Introduction à la programmation orientée-objet

Yannick Prié
UFR Informatique – Université Lyon 1

Master SIB M1 – 2006-2007
UE1.2 *Organisation de l'information documentaire et programmation*

Objectifs du (petit) module

- Découvrir ce qu'est la programmation orientée-objet
  - pour des étudiants qui ont déjà appris la programmation impérative
  - Cours → 3 x 1h
  - TP → 3 x 2h
- Découvrir le langage Python

Organisation du module

- CM1
  - Objets / classes
  - Attributs
  - Méthodes
  - Collaboration d'objets
- TP1
  - Prise en main de l'environnement et du langage python (syntaxe python), manipulation d'objets
- CM2
  - Hiérarchie de classe et héritage
  - Relations entre classes
  - Conception objet
- TP2
  - Réalisation d'un petit programme impliquant plusieurs objets et classes.
- CM3 + TP3
  - Conception et réalisation d'un programme un peu plus ambitieux

Objets

- Objets du monde
  - Objets « concrets », plus ou moins coopératifs : cette pierre, ma télévision, ta voiture
  - Objets « abstraits », « conceptuels » : mon compte bancaire, le langage de programmation que j'utilise
- Classes d'objets
  - les pierres, les télévisions, les langages de programmation, les comptes bancaires, etc.
- Objets et classes d'objets sont toujours considérés dans un contexte

Abstraction

- Objets
  - tout ce qui nous permet de réfléchir, parler, manipuler des concepts du domaine, avec
    - un certain nombre de propriétés les caractérisant
    - un certain nombre de comportements connus
    - des classes d'objets avec des propriétés et des comportements similaires
- Abstraction
  - passage du particulier au général
  - « abstraire » des propriétés, comportements

En informatique

- Programme classique
  - structures de données (tableau, arbre, etc.)
  - opérations sur ces structures de données (fonctions)
- Difficultés
  - faire *évoluer* structures de données et fonctions en même temps
  - *réutiliser* des structures/fonctions en les spécialisant
  - ...

Idée objet

- Regrouper dans un composant
  - des caractéristiques qui concernent une entité informatique
    - structure de données
    - ensemble d'attributs
      - variables avec nom, type, valeur
  - les opérations liées à cette entité
    - ensemble de fonctions
    - appelées *méthodes*
      - avec : nom, valeur de retour, paramètres

Objet informatique

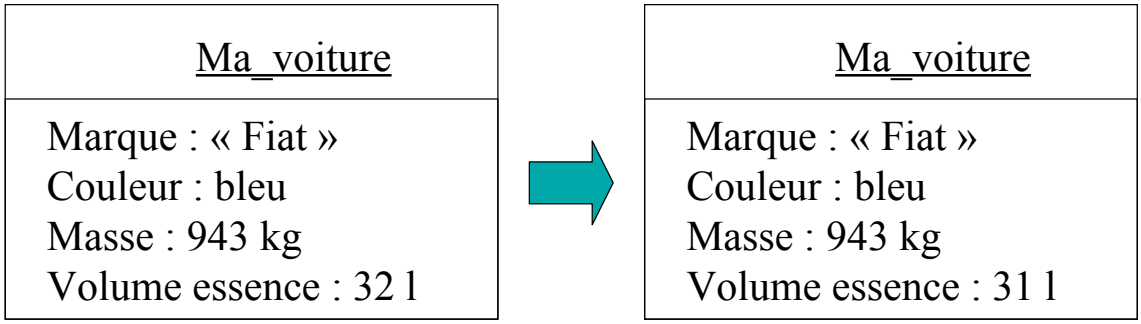
- Etat

  Ce qu'est l'objet à un instant donné
- \+ Comportement

  Comment l'objet réagit aux sollicitations
- \+ ...

Etat d'un objet

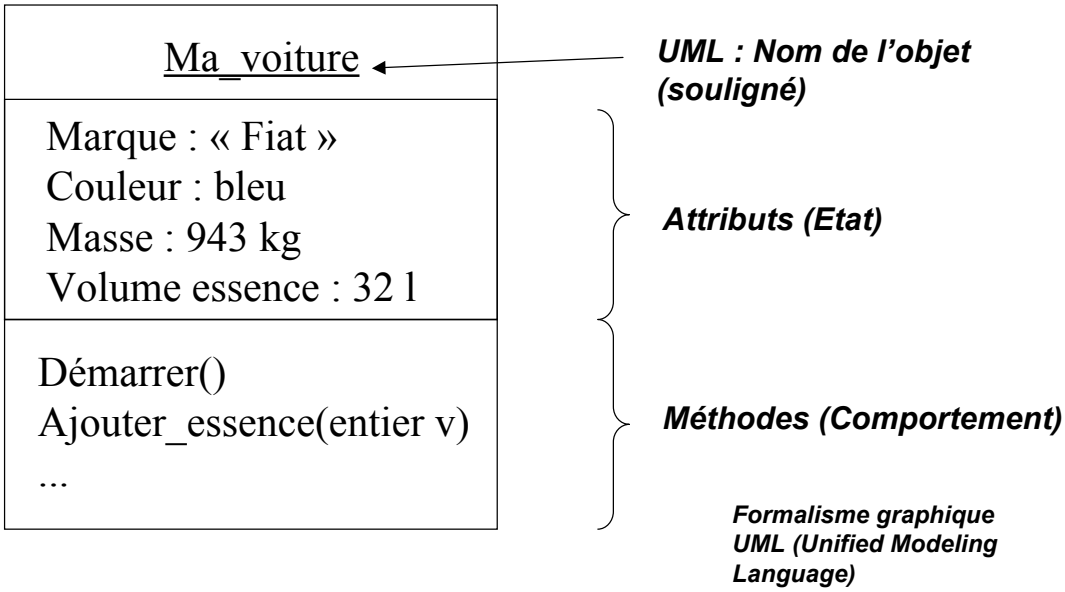
- Ensemble des valeurs des attributs de l'objet à un instant donné
- L'état d'un objet change pendant sa vie



Comportement d'un objet

- Actions et réactions possibles
  - ensemble d'*opérations / méthodes*
  - exemple automobile
    - *démarrer, rouler, stopper, ajouter_essence*
- Stimulation
  - demander à un objet d'effectuer une méthode = lui envoyer un message
  - Par exemple dans un programme
    - `ok = ma_voiture.démarrer()`
    - `vol = ma_voiture.ajouter_essence(15)`
- L'état dépend des opérations effectuées
  - Ex. `ma_voiture.volume_essence` si `ma_voiture.rouler()` a été appelée
- Les opérations dépendent de l'état courant
  - Ex. `ma_voiture.démarrer()` ne marchera pas si `ma_voiture.volume_essence == 0`

Représentation d'un objet



Accès aux attributs/méthodes

- Accès depuis un autre objet
  - Attribut/méthode publics
    - tout objet peut y accéder
  - Attribut/méthode privés
    - aucun autre objet ne peut y accéder
    - seul l'objet lui-même peut utiliser ses attributs et méthodes
      - comme un programme « indépendant »
  - Attribut/méthode protégé
    - accès limité

Objet informatique

- Etat

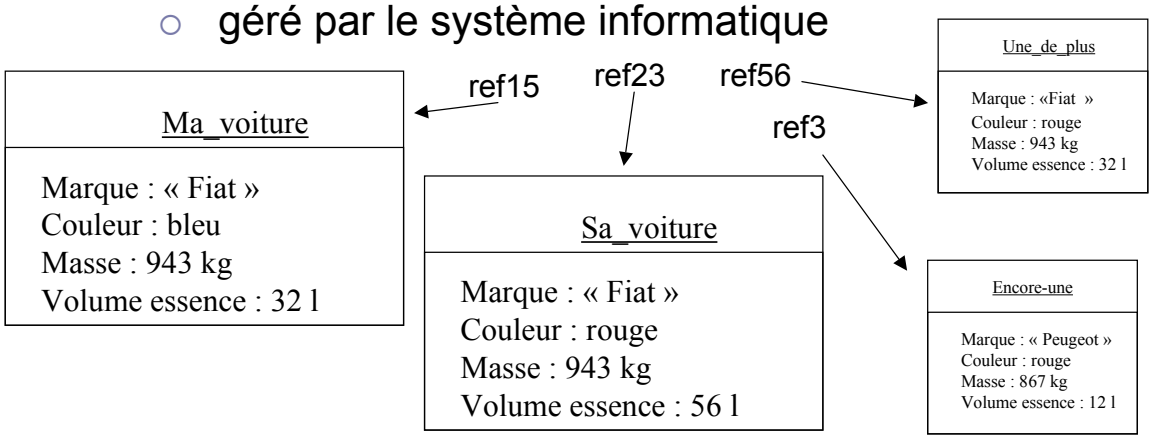
  Ce qu'est l'objet à un instant donné
- + Comportement

  Comment l'objet réagit aux sollicitations
- + Identité

  Ce qui identifie l'objet

Identité d'un objet

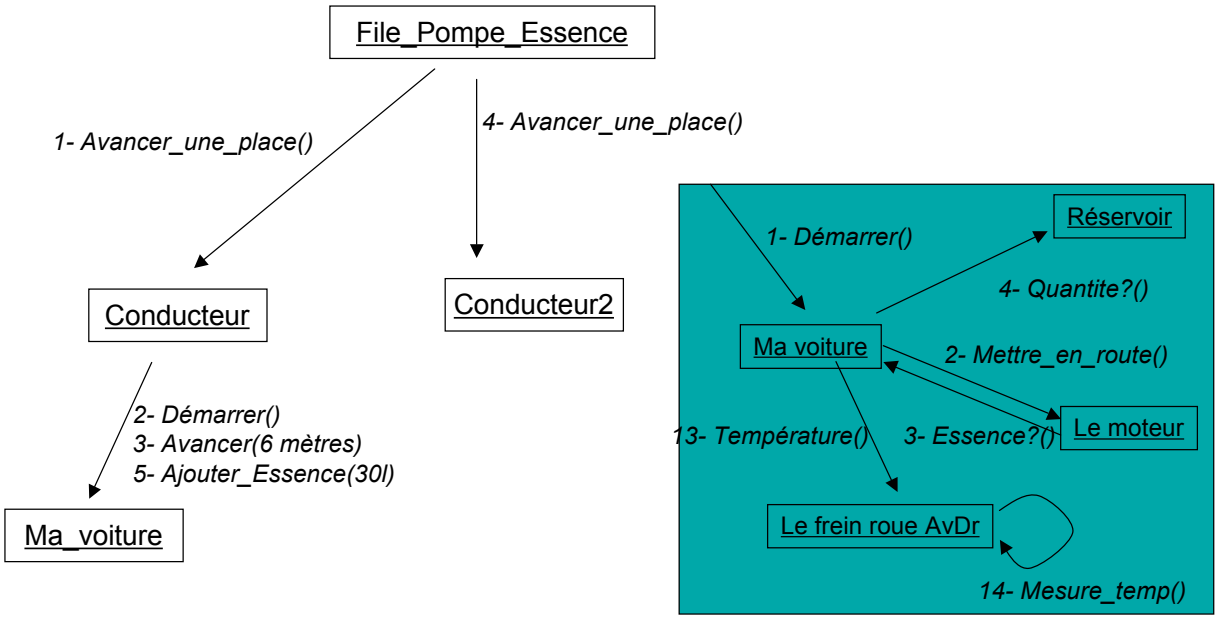
- Existence propre de l'objet
  - identification non ambiguë
  - indépendante de l'état
  - géré par le système informatique



Exécution OO

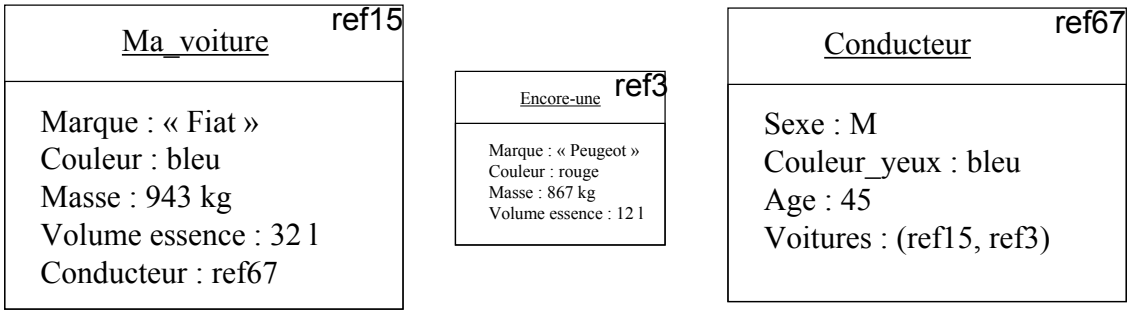
- Une « société d'objets » en mémoire
  - avec leurs états et leurs comportements
- Ces objets se « passent la main » en se rendant mutuellement des services
  - Un objet A envoie un **message** à un objet B pour lui demander de faire quelque chose
  - B exécute ce que A lui demande
    - il rend le service
  - B rend ensuite la main à A
- Remarque
  - pour rendre son service à A, B a pu demander un service à un autre objet C

Collaboration et envoi de messages



Liens entre objets

- Pour pouvoir envoyer un message à un objet, il faut le « connaître »
  - Ex. l'objet Conducteur connaît l'objet Ma_voiture
- Connaître un objet revient à avoir une référence qui lui correspond
  - Certains attributs d'un objet sont des références vers d'autres objets



En bref

- Cohérence interne des objets
  - données + traitements
- Faible couplage entre l'objet et l'environnement
  - envoi de messages
- Insertion dans un scénario de communication par envoi de messages
  - objets acteurs : à l'origine d'une interaction
  - objets serveurs : répondent à la sollicitation
  - objets agents : les deux

Que nous manque-t-il ?

- Soient 2 objets :
  - même structures de données (attributs)
  - même comportement (opérations)
- Il faut les décrire abstraitement de la même manière → classes

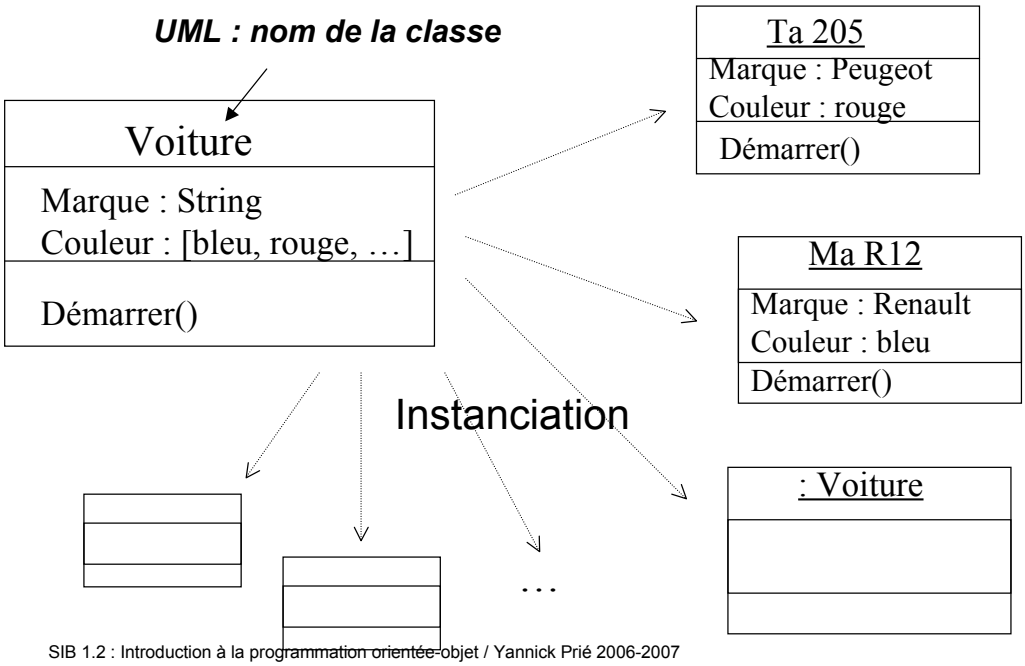
Ma R12
Marque : Renault Couleur : bleu
Démarrer()

Ta 205
Marque : Peugeot Couleur : rouge
Démarrer()

Regroupement en classes

- Les objets sont regroupés dans une *classe*
- Une classe est une *abstraction* décrivant les propriétés communes des objets qui en sont des *instances*
- Une classe décrit une infinité d'instances
- Un objet sait toujours de quelle classe il fait partie

Classification



Dans un programme OO

- On définit des classes
  - leur attributs, privés et publics
  - leurs méthodes, privées et publiques
- On instancie des objets à partir des classes
- On lance/gère la collaboration
  - envoi de messages à des objets
- Exécution du programme : objets
  - qui s'envoient des messages
  - qui changent d'état

Pour la suite

- Concepts objets
  - CM2 / CM3
- Découverte du langage OO Python
  - Fin de ce cours / TP1

Python

- Langage
  - Interprété
  - Interactif
  - Portable
  - Orienté-objet
- Inventé en 1990 par Guido Van Rossum
- Avec pour objectifs
  - Simplicité et puissance
  - Programmation modulaire
  - Lisibilité du code
  - Développement rapide d'application
  - Facilité de fonctionnement avec d'autres langages

Installation et utilisation

- Disponible sur http://www.python.org/download (gratuit, Open Source)
- Utilisation
  - interactive (shell)
  - batch (programme)
- Editeur intégré
  - IDLE : Integrated DeveLopment Environment

Eléments du langage

- Les espaces sont importants
  - Indentation d'un bloc (tabulation)
- Commentaires
  - *# mon commentaire*
- Booléens
  - Tout ce qui vaut 0, null, vide, est de longeur nulle, etc. est évalué à Faux
  - Le reste est évalué à Vrai

Nombres

- décimal e.g. 631, 3.14
- octal e.g. O631
- hexadécimal e.g. oxABC
- complexe e.g. 1 + 3j
- long e.g. 122233445656455L

- Opérateurs arithmétiques et logiques standards
- Division entière : 1/2 = 0

Chaînes (1/2)

- Concaténation
  - "Hello" + "World" -> "HelloWorld"
- Répétition
  - "UMBC" * 3 -> "UMBCUMBCUMBC"
- Indexation
  - "UMBC"[0] -> "U"
- Tranches
  - "UMBC"[1:3] -> "MB"
- Taille
  - len("UMBC") -> 4

Chaînes (2/2)

- Comparaison
  - "UMBC" < "umbc" -> 0
- Recherche
  - "M" in "UMBC" -> 1
- Possibilité d'utiliser des « simples quotes » ou des triples guillemets
  - e.g. 'UMBC' ou """Du texte "compliqué" avec des caractères spéciaux """
- Non mutable
  - on ne modifie pas, on recopie
  - c1 = c1 + c3 → on ne modifie pas le c1 original

Listes

- Ensemble de valeurs quelconques
  - Ma_liste = [124, "Python", [32, "bonjour"]]
  - Quelques opérations
    - Opérations de chaînes (accès, tranche, etc.)
    - Ajout ma_liste.append(342)
    - Insertion ma_liste.insert(2, "toto")
    - Inversion ma_liste.reverse()
    - Tri ma_liste.sort()
    - ...
- Tuples = listes non mutables
- Mon_tuple = (124, " Python ", "bonjour")

Dictionnaires

- Ensemble de couples clé/valeur
  - Mon_dict = {“Guido”: “Python”, “Ullman”: “ML”}
  - Quelques opérations
    - Insertion Map[“Ritchie”] = “C”
    - Accès Map[“Guido”]
    - Effacement del Map[“Ullman”]
    - Itération keys() values() items()
    - Présence has_key(“Guido”)
- Les valeurs peuvent être n’importe quoi
- Les clés doivent être non mutables

Variables

- Pas besoin de les déclarer
- Déduction du type à l’initialisation

  ex. F = 2 * 4.5 → f de type float
- Variables globales et locales

Références

- a = b
  - ne fait pas de copie de b
  - a et b réfèrent au même objet

E.g.

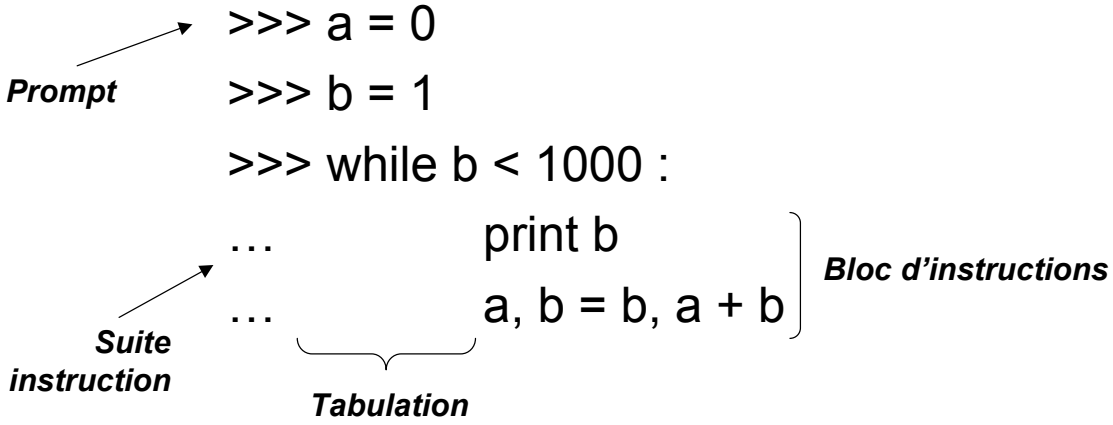
```
>>> a = [1,2,3]
>>> b = a
>>> a.append(4)
>>> print b
[1, 2, 3, 4]
```


Contrôle du flot

- if condition : statements
  [elif condition : statement]
  [else : statement]
- while condition : statements
- for var in sequence : statements
- break
- continue

Exemple

- (suite de Fibonacci)



Fonction range()

- Très utilisé dans les boucles for
- Exemples

```
>>>range(10)
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> range(1, 11)
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> range(0, 30, 5)
[0, 5, 10, 15, 20, 25]
>>> range(0, 10, 3)
[0, 3, 6, 9]
>>> range(0, -10, -1)
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
```

Fonctions et procédures

- Forme générale

```
def name(arg1, arg2, …):
    Statements
    return                  # from procedure        OU
    return expression       # from function
```

- Exemple

```
>>> def fib(n):    # write Fibonacci series up to n
…                   """Print a Fibonacci series up to n."""
...                 a, b = 0, 1
...                 while b < n:
...                         print b
...                         a, b = b, a+b
...                 return a
```

Documentation

Print

- Pour afficher n'importe quoi
  - directement

```
>>> toto = 99
>>> print toto , 5
99 5
```

  - En formattant

```
>>> chaine = "Bonjour"
>>> print "J'affiche %s et %i" % (chaine, toto)
J'affiche bonjour et 99
```

Modules

- Sortes de librairies
- Fichier contenant des définitions et des instructions Python
- Les fichiers ont un suffixe
  - mon_module.py
- Le module a un nom
  - mon_module
- On peut importer le contenu d'un module
  - import mon_module
- Certains modules sont livrés avec Python
  - exemple : sys

Paquetages

- Collections de modules
- Espace de nom permettant d'accéder à des modules
  - A.B réfère au module B dans le paquetage A
- Pour importer le module B
  - import A.B
    - puis utiliser A.B.xxx pour accéder aux objets, fonctions
  - from A.B import *
    - puis utiliser directement and use only the module name
  - possibilité d'importer seulement quelques éléments
  - from A.B import xxx, yyy, zzz

Classes et objets

- Classes

```
class MaClasse:
        instructions
class MaClasse(ClasseBase1, ClasseBase2):
        instructions
```

Héritage (cf. CM2)

- Objets
  - x = MaClasse()
  - Crée un nouvelle instance de la classe MaClasse, et l'assigne à la variable x

Exemple de classe

```
class Pile:
    "Une structure de données bien connue."
    def __init__(self) :
            self.items = []
    def push(self, x) :
            self.items.append(x)
    def pop(self) :
            x = self.items[-1]
            del self.items[-1]
            return x
    def empty(self):
            return len(self.items) == 0
```

Constructeur (cf. CM2)

une méthode prend toujours self comme argument

self = l'instance elle-même

Exceptions

Mécanismes de gestion des erreurs

```
try:
    Print 1/x
except ZeroDivisionError, message:
    print “Can’t divide by zero”
    print message

f = open(file)
try:
    process_file(f)
finally :
    f.close()
print “OK”
```


Lever des exceptions

- Raise ZeroDivisionException
- Raise ZeroDivisionException(“can’t divide by zero”)
- Raise ZeroDivisionException, “can’t divide by zero”

- Python permet de définir ses propres exceptions

Domaines d'application

- *Glue language*
- Applications graphiques
- Applications basés sur des protocoles internet
- Applications de bases de données
- Applications web
- Applications multimédia

Introduction à la programmation orientée-objet

Suite du cours

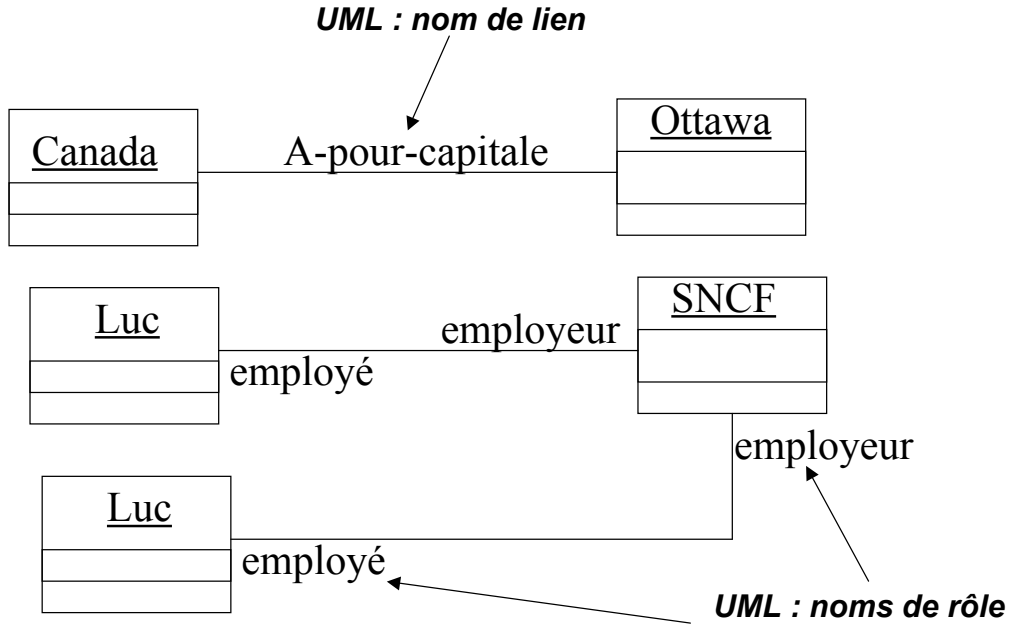
Résumé des épisodes précédents

- Objet = état + comportement + identité
  - Attributs
  - Méthodes
  - (référence)
- Classe
  - Abstraction
  - Définit une infinité d'objets instances

Plan

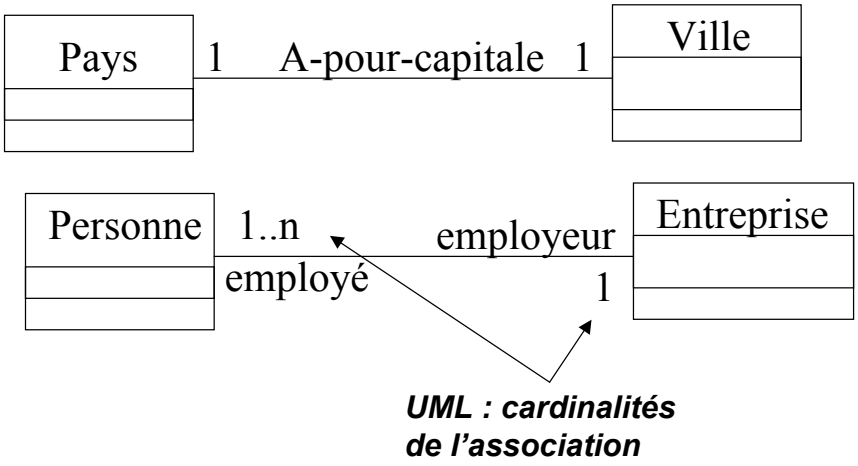
- Relations entre classes
- Hiérarchies de classes
- Classes et objets
- Initiation à la conception objet
- Eléments objets de Python

Liens entre objets



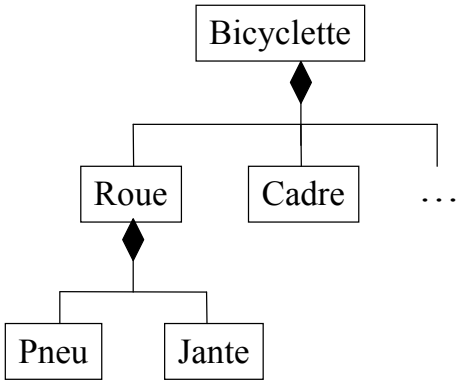
Associations entre classes

- Associations simples
  - Liens entre objets → associations entre classes



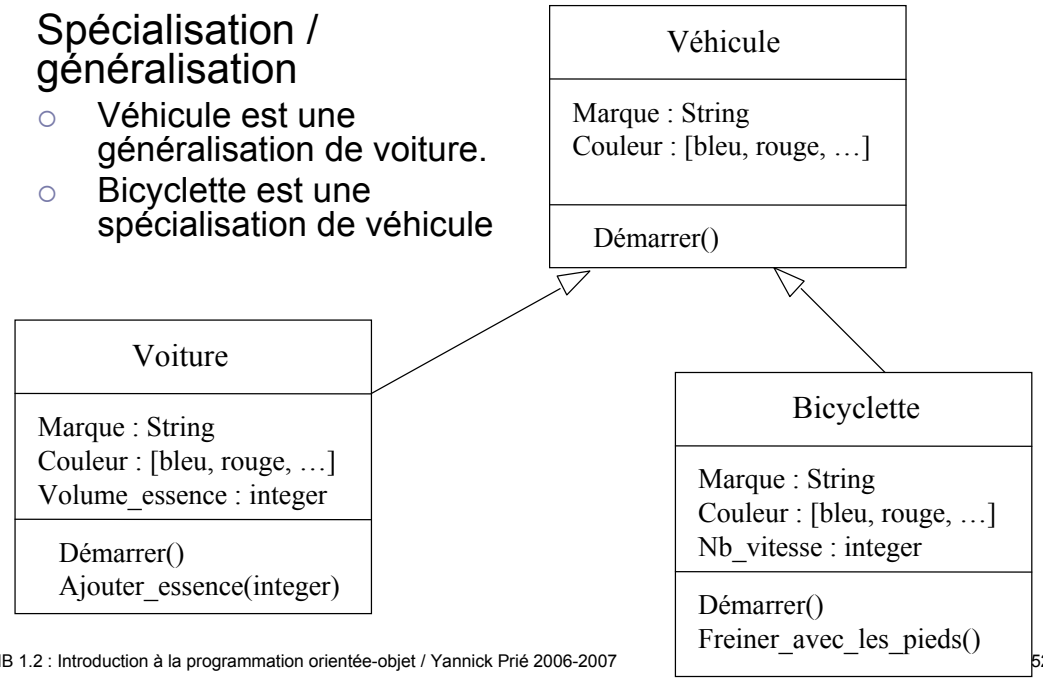
Associations entre classe

- Composition
  - Association particulière, dissymétrique
  - La destruction de l'objet composé entraîne celle des objets composants



Associations entre classes

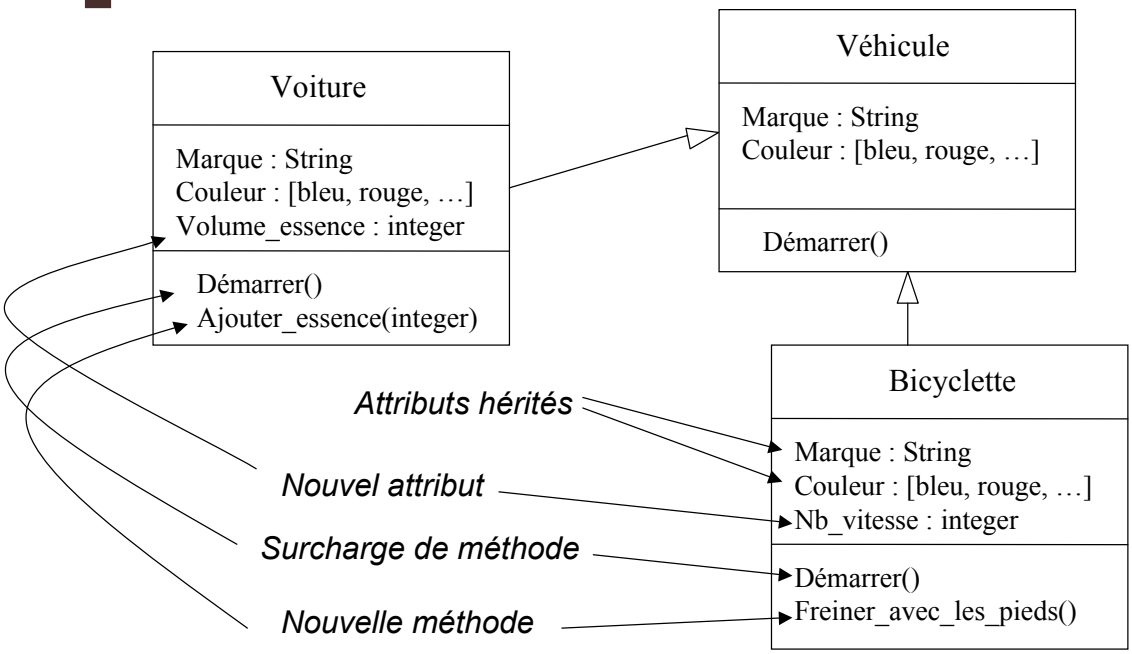
- Spécialisation / généralisation
  - Véhicule est une généralisation de voiture.
  - Bicyclette est une spécialisation de véhicule



Généralisation / spécialisation

- Mise en place d'une *hiérarchie de classes*
  - Voiture est une sous-classe de Véhicule
- Partage d'attributs et *héritage*
  - Une sous-classe hérite des attributs et des méthodes de sa super-classe
  - Héritage multiple : plusieurs super-classes
    - à manipuler avec beaucoup de précautions
- Ajout d'éléments propres
  - Une sous-classe peut ajouter des attributs et méthodes à ceux qu'elle possède par héritage
- *Surcharge*
  - Une sous-classe peut redéfinir les attributs et méthodes de sa sur-classe

Exemple



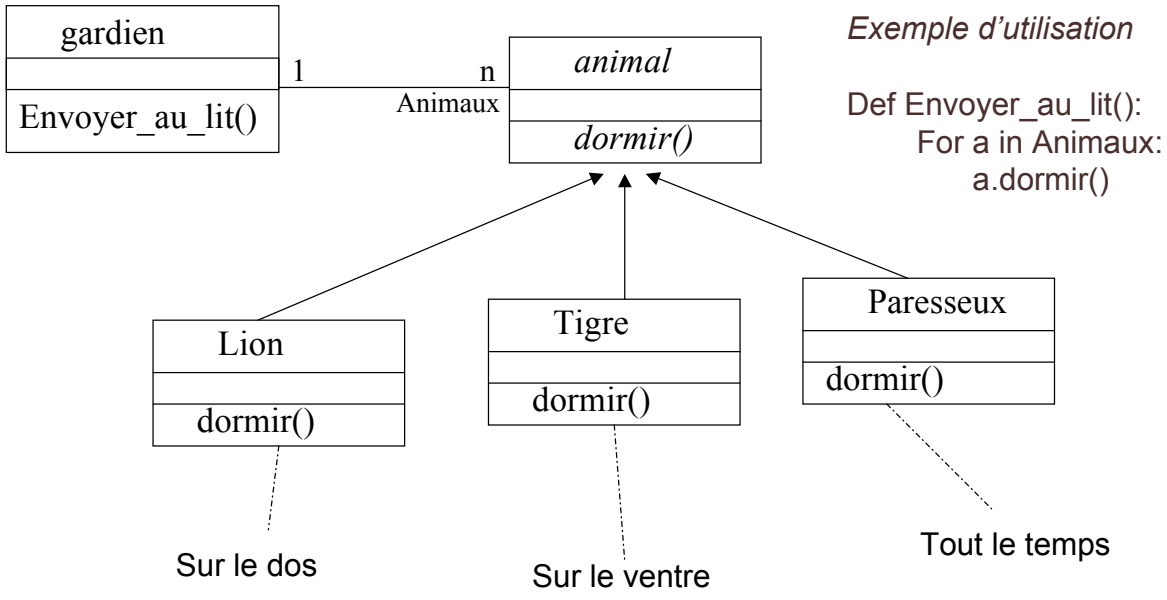
Polymorphisme

- Une même opération peut se comporter différemment pour différentes classes / objets
  - Suivant l'objet, le langage sélectionne la méthode à utiliser pour la classe en cours
  - Il n'y a pas besoin de connaître toutes les méthodes existantes pour en implanter une nouvelle

Ma R12
Marque : Renault Couleur : bleu
Démarrer()

Mon vélo
Marque : Peugeot Couleur : bleu Nb_vitesse : 21
Démarrer()

Exemple polymorphisme



Classe abstraite

- Classe qui n'est pas utilisée pour l'instanciation, et regroupe des propriétés et comportements
- Une classe dont certaines méthodes seront obligatoirement redéfinies dans les classes utilisées
  - Exemple : animal
    - pas d'instances, mais des instances de sous-classes

Contrôle d'accès des attributs et méthodes

- 3 types :
  - privé : limitation à la classe
  - public : accès pour toute classe
  - protégé : accès limité aux sous-classes

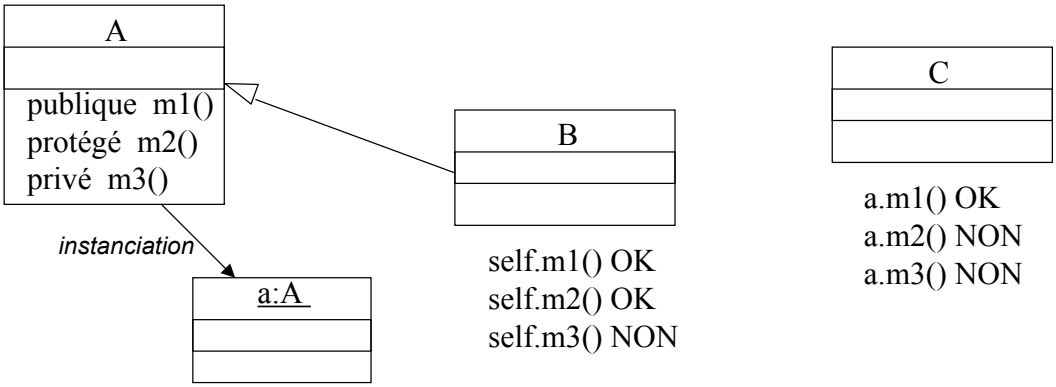


Diagramme de classes

- Regroupement/organisation de l'ensemble des classes de l'application
  - hiérarchie de classe
    + associations entre ces classes
- Provenance
  - Certaines classes sont livrées avec le système
  - Certaines proviennent de paquetages additionels, récupérés ou achetés
  - Certaines sont fabriquées par le programmeur
- Organisation en paquetages
  - Ensemble de classes utiles

Définition d'une classe

- Déclaration
  - éventuellement sous-classe d'une ou plusieurs autres classes
- Attributs
  - types simples
  - autres objets
- Méthodes
  - constructeur utilisé à l'instanciation
    - initialiser les attributs
    - Réserver de la mémoire
  - destructeur : utilisé à la destruction
    - libération de la mémoire
  - autres méthodes
    - sélecteurs : renvoient une partie de l'état de l'objet
    - modificateurs : modifient l'état
    - calcul
    - ...

Exemple python

```
class etudiant:
   "Classe representant un etudiant"

   def __init__(self,n,a):
      self.nom = n
      self.__age = a

   def get_age(self):
      return __age

   def affiche(self):
      print "Nom : %s - age %i " % ( self.nom ,
       self.__age )

   def __repr__(self):
     print "Nom : %s (%i ans)" % ( self.nom ,
       self.__age )
```

Constructeur

Attribut privé

```
class cours:
   "Classe representant un cours"

   def __init__(self,m):
      self.matiere = m
      self.etudiants = []

   def ajout_etudiant(self,e):
      self.etudiants.append(e)

   def liste_etudiants(self):
      print self.matiere + " :"
      for e in self.etudiants:
         e.affiche()
```


Une sous-classe

```
class etudiant_sib(etudiant):
   "Classe representant un étudiant du Mastere SIB"

   def __init__(self,n,a,p):
      etudiant.__init__(self,n,a)
      if p :
         self.prog = 1

   def affiche(self):
      print self.nom
      if self.prog:
         print ("(prend des cours de programmation)")
```

Appel constructeur de etudiant

Redéfinition de méthode

Héritage d'attribut

Instances objets

- Création de l'objet
  - avec des paramètres ou non
  - appel du constructeur adapté
    - allocation mémoire
- Vie de l'objet
  - réception et traitement de messages
  - envoi de messages à d'autres objets
- Mort de l'objet
  - appel du destructeur

Exemple python

```
>>> e1 = etudiant("Antoine",20)
>>> e2 = etudiant("Antoine",20)
>>> e3 = etudiant("Lydie",24)
>>> e4 = etudiant_sib("Jerome", 22, 1)
>>> c = cours("Systemes
    d'informations")
>>> c.ajout_etudiant(e1)
>>> c.ajout_etudiant(e2)
>>> c.ajout_etudiant(e3)
>>> c.liste_etudiants()
Systemes d'informations :
Nom : Antoine - age 20
Nom : Antoine - age 20
Nom : Lydie - age 24
>>> c.ajout_etudiant(e4)
>>> c.liste_etudiants()
Systemes d'informations :
Nom : Antoine - age 20
Nom : Antoine - age 20
Nom : Lydie - age 24
Jerome
(prend des cours de programmation)
```

Critères caractéristiques de l'OO

- Encapsulation données/traitements
- Identité
- Abstraction / classification
- Polymorphisme
- Généralisation / héritage

Langages orientés-objet

- Plus ou moins récents, objets (différents héritages), lisibles, efficaces, simples, expressifs, modulaires, résistants aux erreurs de codages, interfaçables avec d'autres langages, portables, interprétables/compilables, etc.
- Quelques exemples
  - Smalltalk
    - tout objet
  - C++
    - extension du C
  - JAVA
    - plus haut niveau, très utilisé
  - C# (Microsoft)
    - Clone de Java
  - Python
    - Simple, lisible, très haut niveau
  - ...

Initiation à la conception OO

- Quelques transparents
  - Pour donner une idée des grandes lignes de la conception orientée objet de SI
    - Expression des besoins
    - Analyse et conception objet
    - Développement incrémental
    - Gestion de projet
- Mots-clés
  - Réutilisation, abstraction,documentation
  - Attention à l'utilisateur

Objets du monde et objets informatiques

- Objectif :
  - objet informatique de première classe représente un objet du monde réel
    - stabilité au changement
  - langage commun entre
    - l'utilisateur du système
    - le concepteur
    - l'informaticien

→ fonder l'analyse du problème (et de la solution) sur des objets partagés

Des besoins au classes

- Cas d'utilisation
  - classes d'interactions entre système et utilisateur
    - Ex. se connecter au système
  - description par des scénarios = interactions particulières qui décrivent le maximum du fonctionnement du système
    - Ex.
      - sc1 = taper login, mdp, appui « entrée », connexion
      - sc2 = taper login, pas de mdp, appui « entrée », fenêtre erreur, appui « ok »
      - sc3 = taper login, mdp faux trois fois de suite, fenêtre erreur2
      - sc4 = taper login, annulation
      - ...
- Réalisation des scénarios avec des « collaborations d'objet »
  - un ensemble d'objets interagit pour mettre en œuvre le scénario
  - plusieurs scénarios → plusieurs types d'objets qui rendent des services dans divers contextes
- Déduction du diagramme de classes
  - Abstraction à partir des objets nécessaires

Gestion de projet

- Importance du développement incrémental
  - plusieurs cycles pour arriver au système complet
  - prototype qui fonctionne à chaque fin de cycle
    → satisfaction utilisateur / concepteur / développeur
- Attention portée au risque
  - évaluer en permanence ce qu'on sait faire, ce qu'on ne sait pas faire, et le danger associé à chaque risque
  - s'attaquer toujours au plus risqué

Python : le retour

- Déclaration de classes
- Méthodes et attributs privés
- Méthodes de classe
- ...

Remerciements

- Quelques transparents sont directement adaptés du cours « Python » par K. Naik, M. Raju et S. Bhatkar (2002)