

Section 17 :

Programmation Orientée Objet

"Patron de Conception"

(Design Pattern)

Syllabus & Exercices



= BUROTIX ()

17. POO Design Pattern

- 17-01 Decorator
- 17-02 Factory
- 17-13 Iterator
- 17-16 Event & Observer
- 17-19 Singleton

 → Orienté Objet → 17-POO-design-pattern



= BUROTIX ()

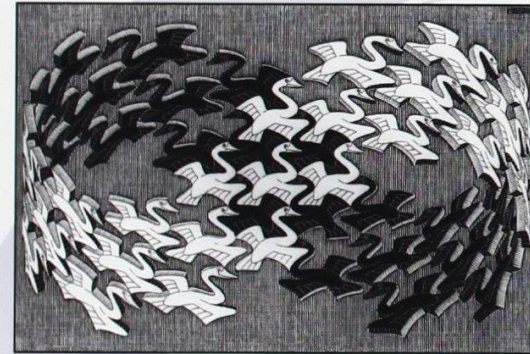
Design Pattern : références

"Design Patterns –
Elements of Reusable
Object-Oriented Software"
By the *Gang of Four*

Design Patterns

Elements of Reusable
Object-Oriented Software

Erich Gamma
Richard Helm
Ralph Johnson
John Vlissides



Cover art © 1994 M.C. Escher / Cordon Art - Baarn - Holland. All rights reserved.

Foreword by Grady Booch



Design Pattern : références

- <https://refactoring.guru/design-patterns>



Design Pattern : définition

- concept de génie logiciel
- résolution de problèmes récurrents de conception logicielle
- formalisation de bonnes pratiques
 - issu de l'expérience des concepteurs de logiciels
 - vocabulaire commun entre les intervenants (concepteur, programmeur, testeurs, ..)
- capitalisation de l'expérience
 - solution standard et (ré)utilisable
 - grandes lignes d'une solution, adaptable
- réduction des interactions entre objets
- diminution du temps de développement



Design Pattern : familles

- Créateurs
 - instantiation et configuration des classes et des objets
- Structuraux
 - organisation des classes d'un programme dans une structure plus large
- Comportementaux
 - Organisation des objets en vue d'une collaboration



Les design patterns du *gang of four*

- | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|
| 1. Décorateur | 8. Commande | 17. Prototype |
| 2. Fabrique | 9. Composite | 18. Proxy |
| 3. Fabrique abstraite | 10. Façade | 19. Singleton |
| 4. Adaptateur | 11. Flyweight | 20. Strategy |
| 5. Pont | 12. Interpreter | 21. Template method |
| 6. Monteur | 13. Iterator | 22. Visitor |
| 7. Chaîne de responsabilité | 14. Mediator | |
| | 15. Memento | |
| | 16. Observer | |



Chapitre 17-01 : Décorateur

Design Pattern comportemental



= BUROTIX ()

Design Pattern : Decorator

- Utilité : Ajouter des fonctionnalités à un objet.
 - Par ex. lors du développement d'une nouvelle version d'un module
- Il faut savoir qu'en Python
 - Une fonction peut être passée en argument à une autre fonction.
 - On peut définir une fonction à l'intérieur d'une autre fonction.
 - Une fonction peut retourner une autre fonction.
- Décorateur en Python
 - Fonction recevant une autre fonction en argument
 - Comportement de la fonction argument **étendu** par le décorateur
- Syntaxe : **@decorator**



Design Pattern : Decorator

- Exo 17-01-05
- Référence
 - <https://www.tutorialsteacher.com/python/decorators>



Decorator : @classmethod

- Utilité : Pouvoir appeler une méthode **MethodName** sans créer l'objet de classe **ClassName**
 - Syntaxe pour la déclaration

```
@classmethod
def MethodName():
    ...
```
 - Syntaxe pour l'appel

```
ClassName.MethodName()
```
- Remarque
 - alternative à la fonction **classmethod()** (obso)



Decorator : @classmethod

- Décorateur d'une méthode de classe, p.ex. **MethodName**
 - Souvent d'une classe abstraite
- Premier paramètre : **cls**
 - utilisé pour accéder aux attributs de classe
- Accès uniquement aux attributs de classe
 - non aux attributs d'instance
- **MethodName** peut retourner un objet de la classe.
 - Application remarquable à certains design patterns : Factory, Singleton, ...



Decorator : @classmethod

- Exo 17-01-07, 17-01-08
- Remarques:
 - Les @classmethod ne peuvent manipuler que les attributs de classe, pas les attributs d'objet.
- Référence
 - <https://www.tutorialsteacher.com/python/classmethod-decorator>



Remarque : décorateurs

@classmethod vs. @staticmethod

@classmethod

- 1er argument : **cls**
- accès en lecture et en écriture aux attributs de la classe
- application
 - modification des attributs de la classe
 - générateur d'objet (cf design pattern "factory")

@staticmethod

- pas de 1er argument spécifique
- aucun accès aux attributs de la classe
- application :
 - tâche utilitaire
 - calcul

Remarque : décorateurs

@classmethod vs. @staticmethod

```
class Employee:
    __min_age = 25

    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age
```

```
@staticmethod
def isAdult(age):
    if age > 18:
        return True
    else:
        return False
```

```
@classmethod
def factory(cls, name, year):
    current_age = today().year - year
    if cls.isAdult(current_age)
        and current_age >= cls.__min_age:
        return cls(name, current_age)
```

```
@classmethod
def set_age_to_work(cls, new_age):
    cls.__min_age = 18
```



Chapitre 17-02 : Factory

Design Pattern créateur



= BUROTIX ()

Design Pattern : Factory

- Utilité : Créer une instance à partir d'une famille de classes.
 - Isolement du processus de création d'un objet
 - En pratique, quand la création d'un objet et le choix de la classe adaptée est complexe, par ex. quand elle dépend de nombreux paramètres
 - Code simplifié, réutilisable et facile à entretenir.



Design Pattern : Factory

- Implantation
 - Via la méthode **factory()**
 - Elle crée l'objet sur base
 - des paramètres fournis
 - de l'algorithme contenu dans la méthode
 - Elle retourne l'objet.
 - Méthode statique, appellable depuis la classe parente
 - **@classmethod**



Exo 17-02-05 : translator (sample)

```
class Translator:

    @classmethod
    def factory(cls, language="English") :
        """Factory Method"""
        ...
        return a_given_object

# MAIN
f = Translator.factory("French")
```



Exo 17-02-13 : quadrilatère

- Partez du fichier 17-02-13_quadrilateres_start
 - La fonction **dump** est fournie.
- Implantez **factory**. Principe : **factory** retournera un quadrilatère, un losange ou un parallélogramme en fonction des valeurs de la liste fournie par l'utilisateur (input).

```
shape1 = Quadrilatre.factory([ 10, 15, 20, 25 ])
dump(shape1, "*** shape1") # quadrilatère
```

```
shape2 = Quadrilatre.factory([ 5, 5, 5, 5 ])
dump(shape2, "*** shape2") # losange
```

```
shape3 = Quadrilatre.factory([ 5, 15, 5, 15 ])
dump(shape3, "*** shape3") # parallélogramme
```



Exo 17-02-14 : formes géométriques

- Partez du fichier 17-02-14_shapes_start
- Implantez les méthodes et le `factory` répondant à l'usage donné.
- Les paramètres (longueurs, etc.) sont donnés en input par l'utilisateur.

```
shape_name = input("Enter the name of the shape: ")  
shape = Shape.factory(shape_name)
```

```
print("The type of object created: {}".  
      .format(type(shape)))
```

```
print("The area of the {} is {}:".  
      .format(shape_name, shape.calculate_area()))
```

```
print("The perimeter of the {} is: {}".  
      .format(shape_name, shape.calculate_perimeter()))
```



Chapitre 17-13 : Iterator

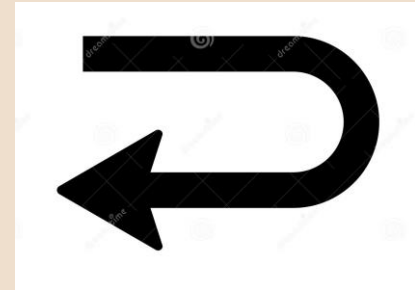
Design Pattern comportemental



= BUROTIX ()

Préalable : Generator

- Variante d'un itérateur classique (**for**, **while**, ...)
- Mais pas de stockage en mémoire des éléments
- Dans une fonction : utiliser l'instruction **yield** ("céder") et non **return**
- **Return**
 - Retourne un ensemble de valeurs
 - La fonction est terminée
 - L'ensemble des valeurs a dû être mis en mémoire
- **Yield**
 - Retourne une valeur
 - La fonction continue
 - La fonction retourne toutes les valeurs par "paquets", itérativement.



<https://realpython.com/introduction-to-python-generators/>



= BUROTIX ()

Préalable : Generator : Exo 17-13-01

sample

Défi : On veut se procurer des nombres pairs, sans se préoccuper de les calculer.

```
def infinite_sequence():  
    num = 0  
    while True:  
        yield num  
        num += 2
```

```
for i in infinite_sequence():  
    print(i, end=" ")
```

Ou

```
gen = infinite_sequence() # gen : generator  
next(gen) # 0  
next(gen) # 1 ...
```

- Utile pour le debug en console



Préalable : Generator : Exo 17-13-02

application à la lecture d'un gros fichier

```
# opening file using return
# => tout le contenu est retourné en un coup
def csv_reader_1():
    file = open(fn)
    result = file.read().split("\n")
    return result
```

```
# opening file using yield
# => le contenu est retourné ligne par ligne
# => gain en mémoire
def csv_reader_2():
    for row in open(fn, "r"):
        yield row
```

Préalable : Generator : Exo 17-13-03

fonctions iter() et next()

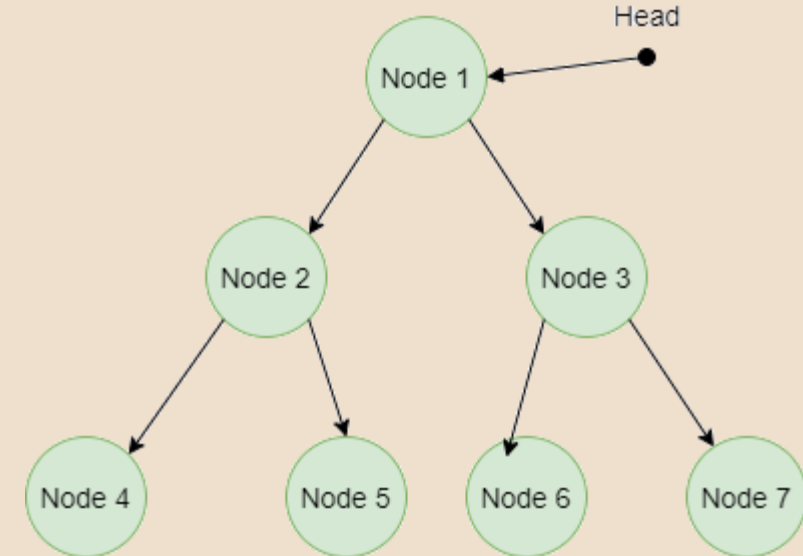
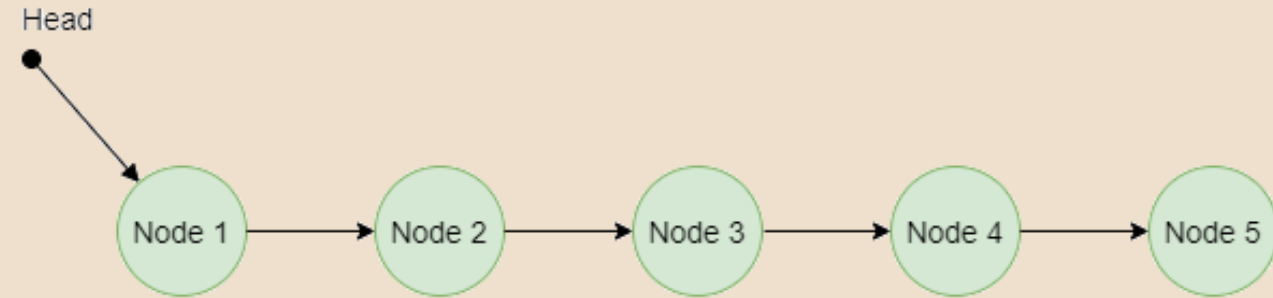
```
mytuple = ("apple", "banana", "cherry")
myit = iter(mytuple)
while True:
    try:
        letter = next(myit)
    except StopIteration:
        break
    print(letter)
```

apple
banana
cherry

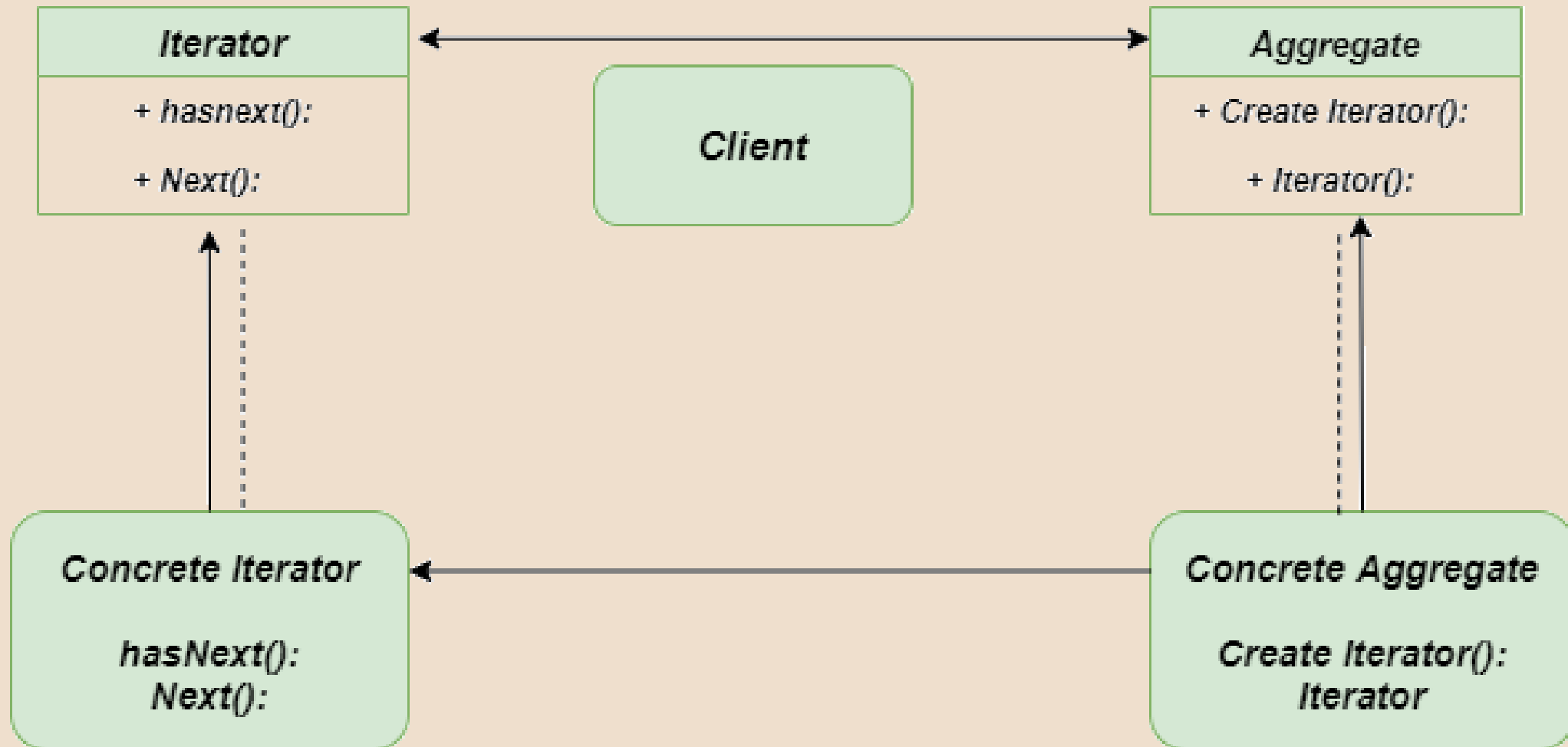


Design Pattern : Iterator

- Utilité : Accéder séquentiellement aux éléments d'un objet agrégé
 - Sans exposer son implémentation
 - On parcourt les éléments des collections sans prendre en compte les détails approfondis des éléments.



Design Pattern : Iterator



Design Pattern : Iterator : création

- Méthode `__iter__()`
 - Pour initialiser l'iterator
 - Similaire à `__init__()`
 - Retourne : l'objet (self) !
- Méthode `__next__()`
 - Pour atteindre l'élément suivant
 - Retourne : l'élément suivant de l'itération
 - Fin d'itération : `raise StopIteration`



Design Pattern : Iterator : Exo 17-13-06

Ecrivez l'itérateur qui implante un compte à rebours. Scénario :

```
# initialization du Countdown à 5  
my_iter = iter(CountDown(5))
```

```
while True:  
    try:  
        # iteration  
        i = next(my_iter)  
        print(i)  
  
    except StopIteration:  
        # quand i atteint 0  
        print("Go !")  
        break
```

4

3

2

1

Go !



= BUROTIX ()

Design Pattern : Iterator : Exo 17-13-06

```
class Counter:

    def __init__(self):
        # Constructor
        ...

    def __iter__(self):
        # creates iterator object
        self.__target = 0
        return self

    def __next__(self):
        # move to next element

        # decrement
        self.__counter -= 1

        # Stop if target reached
        if self.__counter <= self.__target:
            raise StopIteration

        # Else return value
        return self.__counter
```



Exo 17-13-11 : feu de signalisation

- Partez de l'exo 17-13-11_start.py
- Redesignez la classe **Light** avec le Design Pattern **Iterator**
 - Méthode **__iter__()**
 - Méthode **__next__()**
 - Utilisation de **iter()**
 - Utilisation de **next()**
 - Quid de l'objet **feu01** ?



Exo 17-13-24 : la jungle

- Partez de l'exo 17-13-24_jungle_start.py
- Redesignez ce code avec le Design Pattern

Iterator

- Méthode `__iter__()`
- Méthode `__next__()`
- Remplacez les méthodes `go()`



Chapitre 17-16 : Observer & Événement

Design Pattern comportemental



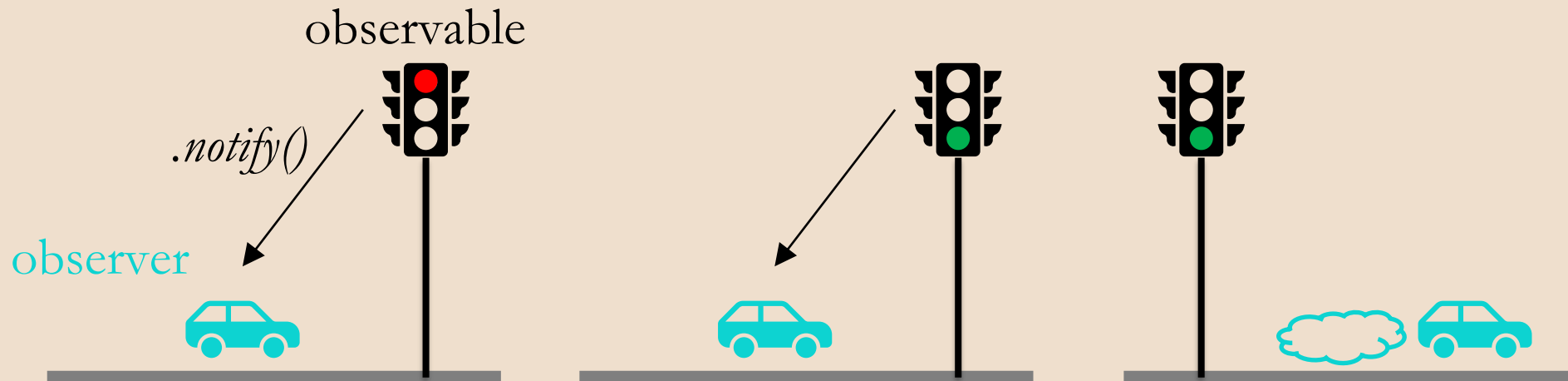
= BUROTIX ()

Patron de conception Observer

- Un *observateur* observe des *observables*.
- En cas de **notification**, les observateurs effectuent une action en fonction des informations qui viennent des observables.
- La notion d'**observateur/observable** permet de coupler des modules de façon à réduire les dépendances aux seuls phénomènes observés.
- Notions **d'événements (voir cours sur les événements)**

Design Pattern : Observer

- Collaboration entre feu et voiture
 - Rapprochons-nous de la réalité
 - Le feu envoie une notification (sa couleur) à la voiture
 - La voiture réagit en conséquence.

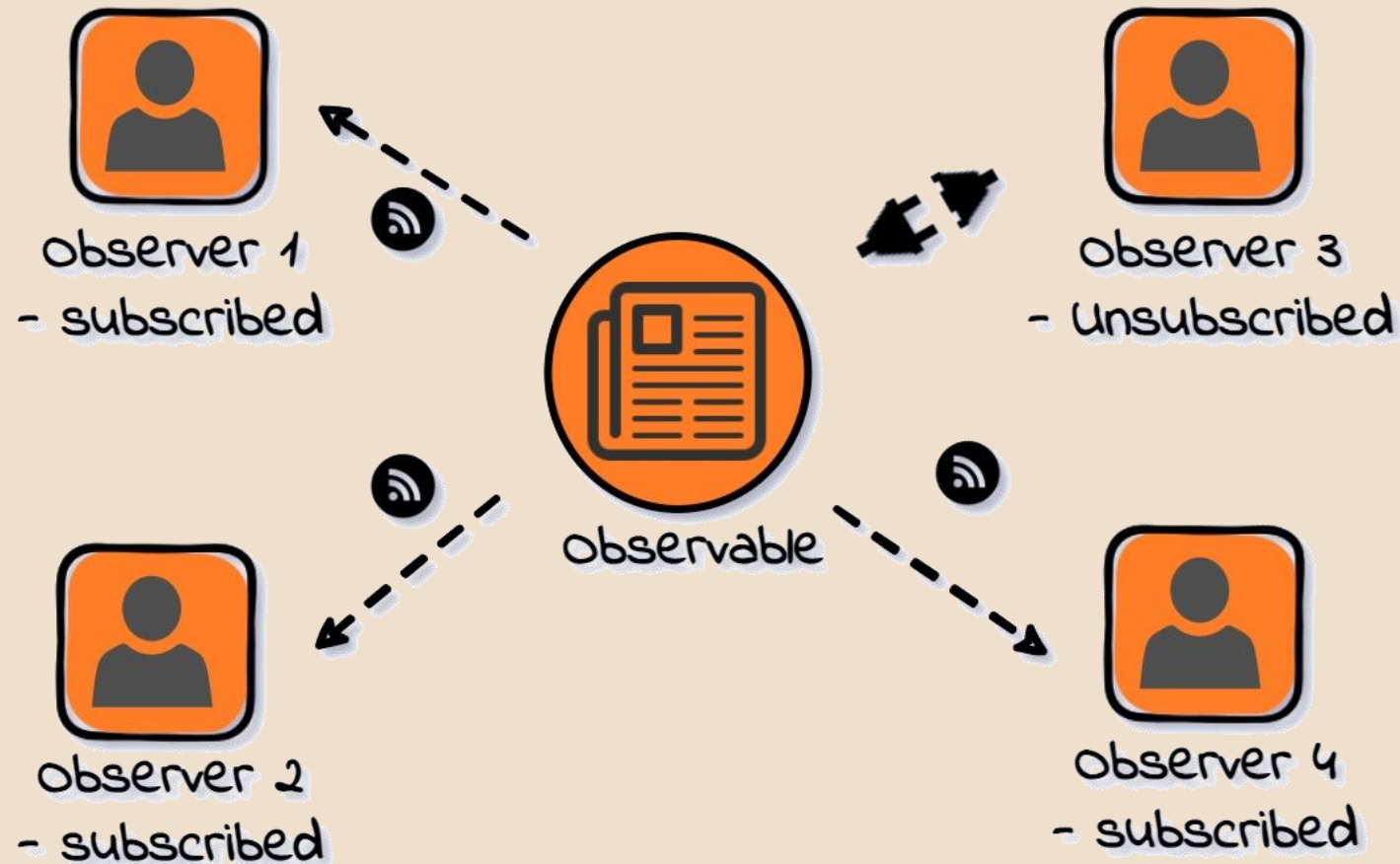


Design Pattern : Observer

- Utilité : Gestion des évènements
 - Lorsqu'un objet change, d'autres objets sont avisés du changement.
- Principe
 - Un objet **sujet** est déclaré "**observable**".
 - Les objets **observateurs** du sujet sont déclarés "**observer**".
 - Un mécanisme de **souscription** est mis en place.
 - Le sujet déclenche l'exécution d'une méthode de l'observateur.
 - Les observateurs ne sont activés que quand ils sont notifiés.
- Avantages
 - Limitation du **couplage entre objets** aux seuls phénomènes à observer.
 - Simplification si des observateurs multiples dépendent du même sujet



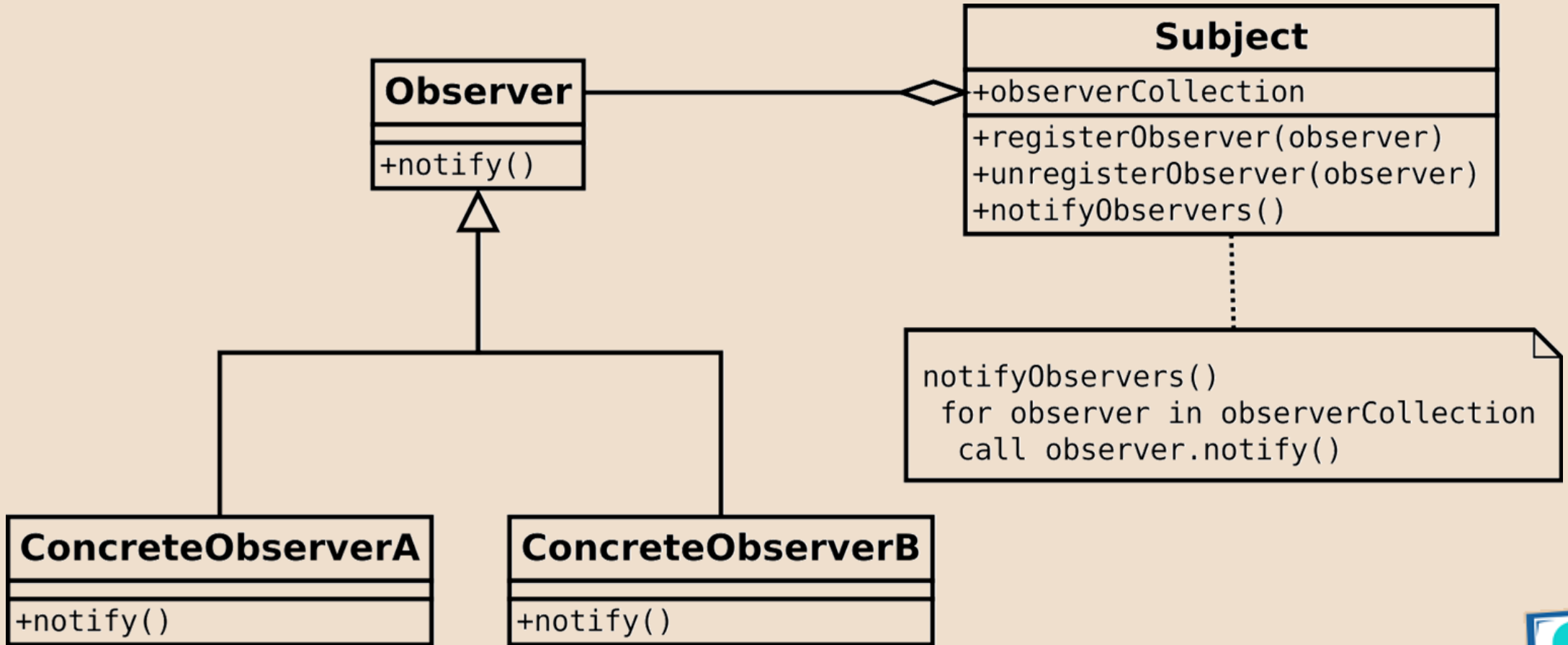
Design Pattern : Observer : Souscription

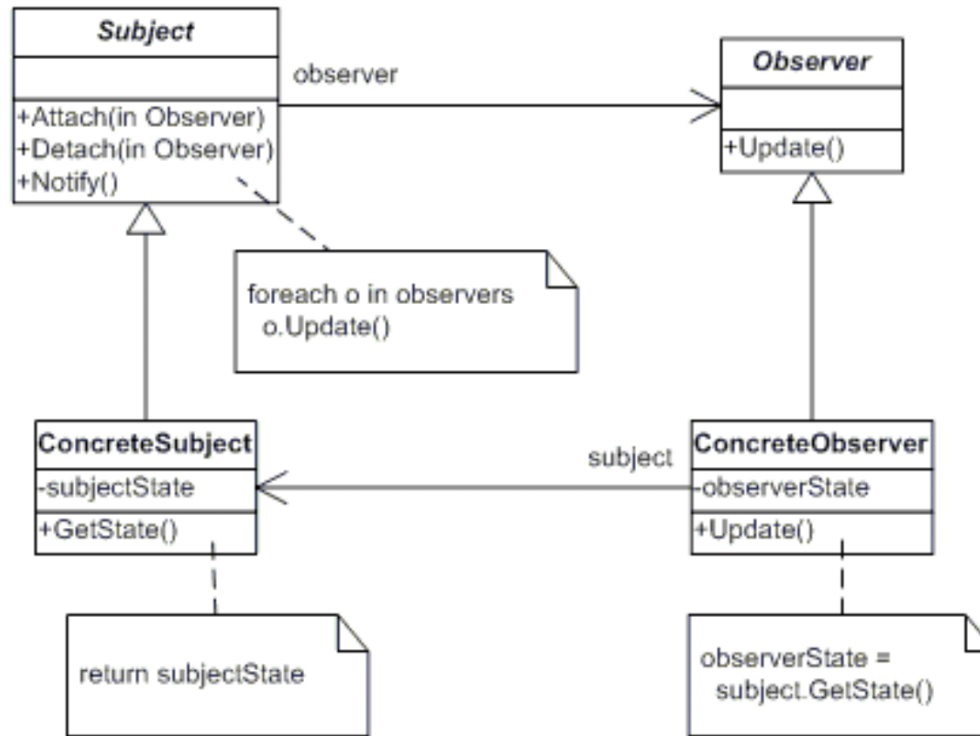


Design Pattern : Observer : Architecture

- Relation One-To-Many
 - un sujet, plusieurs observateurs
 - Pas de "event manager"
- Sujet
 - Class **Observable**
 - Il gère la liste des observateurs.
 - modification apportée au sujet => **message** émis vers les observateurs
 - méthode **notifyObservers()**
- Observateurs
 - Class **Observer**
 - modification apportée au sujet => **message** reçu de la part du sujet
 - méthode **notify()**, appelée lorsqu'un message est émis.
 - responsable de la mise à jour de son état

Design Pattern : Observer : UML





Exemple :

- Le sujet concret est *un cours de bourse*
- L'observer concret est un *Investisseur (Jean)*

L'investisseur (ConcreteObserver) veut être notifié à chaque fois que le cours d'IBM (ConcreteSubject) change

Observer : exo 17-16-02 : trivial

à télécharger et à tester

```
class Observer:
    """ observateur """

    def __init__(self, observable):
        observable.subscribe(self)

    def notify():
        pass
```

```
class Observable:
    """ sujet """

    def __init__(self):
        self.observateur_l = []

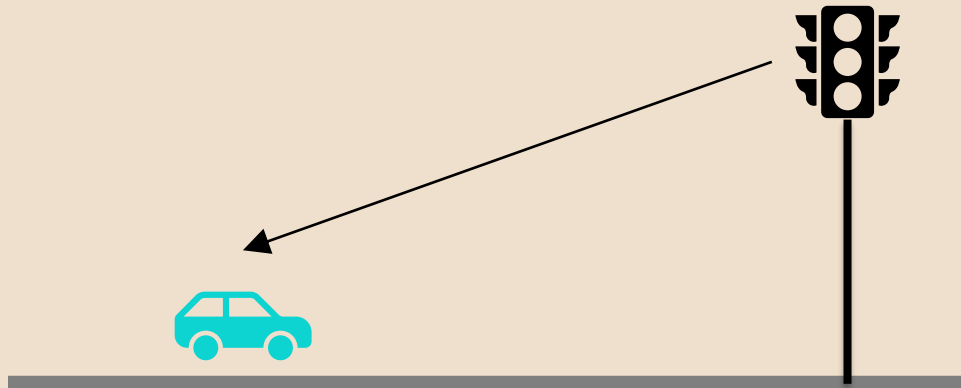
    def subscribe(self, observer):
        self.observateur_l.append(observer)

    def notify_observers(self):
        for obs in self.observateur_l:
            obs.notify(self)
```



Observer : exo 17-16-12 : trafic

- Commençons par une situation simple
 - 1 objet "feu"
 - 1 objet "voiture"
 - => 1 fil de message



= BUROTIX ()

Exo 17-16-12 : trafic, un feu, une voiture

- Partir de 17-16-12_trafic_one2one_start.py
- Spec additionnelle : la voiture A s'arrête au feu orange !
- Appliquez le design pattern **Observer** correspondant au scénario suivant :

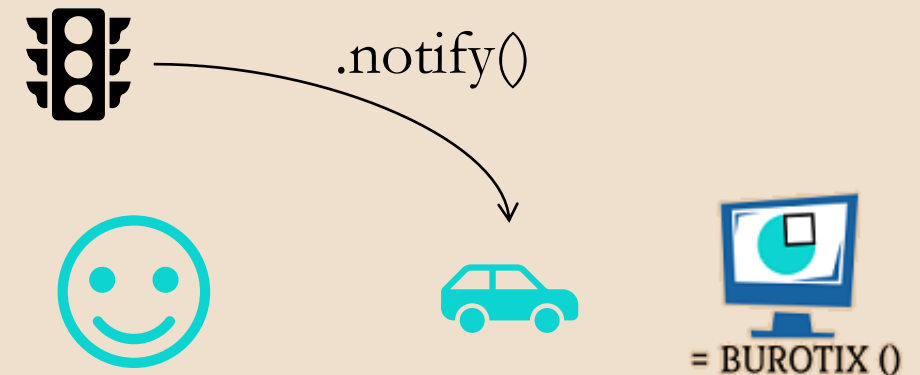
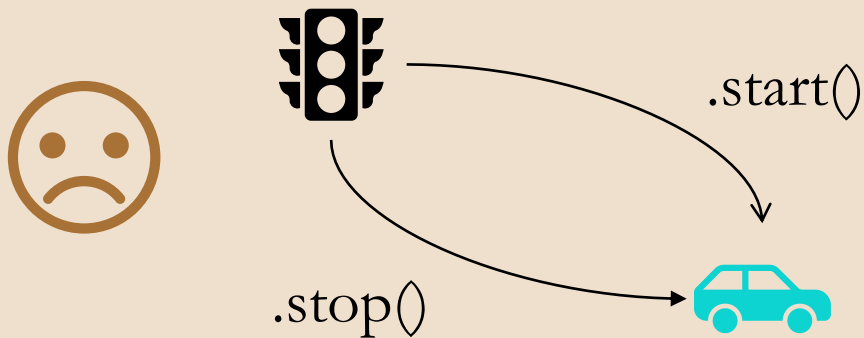
```
voiture_A = Car("Peugeot")  
feu01 = Light(voiture_A)
```

```
for i in range(4):  
    print(feu01)  
    print(voiture_A)  
    feu01.change()
```

- En particulier, en vous aidant de l'exo 17-16-02 "trivia"
 - Identifiez la classe observable et la classe observateur
 - Implantez la méthode **.notify_observers()** dans l'objet observable
 - Implantez la méthode **.notify()** dans l'objet observateur

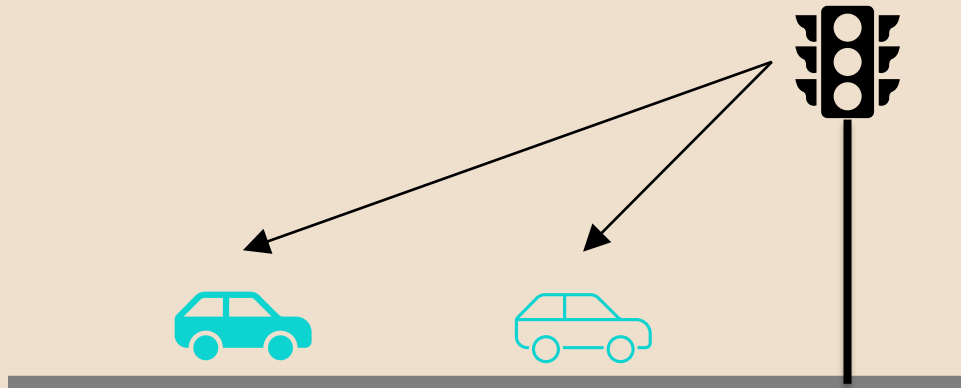
Exo 17-16-12 : la morale de l'histoire

- Sans observateur :
 - Le feu donne plusieurs ordres à la voiture
 - La voiture ne décide pas.
 - Couplage fort entre objets
- Avec observateur :
 - le feu informe la voiture de son nouvel état
 - La voiture décide d'avancer
 - Couplage faible entre objets



Observer : exo 17-16-14 : trafic

- Compliquons un peu
 - 1 objet "feu"
 - 2 objets "voiture"
 - => 2 fils de message



= BUROTIX ()

Exo 17-16-14 : trafic, un feu, deux voitures

- Partir de l'exo 17-16-12
- Spec : Au feu orange, la voiture A s'arrête, mais la voiture B continue.
- Appliquez le design pattern **Observer** correspondant au scénario suivant :

```
voiture_A = Car("Peugeot")
voiture_B = BadCar("BMW")
feu01 = Light()
feu01.subscribe(voiture_A)
feu01.subscribe(voiture_B)
```

```
for i in range(6):
    print(feu01)
    print(voiture_A)
    print(voiture_B)
    feu01.change()
```

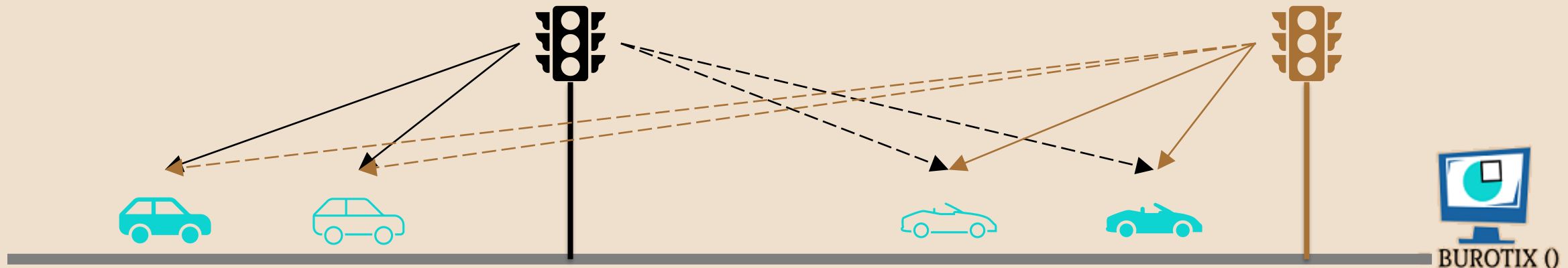
Exo 17-16-16 : trafic, un feu, trois voitures

- Partir de l'exo 17-16-14
- Appliquez le design pattern **Observer** correspondant au scénario suivant :
 - La voiture A s'arrête au feu rouge et au feu orange
 - La voiture B s'arrête au feu rouge uniquement
 - La voiture C ne s'arrête pas au feu rouge
- Implantation : A, B et C sont instances de trois classes enfants d'une classe (abstraite) **Vehicle**.

Observer : sujets multiples

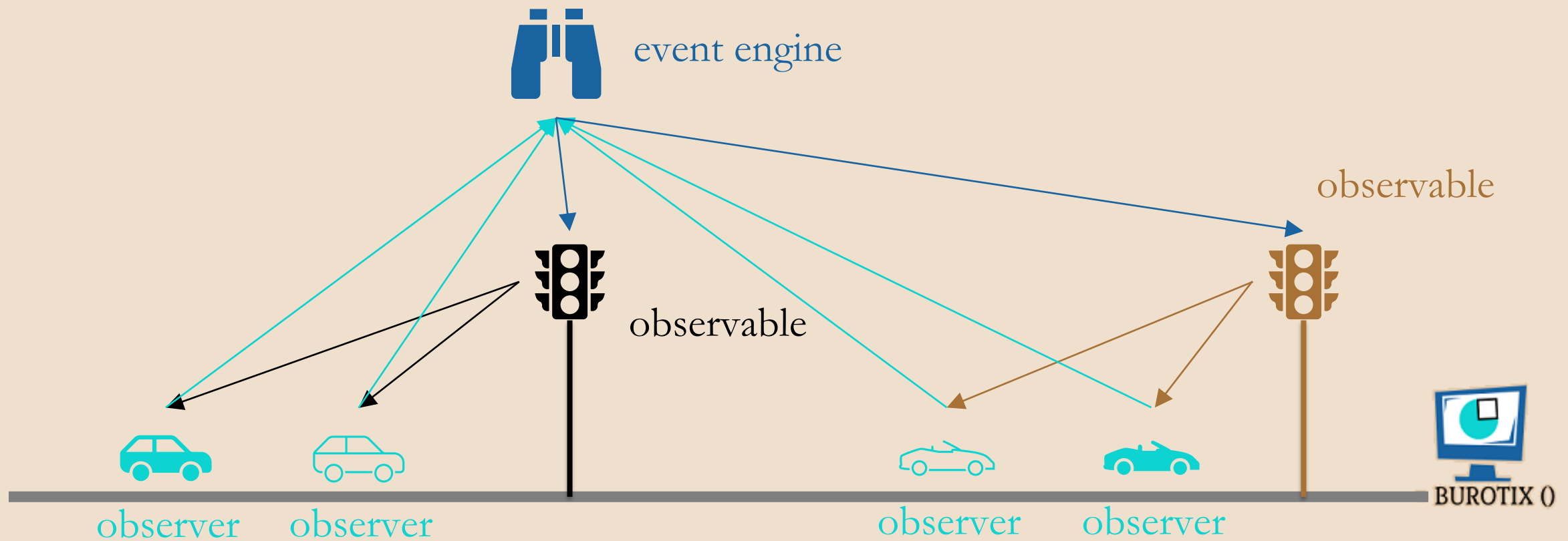
Problème
avancé et
complexe

- Trafic : approche classique
 - F objets "feu"
 - V objets "voiture"
 - on dénombre $F * V$ fils de message
 - Les observers devraient gérer des notifications inutiles.



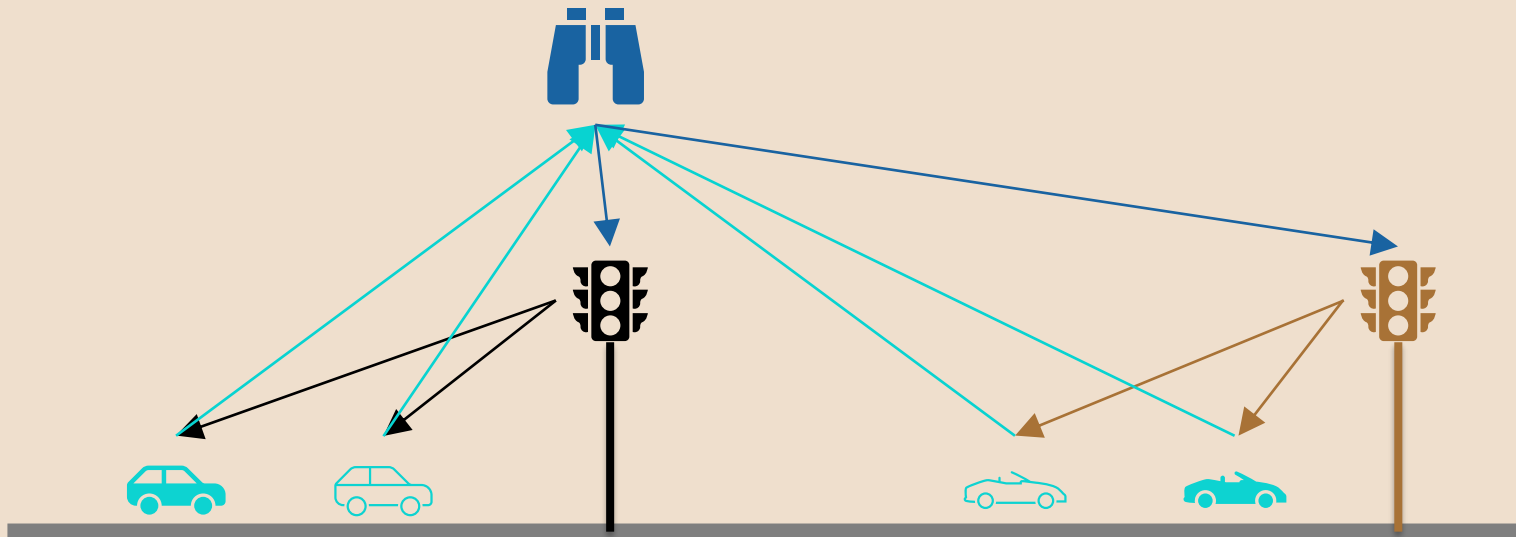
Observer : sujets multiples

- Solution : l' **event engine**
 - Gérer les souscriptions
 - Flux de messages: en triangle



Observer : sujets multiples

- event engine
 - F objets "feu"
 - V objets "voiture"
 - on dénombre approx. $\underline{2V + F}$ fils



Observer : sujets multiples : Architecture

- Relation Many-To-Many
 - plusieurs sujets
 - plusieurs observateurs
 - souscriptions variables
- Sujet (feu)
 - Class **Observable**
 - Si modification apportée au sujet => **message** émis vers les observateurs - call **notifyObservers**
 - Modifications des souscriptions reçues de l'Event Engine - def **subscribe**

Observer : sujets multiples : Architecture

- Observateur (voiture)
 - Class **Observer**
 - Si modification apportée au sujet => **message** reçu de la part du sujet - def **notify**
 - responsable de la mise à jour de son état
 - Si mise à jour état => **message** émis vers Event Engine - call **.event_engine.notify**
- Event Engine (trafic)
 - Class **Event_Engine**
 - Si état observateur mis à jour => **message** reçu de la part de l'observateur - def **notify**
 - Modifier les souscriptions des sujets => **message** émis vers les sujets - call **subscribe**

Exo 17-16-18 : trafic, 2 feux, 3 voitures

Partir de 13-01-11.
Implantez la classe
Traffic (event
manager)
correspondant au
scénario suivant.

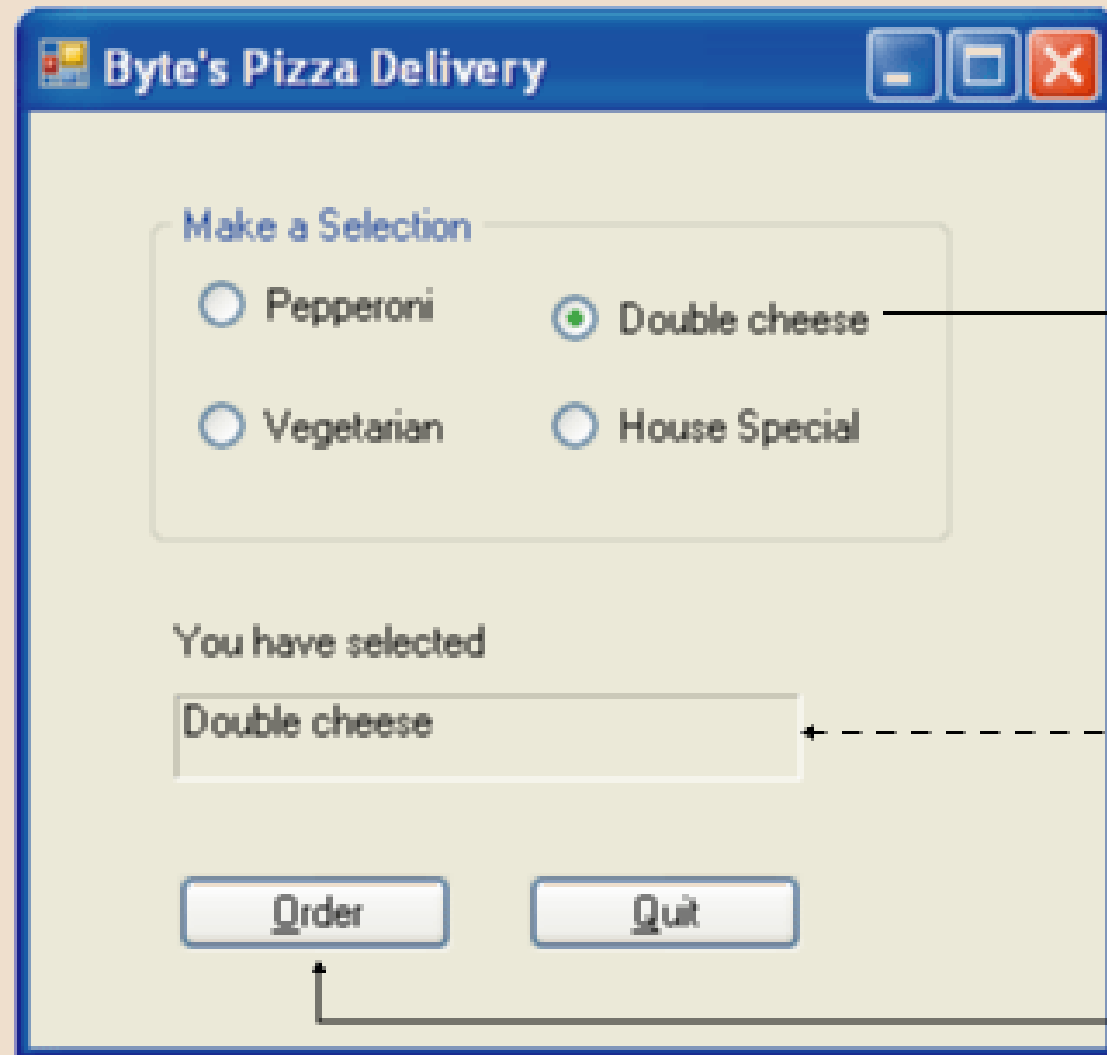
```
traffic = Traffic()
feu_1 = [
    Light("Feu01", traffic, 1, 5), ...
]
voiture_1 = [
    Car("Peugeot", traffic), ...
]
for i in range(25):
    for v in voiture_1:
        v.next()
        print(v)
    for f in feu_1:
        print(f)
    print()
    traffic.next()
```



Exo 17-16-18 : trafic, 2 feux, 3 voitures

- Scénario
 - **feu02** est situé après **feu01**.
 - Les voitures observent d'abord **feu01**.
 - Quand une voiture démarre, elle est désinscrite de **feu01** et s'inscrit à **feu02**.
 - Quand une voiture passe **feu02**, elle est désinscrite de **feu02** et continue sa route.
- Implantez les méthodes
 - . **(un) subscribe()** ,
 - . **notifyObservers()** ,
 - et les différentes **.notify()** .

Observer : Application : GUI



Receive input by using object

Process input by using event procedure

Return control to the user

Chapitre 17-19 : Singleton

Design Pattern créateur



= BUROTIX ()

Design Pattern : Singleton

- Utilité : Limiter l'instanciation d'une classe à un seul objet.
 - Quand la création de plusieurs objets issus de la même classe met l'application en danger.
 - Limiter l'accès simultané à une ressource partagée.
 - Créer un point d'accès global pour une ressource.

Design Pattern : Singleton

- Implantation
 - Via la méthode **singleton()**
 - Elle gère l'objet unique (création, enregistrement, vérification de l'existence).
 - Quand elle est appelée, elle renvoie l'objet unique.
 - Méthode statique, callable depuis la classe
- Algorithme de **singleton()**
 - Si l'objet n'existe pas, alors il est créé, **enregistré comme attribut**, et retourné à l'appelant.
 - Si l'objet existe déjà, alors il est retourné à l'appelant.



Exo 17-19-05 : 2 objets, 2 dictionnaires

- Écrivez une classe **Storage** qui gère un dictionnaire.
- Méthodes :
 - `__init__()`
 - `__str__()`
 - `append(key, value)`
 - Ajoute une paire clé-valeur au dictionnaire
- Créez deux objets **Storage** et remplissez les différemment.
- Constatez si ces deux objets sont égaux.
 - Ils ne le sont pas. ☹
 - Approche KO

- Scénario

```
s = Storage()
s.append("fname", "Kevin")

t = Storage()
t.append("lname", "Costner")

print(s)
print(t)
print(s is t)
```

```
s: Storage:
- clé fname : valeur Kevin
t: Storage:
- clé lname : valeur Brian
```

Exo 17-19-06 : 2 réf., 1 dict, .singleton()

- Partez de l'exo précédent.
- Appliquez le Design Pattern Singleton à la classe **Storage** afin que, malgré qu'il y ait deux objets (?), le dictionnaire soit unique.
- Méthodes
 - `singleton()`
 - `__init__()`
 - `__str__()`
 - `append(key, value)`

- Scénario légèrement modifié

```
s = Storage.singleton()  
s.append("fname", "Kevin")
```

```
t = Storage.singleton()  
t.append("lname", "Costner")
```

```
print(s)  
print(t)  
print(s is t)
```

```
s: Storage:  
- clé fname : valeur Kevin  
- clé lname : valeur Brian  
t: Storage:  
- clé fname : valeur Kevin  
- clé lname : valeur Brian
```

Exo 17-19-06 : 2 réf., 1 dict, .singleton()

```
class Storage:
    __instance = None

    @classmethod
    def singleton():
        if Storage.__instance is None:
            # If instance does not exist, then create it
            Storage.__instance = Storage()
        # return the instance
        return Storage.__instance

    def __init__(self):
        # If instance already exists, then exception
        if Storage.__instance is not None:
            raise Exception("This class is a singleton!")

        # Sequel of the constructor
        . . . . .
```



Exo 17-19-06 : 2 réf., 1 dict, .singleton()

```
class Storage:
    __instance = None

    @classmethod
    def singleton(cls):
        if cls.__instance is None:
            # If instance does not exist, then create it
            cls.__instance = cls()
        # return the instance
        return cls.__instance

    def __init__(self):
        # If instance already exists, then exception
        if cls.__instance is not None:
            raise Exception("This class is a singleton!")
        # Sequel of the constructor
        ... ..
```

Préalable : magic method `__new__()`

`__new__()`

- Créer un objet d'une certaine classe
- Retourne un objet

`__init__()`

- Initialiser un objet juste créé
- Ne retourne rien

- Exo 17-19-02
 - Lire et exécuter
 - Type de **a** ? Pourquoi ?
 - Type de **b** ? Pourquoi ?

Pour
programmeur
avancé



= BUROTIX 0

Exo 17-19-07 : 2 réf., 1 dict, `__new__`

- Partez de l'exo précédent.
- Utilisez la méthode magique `__new__` afin de pouvoir appeler directement la classe, sans la méthode `singleton`.
- Méthodes
 - `__new__()`
 - `__init__()`
 - `__str__()`
 - `append(key, value)`

Pour
programmeur
avancé

- Scénario légèrement modifié

```
s = Storage()
s.append( "k_s", "v_s" )
s.append( "fname", "Kevin" )

t = Storage()
t.append( "lname", "Costner" )

print(s)
print(t)
print(s is t)
```

```
s: Storage:
- clé fname : valeur Kevin
- clé lname : valeur Brian
t: Storage:
- clé fname : valeur Kevin
- clé lname : valeur Brian
```

Exo 17-19-24 : la jungle

- Partez de l'exo 13-03-24
- Nouvelles hypothèses :
 - Le point d'eau est une ressource unique
 - Le buisson est une ressource unique
- Adaptez le code en conséquence.
 - On ne crée plus d'objet **lac** ou **buisson** à partir des classes **Water** ou **Archaeplastida**.
 - Les méthodes **set_water()** et **set_food()** disparaissent.
 - L'utilisation de ces ressources se fera via un singleton.

