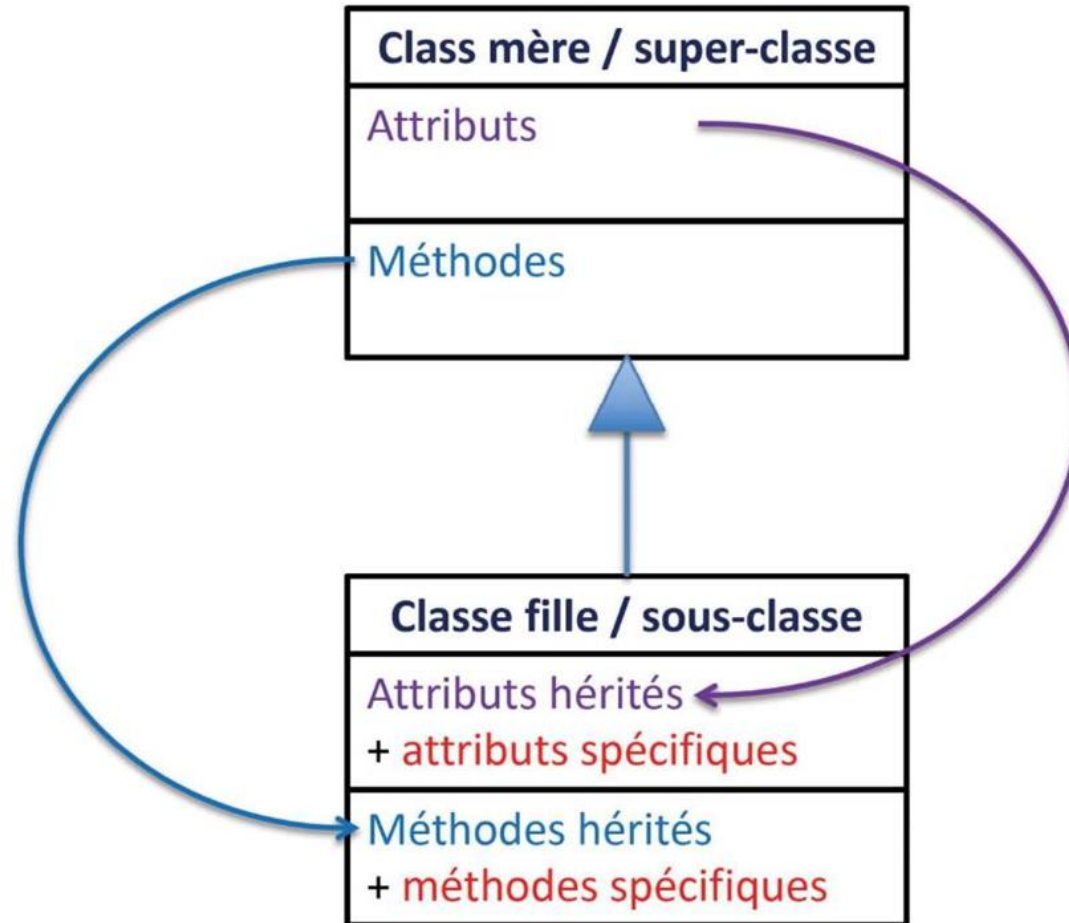
La nouvelle classe “hérite” tous les attributs et méthodes de la classe existante.

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

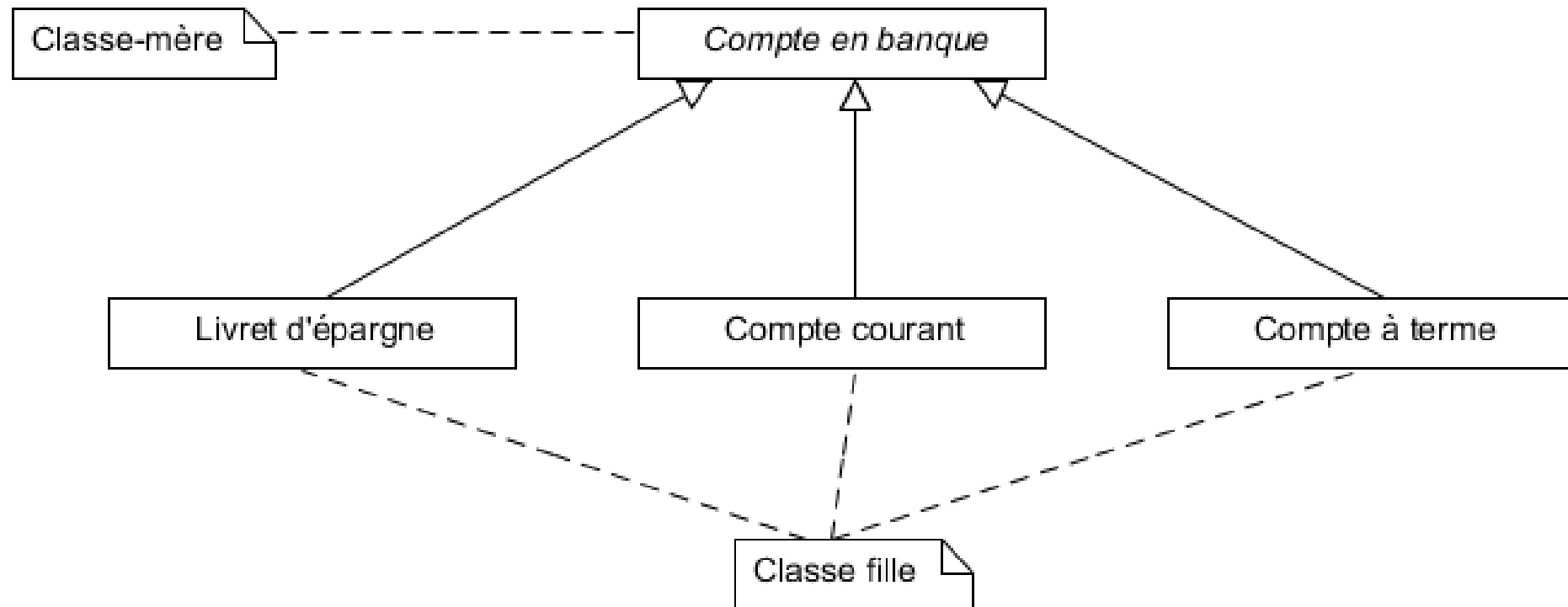
```
kim_c = Compte("Kim")  
kim_c.deposer(1000)  
print(kim_c)
```

■ Output

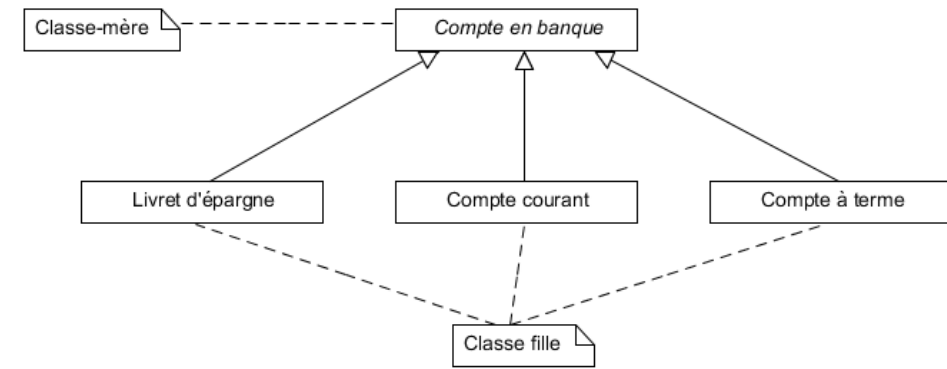
```
owner : Kim;  
balance : 1000
```



Héritage



Héritage



⑩ classe-mère

⑩ « Compte en banque »

⑩ classes-filles

⑩ « Livret d'épargne », « compte courant » et « compte à terme »

⑩ Les classes-filles héritent de tous les attributs et méthodes de la classe-mère

⑩ par exemple, le livret d'épargne comme le compte courant et le compte à terme ont tous un solde.

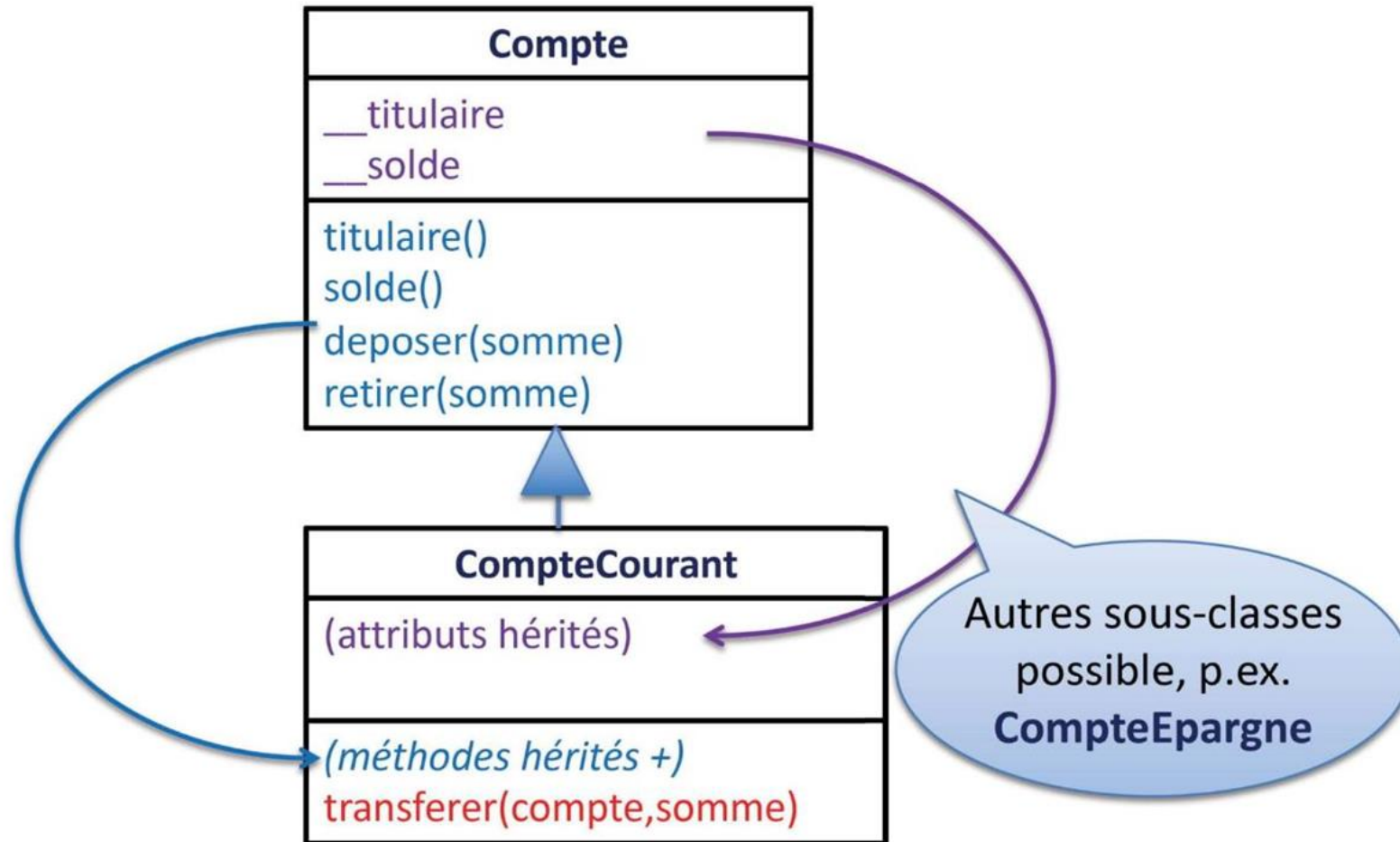
⑩ Les classes-filles vont par contre implanter des attributs et méthodes plus spécialisées.

⑩ par exemple, le livret d'épargne a un taux d'intérêt plus élevé que le compte courant

⑩ 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

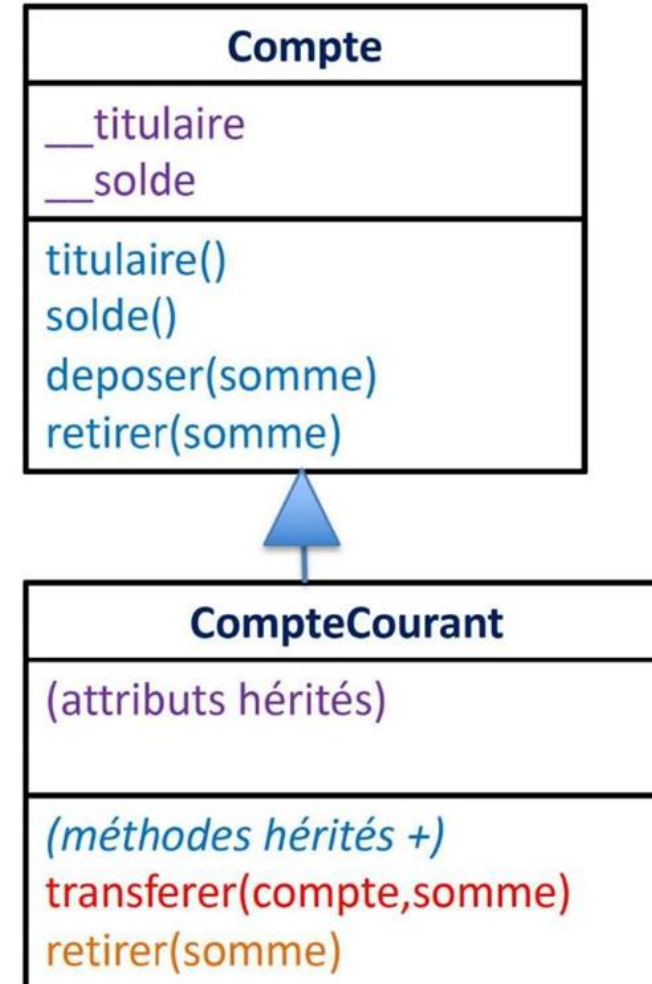
Attributs hérités
Méthodes héritées
Super()



= 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

- ⑩ Dans la classe **enfant**, nous pouvons faire référence à la classe **parent** en utilisant la fonction **super()**.
- ⑩ 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**.

⑩ Avantages

- ⑩ Le programmeur ne doit pas mentionner explicitement le nom de la classe parente pour accéder à ses méthodes.
- ⑩ Utilisation dans les héritages simples et multiples.
- ⑩ 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 ...

Héritage simple

Héritage multi-niveau

Héritage hiérarchique



= BUROTIX ()

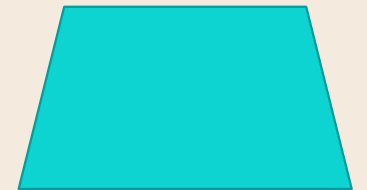
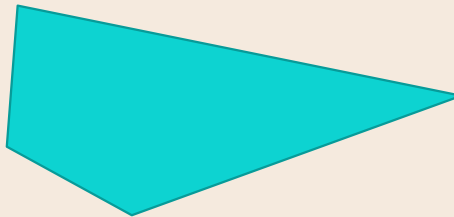
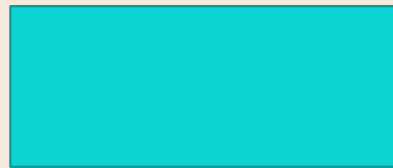
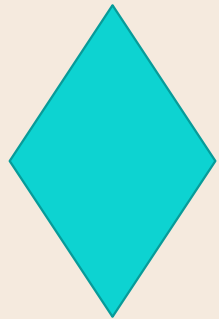
Héritage en Python

- ⑩ Single inheritance
- ⑩ Multilevel inheritance
- ⑩ Hierarchical Inheritance
- ⑩ Hybrid Inheritance

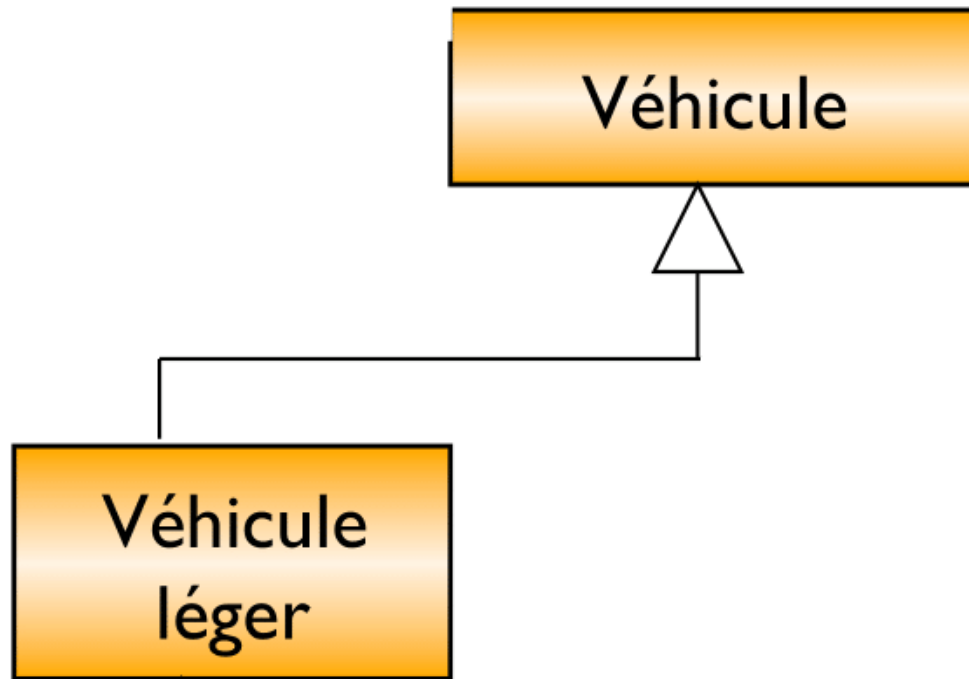


Exo 13-53-07 : les quadrilatères

- 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



⑩ 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

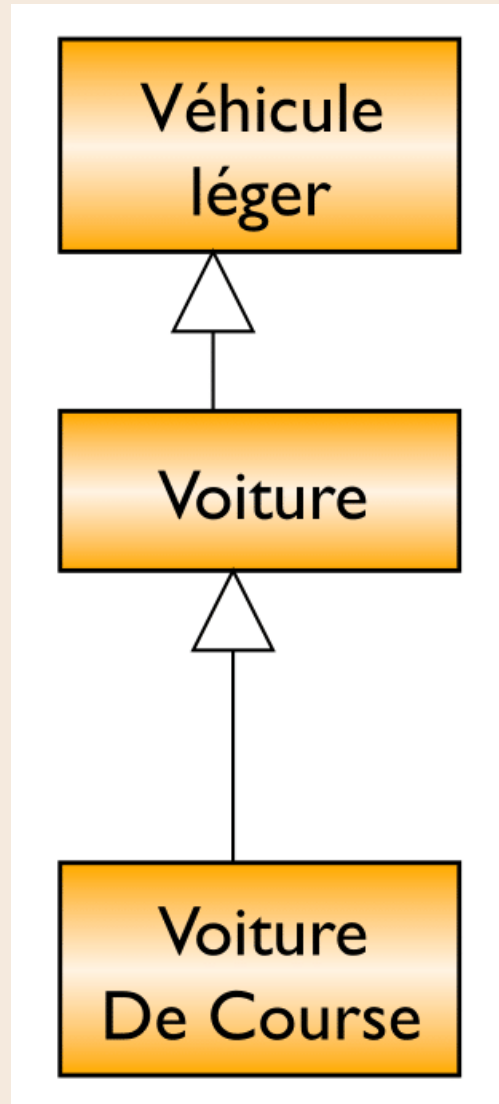
```
class Car(Vehicle):
    def car_info(self):
        print('Car')
```

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



- ⑩ Une classe hérite d'une classe enfant.
- ⑩ Supposons trois classes A, B, C.
 - ⑩ A est la superclasse
 - ⑩ B est la classe enfant de A
 - ⑩ C est la classe enfant de B.
- ⑩ "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

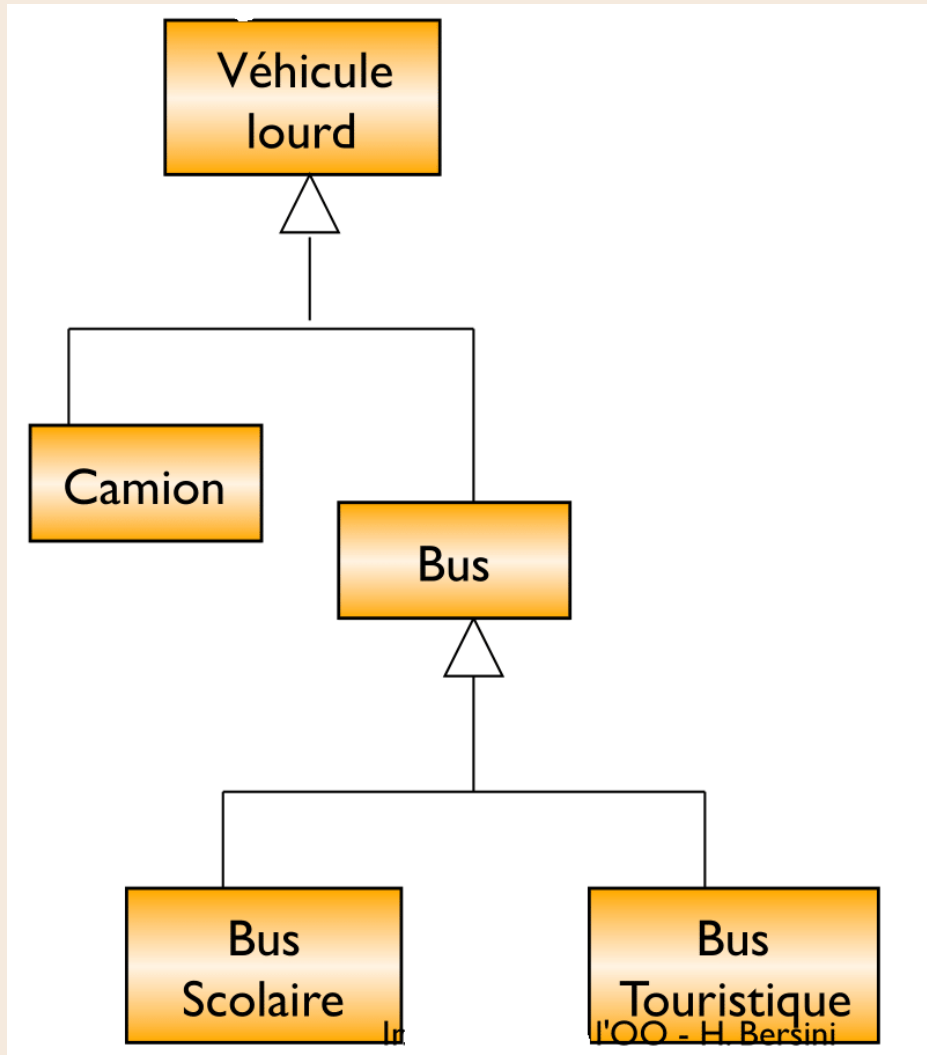
Vehicle class

Car class

SportsCar class



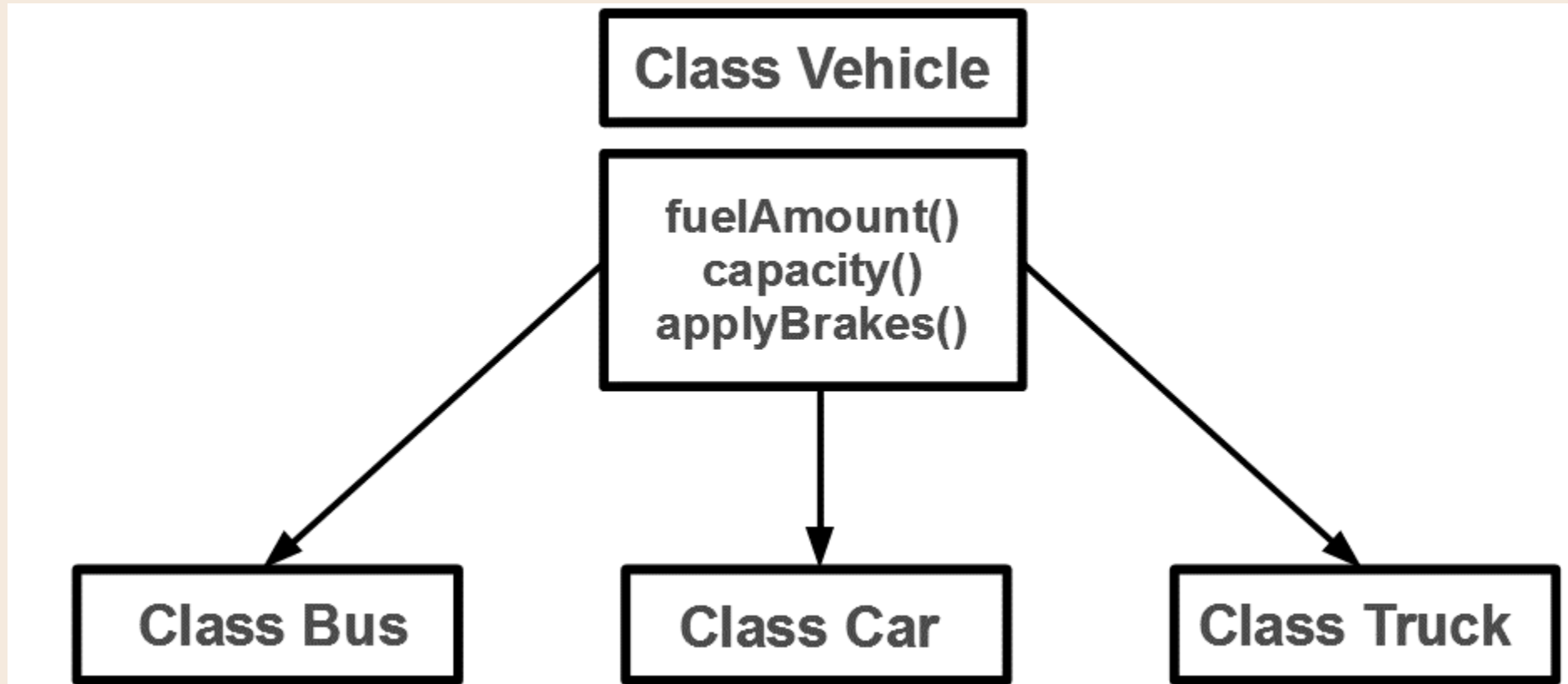
Héritage en Python : Hierarchical inheritance



- ⑩ Plus d'une classe enfant est dérivée d'une seule classe parent.
- ⑩ Il y a une classe parent et plusieurs classes enfants.



Exo 13-53-08c : hierarchical inheritance



Attention :
notation non

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**

- ⑩ Créer une classe parent **Vehicle**
 - ⑩ Attributs d'objet **name** et **max_speed**
 - Passage par le constructeur
 - ⑩ Print : **Name: Tesla, Speed: 180**
- ⑩ 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**
- ⑩ Créez un objet **Bus** qui héritera de toutes les variables et méthodes de la classe **Vehicle**.
 - ⑩ Print : **Name: Volvo, Speed: 120**



Exo 13-53-12 : classes Vehicle et Bus

- ⑩ Partir de l'exo précédent
- ⑩ Donnez à tous les véhicules une couleur blanche
 - ⑩ Attribut de classe : **color**
 - ⑩ Print : `Name: Tesla, color : white`
`Name: Volvo, color: white`
- ⑩ Donnez aux véhicules une capacité de places assises
 - ⑩ **Vehicle** : 4 places assises
 - ⑩ **Bus** : 50 places assises
 - ⑩ Attribut de classe : **seating_capacity**
 - ⑩ Print : `Name: Tesla, seats : 4`
`Name: Volvo, seats : 50`



Exo 13-53-13 : classes Vehicle et Bus

- ⑩ Partir de l'exo précédent
- ⑩ Calculez le tarif de location de chaque véhicule :
 - ⑩ tarif par défaut = nombre places assises * 50 €
 - ⑩ tarif bus = nombre places assises * 50 € + majoration 10%
 - 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

- ⑩ Reprenez l'exo 13-35-23 avec les trois instances des classes **Water**, **Prey** et **Predator**.
- ⑩ Etablissez l'héritage et supprimez tout le code redondant.
- ⑩ Créez une classe **Fauna**
 - ⑩ **Prey** et **Predator** en deviennent les classes-filles.
- ⑩ Créez une classe **Resource**
 - ⑩ **Water** en devient la classe-fille
- ⑩ Créez la classe **Archaeplastida** sous la classe **Resource**.
- ⑩ Spécifications supplémentaires :
 - ⑩ La proie mange la plante
 - ⑩ L'eau est disponible en quantité limitée.
 - ⑩ La plante est disponible en quantité limitée.
 - ⑩ Les animaux gagnent en énergie en mangeant ou en buvant.
 - ⑩ Les animaux perdent leur énergie en marchant ou, encore plus, en courant.
 - ⑩ Sans énergie, les animaux ne peuvent plus se déplacer.
 - ⑩ Prévoir une méthode **draw()** qui affiche l'état de l'objet.



0



50



100



150



= BUROTIX 0

Fonctions Python intéressantes

⑩ `type(<object>)`

⑩ `isinstance(<object>)`

⑩ `issubclass(<child>, <parent>)`

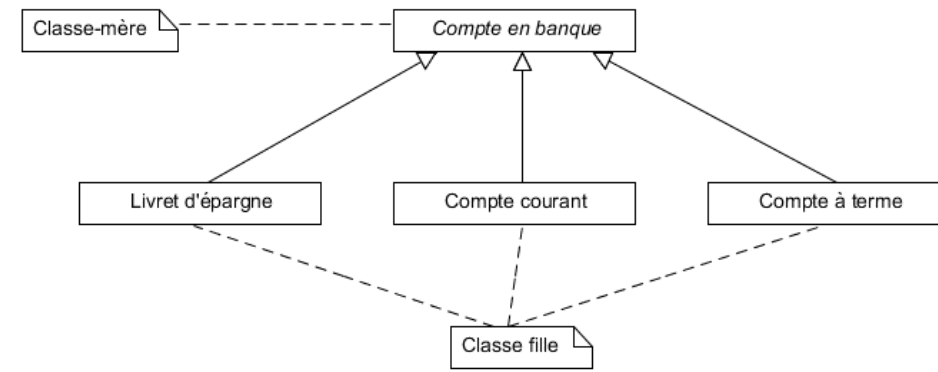




Section 13-55 : Classe abstraite & Polymorphisme

Classe abstraite

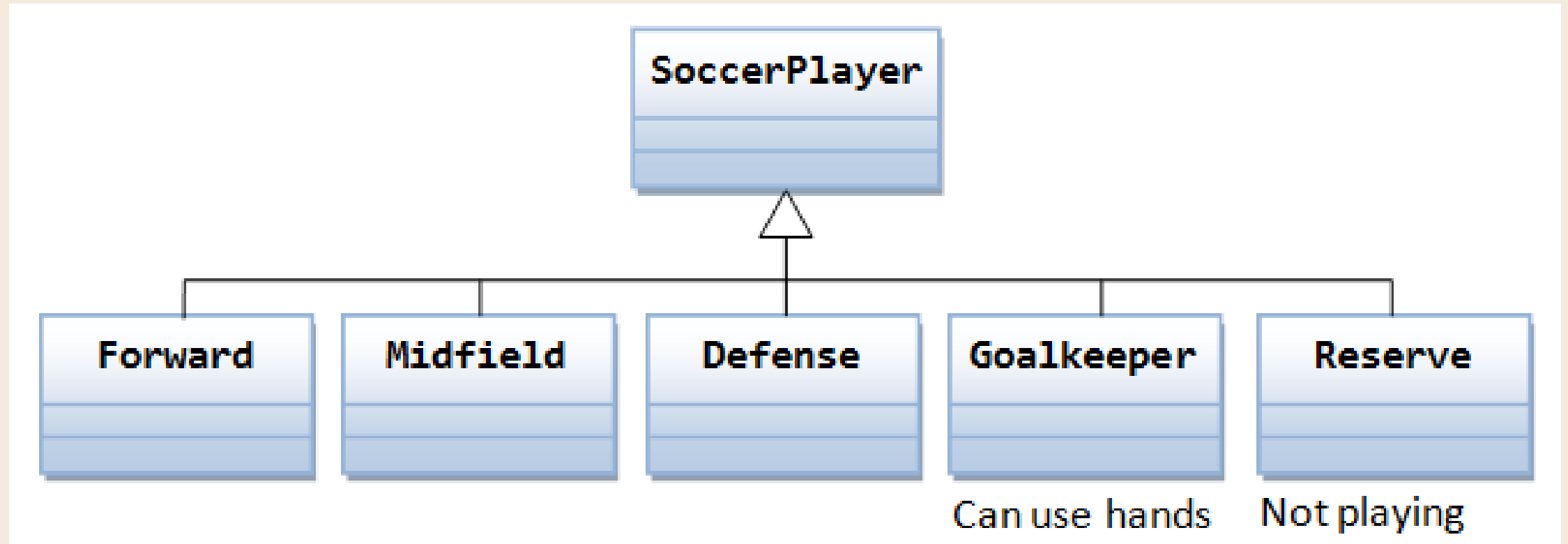
- Dans certains cas, la classe-mère ne peut pas être instanciée
 - La classe mère est dite "**classe abstraite**"
 - **Seules les classes-filles peuvent être instanciées.**
- Exemple
 - À notre époque, il n'est plus question d'ouvrir un compte en banque de type



- "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")

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

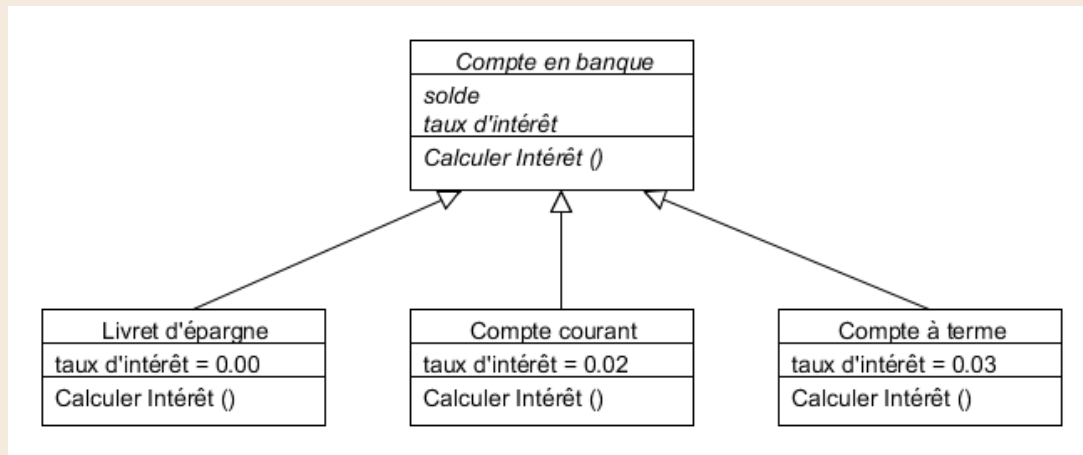
for animal in animal_1:
    animal.info()
    animal.make_sound()
```

MAIN



= BUROTIX ()

Polymorphisme



⑩ Exemple : calcul de l'intérêt

⑩ sur **tous** les comptes bancaires

⑩ mais d'une façon **propre** à chaque type de compte (courant, épargne, à terme).

⑩ 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): ...  
  
animal_l = [  
    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
```





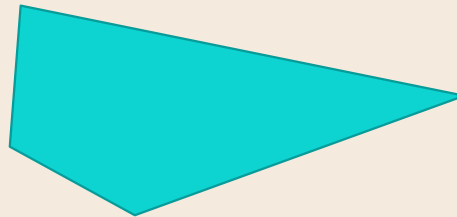
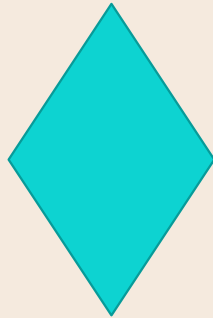
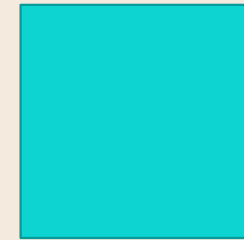
Section 13-57 : Héritage multiple



= BUROTIX ()

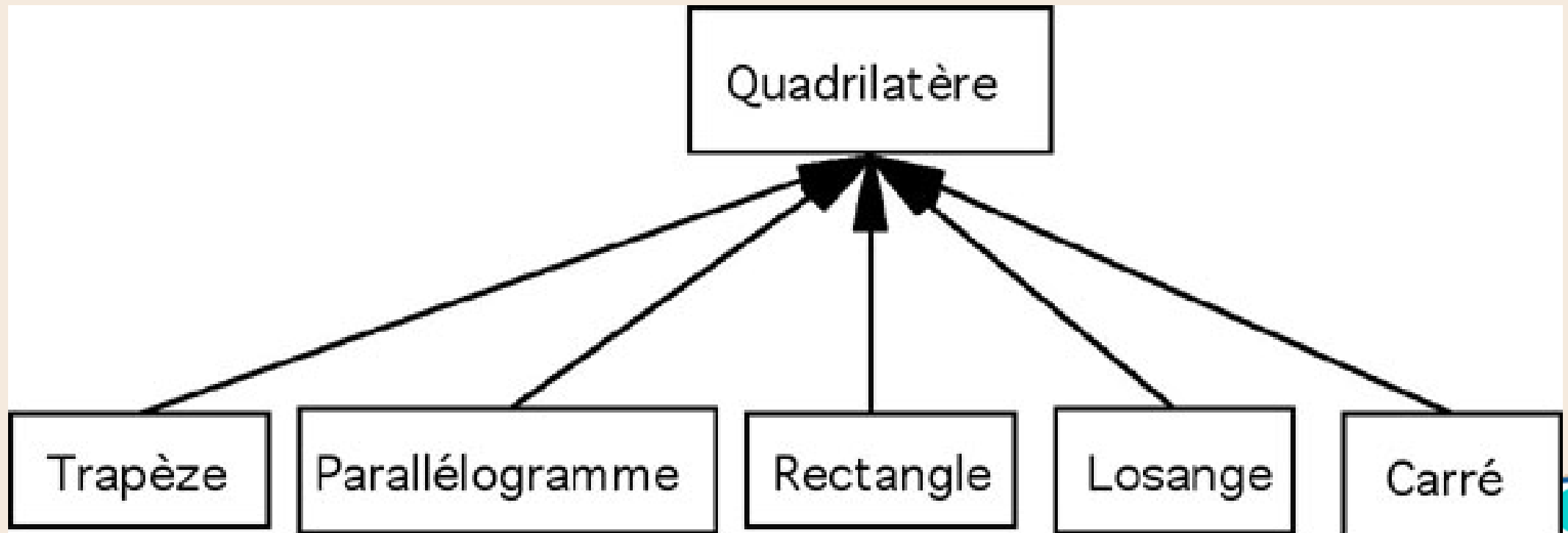
Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Comment classer ces quadrilatères ?



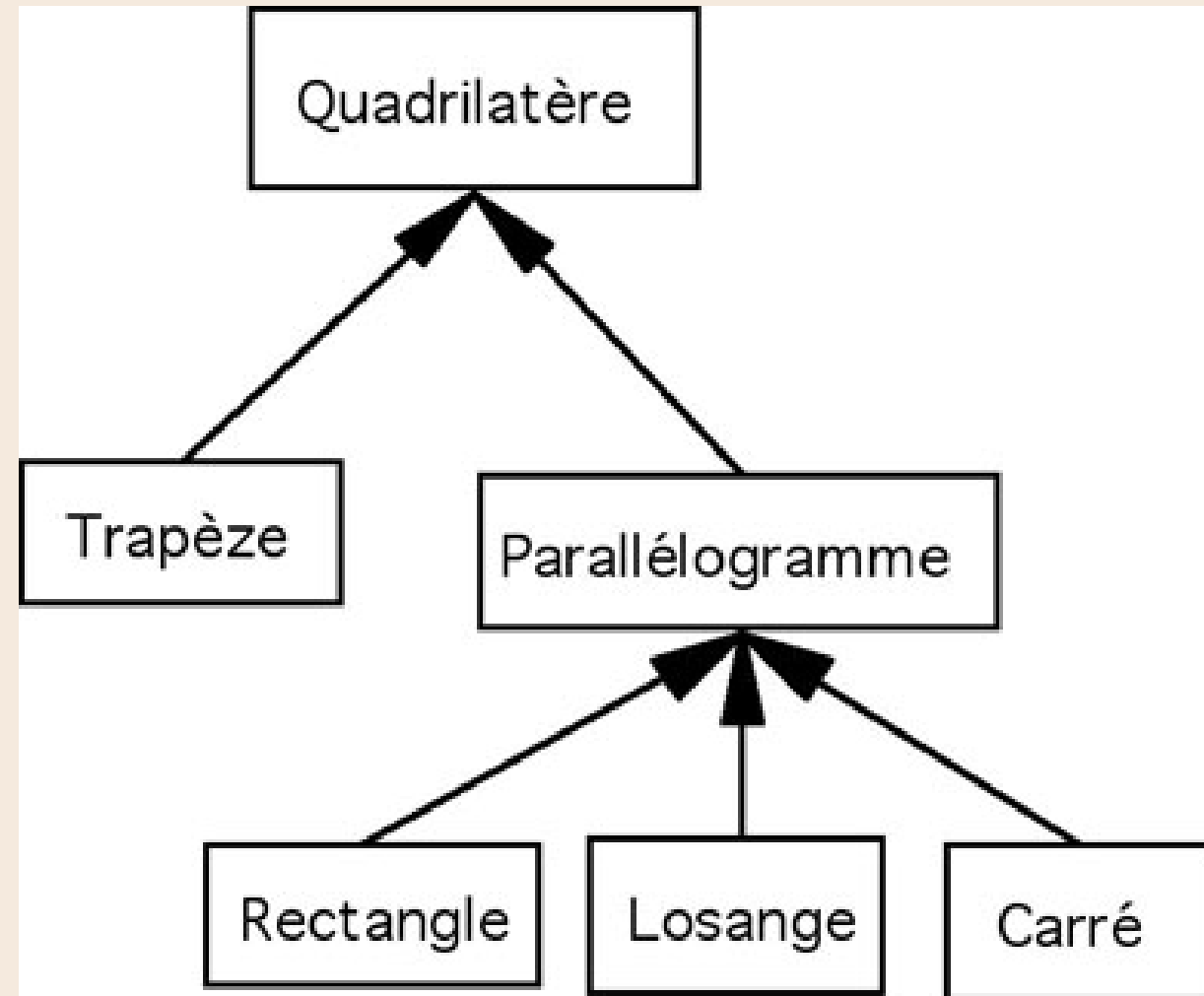
Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Que pensez-vous de ce modèle de classes ?



Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Ou de celui-ci ?

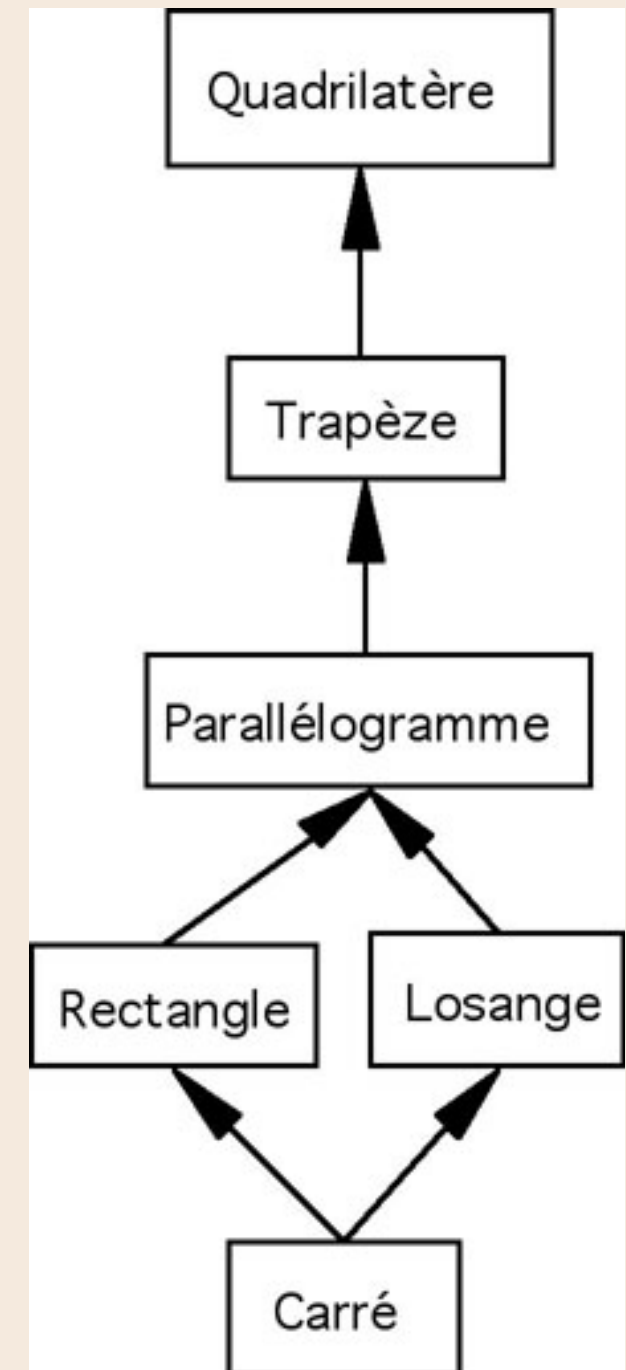


Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Encore mieux ?

Réfléchissez à des assertions telles que :

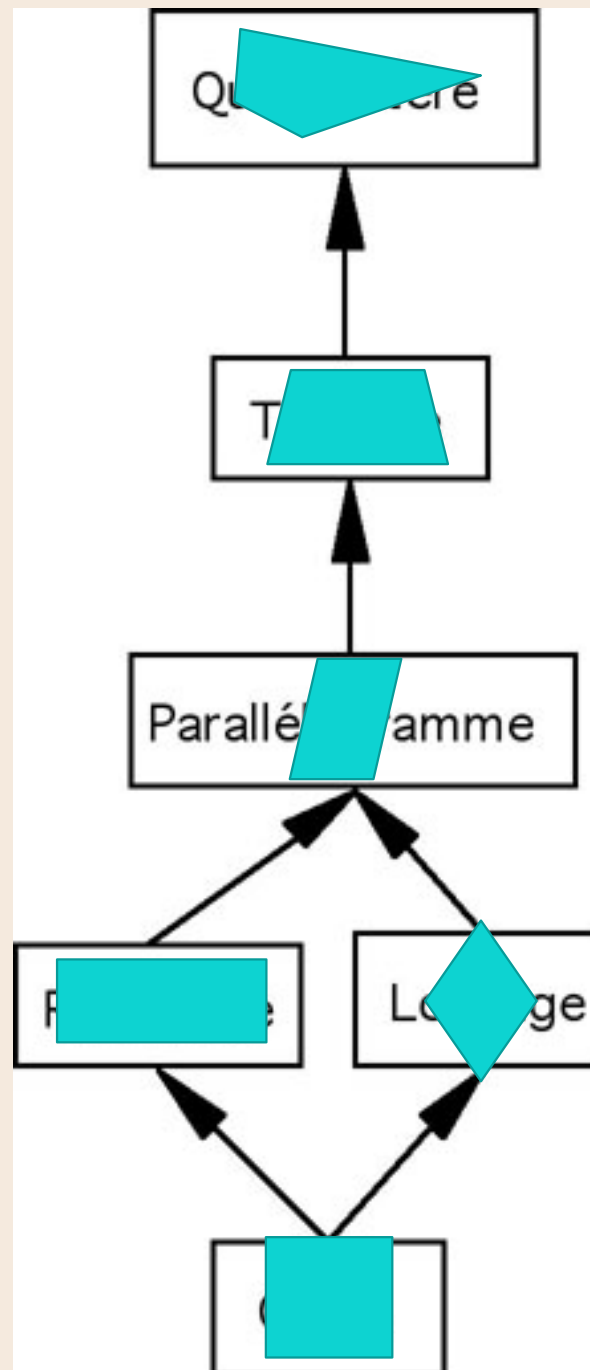
- Le trapèze **est-il** un quadrilatère ?
 - OUI => héritage
- Le trapèze **est-il** un carré ?
 - NON => le trapèze n'hérite pas du carré
- Le carré **est-il** un trapèze ?
 - OUI => héritage



Exo 13-57-03 : les quadrilatères

Plus en détail

What else ?
Héritage multiple.



4 angles droits

4 côtés

2 côtés parallèles

2 autres côtés parallèles

4 côtés égaux
(4 angles égaux)

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

```
class Quadrilatere:
    quatre_cotes = True

class Trapeze(Quadrilatere):
    deux_cotes_par = True

class Parallelogramme(Trapeze):
    deux_autres_cotes_par = True

class Losange(Parallelogramme):
    quatre_cotes_egaux = True

class Rectangle(Parallelogramme):
    quatre_angles_droits = 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)
```

```
<html>
```

```
<head></head>
```

```
<body>
```

```
  <div>
```

```
    Hi !
```

```
    <div>Hello World</div>
```

```
    <div>Hello You</div>
```

```
    <pre>I am "pre".</pre>
```

```
  </div>
```

```
</body>
```

```
</html>
```



= BUROTIX ()

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".""")
```

```
<html>
```

```
<head></head>
```

```
<body>
```

```
    <section>
```

```
        <div>Hello World</div>
```

```
        <div>Hello You</div>
```

```
        <pre>I am "pre".</pre>
```

```
    </section>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

