

Introduction à la Programmation Orientée Objet

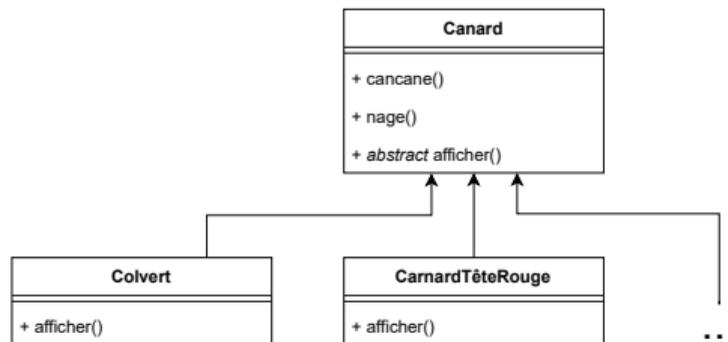
11 - Introduction aux patrons de conception

Valentin Honoré

valentin.honore@ensiie.fr

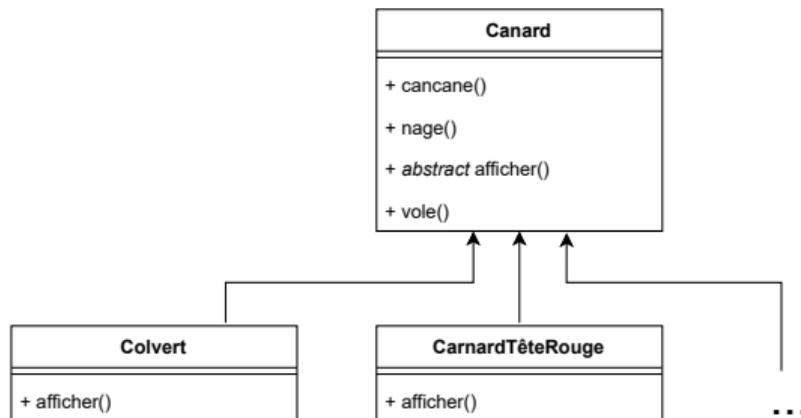
FISA 1A

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 Factory
 - Simple Factory
 - Factory



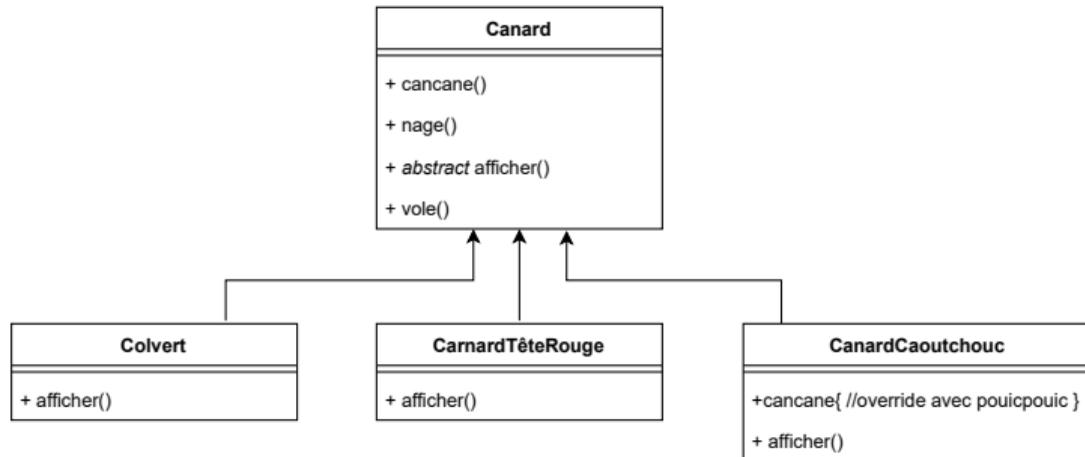
- ▶ CANARAPP : jeu (codé en Java) qui expose de nombreuses espèces (et pas que animales!) de canards qui nagent et cancanent
- ▶ une super-classe abstraite Canard dont toutes les espèces héritent
- ▶ Méthode abstraite affiche() qui permet d'afficher le canard à l'écran
- ▶ Marcus a développé l'application dans sa startup SimuDuck

- ▶ Nouvelle version : Marcus doit faire voler les canards
- ▶ Facile, il va juste ajouter une méthode `vole` dans la classe `Canard` !
 - ainsi, tous les canards en héritent !
 - utilisation des principes de la programmation objet



Mais il y a eu un gros problème lors de la démonstration de l'application...

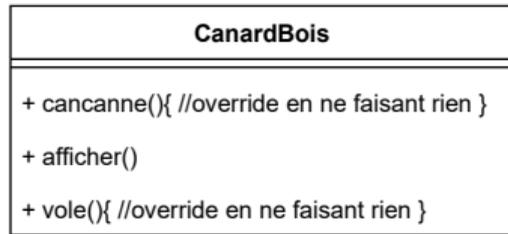
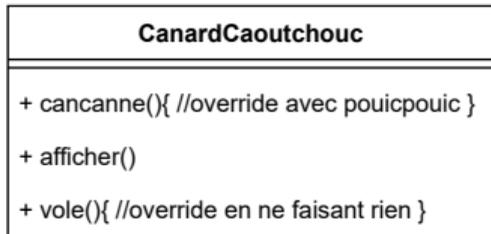
- ▶ Des canards en caoutchouc qui volent, quelle diablerie!
 - Marcus réalise que toutes les sous-classes de canards ne volent pas
 - Il y a des objets inanimés dans `CANARAPP`
- ▶ Une mise à jour simple du code a causé des effets de bords
 - du principe de réutilisation avec l'héritage à un problème de maintenance du code :



Que va faire Marcus ?

- ▶ Pourquoi de pas *override* `vole()` ?
 - le faire pour la classe `CanardCaoutchouc`
 - comme pour la méthode `cancanne()`, mais en ne faisant rien pour `vole()`

- ▶ Mais que se passe-t-il quand on ajoute des canards de décoration en bois au programme ?
 - Ils ne volent pas :(
 - Ils ne cancanent pas :(
 - On doit *override* 2 méthodes pour ne rien faire



- ▶ Quels sont les désavantages de l'héritage dans le cas de notre CANARAPP ?
 - 1 Duplication de code entre sous-classes
 - 2 Des changements peuvent affecter des sous-classes de canard par effets de bord
 - 3 Les canards ne peuvent pas voler ni cancaner en même temps
 - 4 Difficile de modéliser le comportement de n'importe quel canard
 - 5 les changements de comportement à l'exécution sont difficiles à prévoir
 - 6 Les canards ne peuvent pas chanter

- ▶ Quels sont les désavantages de l'héritage dans le cas de notre CANARAPP ?
 - 1 Duplication de code entre sous-classes
 - 2 Des changements peuvent affecter des sous-classes de canard par effets de bord
 - 3 Les canards ne peuvent pas voler ni cancaner en même temps
 - 4 Difficile de modéliser le comportement de n'importe quel canard
 - 5 les changements de comportement à l'exécution sont difficiles à prévoir
 - 6 Les canards ne peuvent pas chanter

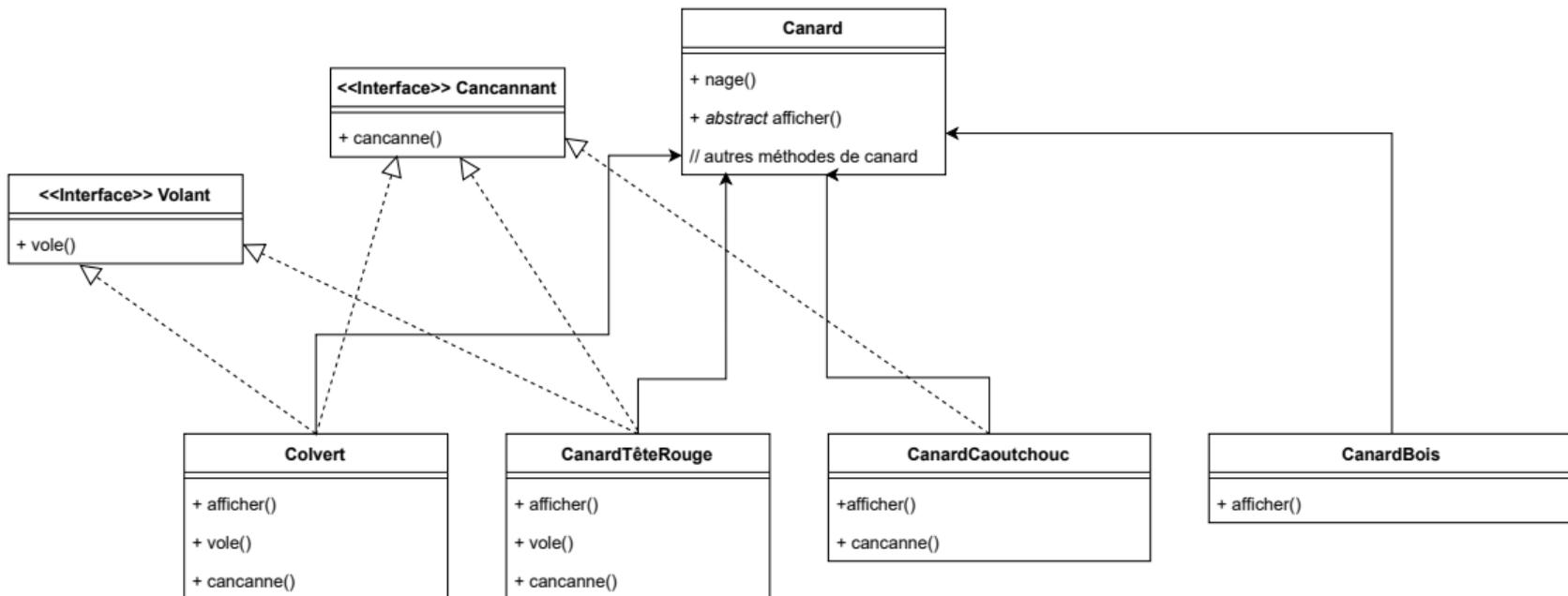
Réponses : 1, 2, 4, 5

- ▶ L'héritage ne semble pas être la bonne réponse
 - nouvelle contrainte de son patron : mise à jour du produit tous les 6 mois
 - du coup, si la *spec* change, il va falloir vérifier tous les *override* de chaque nouvelle sous-classe...
 - à jamais !

- ▶ Besoin d'avoir certains canards (mais pas tous) qui volent ou cancanent
 - Idée** : super-type (= "interface") `Volant` avec une méthode `vole()`
 - Comme ça, ceux qui volent n'auront qu'à la mettre en œuvre !
 - Idem avec un super-type `Cancannant` comme tous les canards ne cancanent pas...

- ▶ Voilà ce que propose Marcus !

Proposition de Marcus : CANARAPP1.2



► Qu'en pensez vous ?

Que feriez-vous à la place de Marcus ?

- ▶ L'implémentation des interfaces par les sous-classes
 - Plus de canards en caoutchouc volants et de canards en bois qui parlent
 - Mais quel est le plus gros problème qui est apparu ?

Que feriez-vous à la place de Marcus ?

- ▶ L'implémentation des interfaces par les sous-classes
 - Plus de canards en caoutchouc volants et de canards en bois qui parlent
 - Mais quel est le plus gros problème qui est apparu ?

- ▶ Destruction complète de la réutilisabilité du code pour ces deux comportements !
 - chaque sous-classe réimplémente une fonction qui est sûrement la même au final
 - donc re-cauchemar de maintenance :((exemple : petit changement dans la fonction `vole()`)

Que feriez-vous à la place de Marcus ?

- ▶ L'implémentation des interfaces par les sous-classes
 - ❑ Plus de canards en caoutchouc volants et de canards en bois qui parlent
 - ❑ Mais quel est le plus gros problème qui est apparu ?

- ▶ Destruction complète de la réutilisabilité du code pour ces deux comportements !
 - ❑ chaque sous-classe réimplémente une fonction qui est sûrement la même au final
 - ❑ donc re-cauchemar de maintenance :((exemple : petit changement dans la fonction `vole()`)

- ▶ Devant sa limonade, Marcus réfléchit...
 - ❑ il faudrait pouvoir contruire un logiciel qui, quand on doit le changer, l'impact sur le code serait minime
 - ❑ on passerait moins de temps à retravailler le code, et plus à ajouter des fonctionnalités supplémentaires

- ▶ **Quelle est la constante inévitable en développement logiciel ?**
 - TNEMEGNAHC

- ▶ **Quelle est la constante inévitable en développement logiciel ?**
 - TNEMEGNAHC

- ▶ Peu importe la qualité du développement de votre logiciel :
 - il va grossir
 - il va changer
 - ou... il va mourir (RIP)

- ▶ **Quelle est la constante inévitable en développement logiciel ?**
 - TNEMEGNAHC

- ▶ Peu importe la qualité du développement de votre logiciel :
 - il va grossir
 - il va changer
 - ou... il va mourir (RIP)

- ▶ Quelles peuvent-être les raisons de la nécessité de mise à jour d'un logiciel ?

- ▶ **Quelle est la constante inévitable en développement logiciel ?**
 - TNEMEGNAHC

- ▶ Peu importe la qualité du développement de votre logiciel :
 - il va grossir
 - il va changer
 - ou... il va mourir (RIP)

- ▶ Quelles peuvent-être les raisons de la nécessité de mise à jour d'un logiciel ?
 - Ajout d'une nouvelle fonctionnalité
 - Changement de format de données/base(s) de données
 - Refactoring* : tout casser et reprendre à zéro
 - Changements technologiques : protocoles, langage, compilateur etc

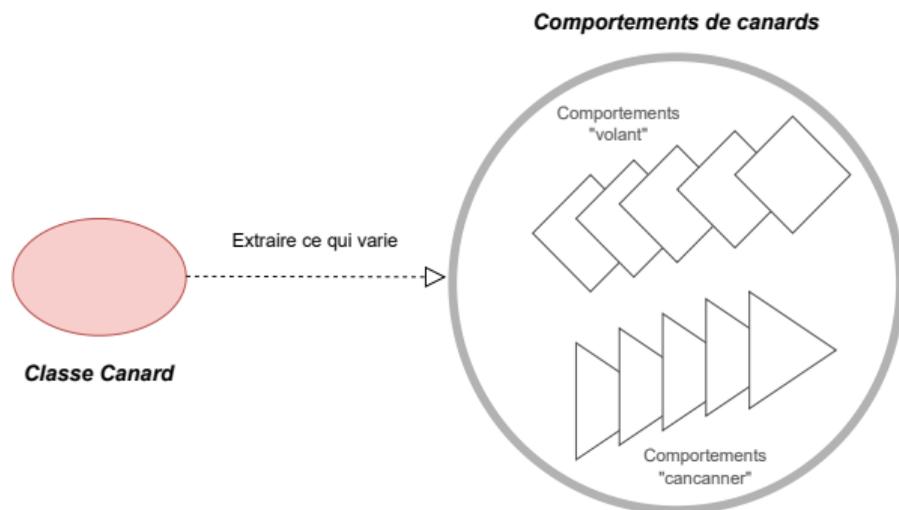
- ▶ Héritage ne marche pas (tout le monde hérite), les interfaces Java non plus (duplication possible de code)
 - Obligation de traquer les comportements à chaque changement
 - Déverminage à l'infini !

- ▶ Solution ? **Identifier les comportements qui varient et les séparer de ceux qui restent constants !**
 - Principe universel quand on développe un logiciel
 - Encapsuler ce qui varie pour que cela n'affecte pas le reste du code
 - Résultat ? moins d'effets de bord et plus de flexibilité !!

- ▶ Base de tous les **patrons de conception** (*design patterns*)
 - Laisser varier des parties du système indépendamment des autres parties
 - Il est temps d'aider Marcus à extraire les comportements de canard des sous-classes de Canard

Séparer ce qui change de ce qui est immuable : par où commencer ?

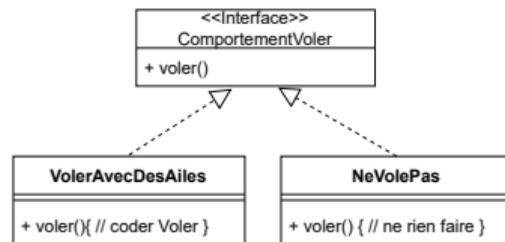
- ▶ Classe Canard semble bien marcher à part les problèmes `vole()` et `cancanne()`
 - la classe `Canard` va rester telle quelle
 - besoin de rajouter des ensembles de classes en fonction de ce qui change
- ▶ Créer deux ensembles de classes (totalement décorrélées)
 - un pour le comportement "voler" & un pour le comportement "cancanner"
 - chaque ensemble sera en charge d'implanter leurs comportements respectifs
 - exemple : classe qui code "cancanner", une qui code "pouic" et une autre qui code le silence



- ▶ Comment modéliser l'ensemble des classes qui implémentent les comportements "voler" et "cancanner" ?
 - Marcus veut pouvoir assigner un comportement à une instance de `Canard`, par exemple "voler"
 - *Exemple* : instancier un colvert et l'initialiser avec un type de comportement "voler" particulier, et même pouvoir en changer

- ▶ **Programmation par super-type, et non programmation par implémentation**
 - Marcus va utiliser une interface pour chaque comportement (ex : "voler" et "cancanner")
 - chaque implantation d'un comportement va mettre en œuvre une de ces interfaces

- ▶ `Canard` ne s'occupe plus de coder les comportements "voler" et "cancanner"
 - les sous-classes de `Canard` utiliseront un comportement représenté par une interface
 - le code concret de ces comportements ne sera plus bloqué dans ces sous-classes de `Canard`



- ▶ Les classes `Canard` n'ont besoin de connaître aucun détails d'implantation de leurs propres comportements !
- ▶ Programmation par super-type VS programmation par implémentation
 - exploiter le polymorphisme par un super-type pour que le code d'un objet qui s'exécute ne soit pas "verrouillé"
 - "le type réel d'un objet devrait être un super-type (classe abstraite ou interface) afin que les objets assignés à ces variables puissent être de n'importe quelle implantation concrète de ce super-type"
 - la classe déclarante n'a pas besoin de connaître le type réel des objets !

- ▶ Programmer par implémentation

```
Chien d = new Chien();  
d.aboyer(); // concrete implementation
```

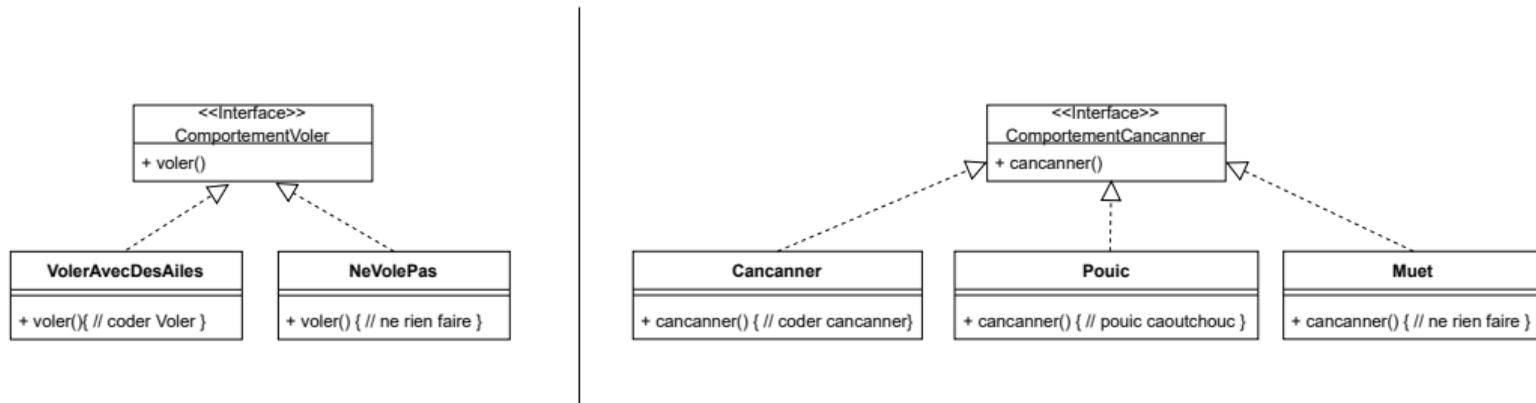
- ▶ Programmer avec super-type

```
Animal animal = new Chien();  
animal.cri(); // we can use polymorphism
```

- ▶ Encore mieux : assigner l'implémentation concrète à l'exécution directement !

```
animal = getAnimal();  
animal.cri(); // even better!
```

- ▶ Deux interfaces : ComportementVoler & ComportementCancanner
 - avec les classes concrètes représentant chaque comportement réel



- ▶ D'autres types peuvent réutiliser les comportements "Voler" et "Cancanner"
 - ils ne sont plus cachés dans notre classe `Canard`
 - on peut ajouter autant de comportement que l'on veut sans modifier `Canard` + les autres classes de comportement

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)

- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)

- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?
 - Ici non (on va voir le code plus tard)
 - On veut bénéficier de l'héritage de méthodes et d'attributs avec la super-classe Canard

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)
- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?
 - Ici non (on va voir le code plus tard)
 - On veut bénéficier de l'héritage de méthodes et d'attributs avec la super-classe Canard
- ▶ Avec cette nouvelle architecture, que feriez vous pour ajouter un comportement "voler en jet-pack" ?

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)
- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?
 - Ici non (on va voir le code plus tard)
 - On veut bénéficier de l'héritage de méthodes et d'attributs avec la super-classe Canard
- ▶ Avec cette nouvelle architecture, que feriez vous pour ajouter un comportement "voler en jet-pack" ?
 - Créer une classe `VolerAvecJetPack` qui met en œuvre l'interface `ComportementVoler`

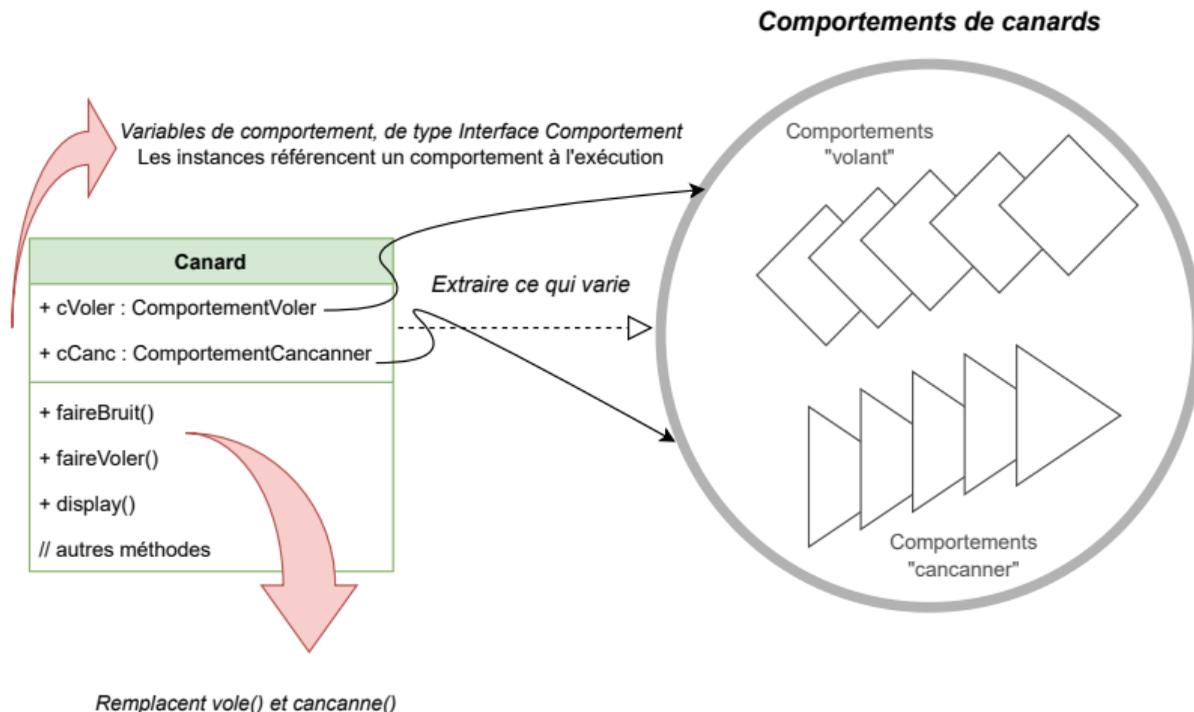
Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)
- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?
 - Ici non (on va voir le code plus tard)
 - On veut bénéficier de l'héritage de méthodes et d'attributs avec la super-classe Canard
- ▶ Avec cette nouvelle architecture, que feriez vous pour ajouter un comportement "voler en jet-pack" ?
 - Créer une classe `VolerAvecJetPack` qui met en œuvre l'interface `ComportementVoler`
- ▶ Quelle autre classe pourrait avoir besoin d'utiliser le comportement "cancanner" mais qui n'est pas une espèce de canard ?

Quelques questions à cette étape

- ▶ Des classes qui représentent des comportements, un peu bizarre non ? Ne représentent pas d'état réel
 - C'est vrai qu'elles ne représentent pas quelque chose de concret (pas d'attributs)
 - Mais un comportement pourrait avoir des attributs (par exemple la vitesse, les battements d'aile/min pour le vol)
- ▶ Canard devrait aussi devenir une interface ?
 - Ici non (on va voir le code plus tard)
 - On veut bénéficier de l'héritage de méthodes et d'attributs avec la super-classe Canard
- ▶ Avec cette nouvelle architecture, que feriez vous pour ajouter un comportement "voler en jet-pack" ?
 - Créer une classe `VolerAvecJetPack` qui met en œuvre l'interface `ComportementVoler`
- ▶ Quelle autre classe pourrait avoir besoin d'utiliser le comportement "cancanner" mais qui n'est pas une espèce de canard ?
 - un appeau à canard

CANARAPP2.0 : Intégrer les comportements à la classe Canard



- ▶ Utilisation du polymorphisme pour les variables de type Comportement
- ▶ On va voir maintenant comment coder faireBruit() et faireVol()

```
public class Canard {  
    ComportementCancanner cCanc;  
    // etc  
  
    public void faireBruit() {  
        cCanc.bruit();  
    }  
}
```

- ▶ Chaque canard référence un objet qui met en œuvre l'interface ComportementCancanner
- ▶ Délégation par Canard du comportement à l'objet référencé
 - peu importe quel type réel d'objet, on veut simplement qu'il sache émettre un bruit !
- ▶ Même principe pour le comportement "voler"

CANARAPP2.0 : Comment affecter les variables de comportement dans Canard

- ▶ Regardons la classe Colvert
 - hérite des variables de comportement de Canard
 - initialisation avec les comportements désirés

```
public class Colvert extends Canard {
    public Colvert() {
        cCanc = new Cancanner(); // inheritance
        vComp = new VolerAvecDesAiles(); // inheritance
    }

    public void afficher() {
        System.out.println("Je suis un vrai colvert!");
    }
}
```

Mais, on fait de la programmation par implémentation au final ???

- ▶ Dans le constructeur
 - Créations d'instances concrètes de `ComportementCancanner`
 - Pareil pour `ComportementVoler`

- ▶ À cette étape oui, mais on peut changer ça facilement
 - avec le polymorphisme, on peut assigner différents comportements lors de l'exécution
 - on va voir ça un peu plus loin
 - vous pouvez déjà réfléchir à comment on pourrait faire ça !

```
public abstract class Canard {
    ComportementCancanner cCanc;
    ComportementVoler cVoler;

    public Canard() {
    }
    public abstract void afficher();

    public void faireVoler() {
        cVoler.voler();
    }
    public void faireBruit() {
        cCanc.bruit();
    }

    public void nager() {
        System.out.println("Tous les canards nagent!!!");
    }
}
```

```
public interface ComportementVoler {  
    public void voler();  
}
```

```
public class VolerAvecDesAiles implements ComportementVoler {  
    public void voler() {  
        System.out.println("Je vole!!");  
    }  
}
```

```
public class NeVolePas implements ComportementVoler {  
    public void voler() {  
        System.out.println("Je ne peux pas voler...");  
    }  
}
```

```
public interface ComportementCancanner {  
    public void bruit();  
}
```

```
public class Cancanner implements ComportementCancanner {  
    public void bruit() {  
        System.out.println("Couin couin");  
    }  
}
```

```
public class Muet implements ComportementCancanner {  
    public void bruit() {  
        System.out.println(".....");  
    }  
}
```

```
public class Colvert extends Canard {
    public Colvert() {
        cVoler = new VolerAvecDesAiles();
        cCanc = new Cancanner();
    }

    public void afficher() {
        System.out.println("Je suis un vrai colvert!");
    }
}
```

```
public class CanarApp {  
    public static void main(String[] args) {  
        Canard c_colvert = new Colvert();  
        c_colvert.afficher();  
        c_colvert.faireBruit();  
        c_colvert.faireVoler();  
    }  
}
```

```
% java CanarApp.java  
Couin couin  
Je vole!!!
```

- ▶ Ajouter deux nouvelles méthodes à la classe Canard
- ▶ Permettent de changer le comportement d'un canard "à la volée" !

```
public void setComportementVoler(ComportementVoler cv) {  
    cVoler = cv;  
}
```

```
public void setComportementCancanner(ComportementCancanner cc)  
    {  
    cCanc = cc;  
}
```

Pour finir : définir le comportement dynamiquement (2/4)

- ▶ Définir un nouveau modèle de Canard [ModeleCanard.java]
 - Notre prototype ne peut pas voler de base mais peut cancanner

```
public class ModeleCanard extends Canard {  
  
    public ModeleCanard() {  
        cVoler = new NeVolePas();  
        cCanc = new Cancanner();  
    }  
  
    public void afficher() {  
        System.out.println("Je suis un prototype de canard :)");  
    }  
  
}
```

- ▶ Définir un nouveau comportement "voler" [JetPack.java]

```
public class JetPack implements ComportementVoler {  
    public void voler() {  
        System.out.println("Je vole en jet-pack, la classe!!");  
    }  
}
```

Pour finir : définir le comportement dynamiquement (4/4)

- ▶ Ajouter le nouveau modèle et comportement [CanarAppBis.java]

```
public class CanarAppBis {  
    public static void main(String[] args) {  
        Canard c_colvert = new Colvert();  
        c_colvert.faireBruit();  
        c_colvert.faireVoler();  
  
        Canard modele = new ModeleCanard();  
        modele.faireVoler();  
        modele.setComportementVoler(new JetPack());  
        modele.faireVoler();  
    }  
}
```

```
% java CanarApp.java  
Couin couin  
Je vole!!!  
Je ne peux pas voler...  
Je vole en jet-pack, la classe!!
```

- ▶ Des canards qui étendent la classe Canard avec
 - des comportements "voler" qui mettent en œuvre ComportementVoler
 - des comportements "cancanner" qui mettent en œuvre ComportementCancanner
- ▶ On peut voir ces comportements comme des algorithmes
 - ils représentent différentes actions que les canards peuvent faire (différentes manières de voler, chanter etc)
 - ils sont interchangeables !
 - on pourrait faire la même chose pour des ensembles de classes qui décrivent différentes manières de calculer une dérivée en fonction de la forme de la fonction
- ▶ Petite leçon : **Préférer la composition à l'héritage !**
 - chaque Canard a un comportement "voler" + "cancanner" = composition
 - au lieu de les hériter, les canards obtiennent leurs comportements par composition avec l'objet de comportement désiré
 - la composition est utilisée dans de nombreux patrons de conception !



- ▶ FELICITATIONS!! Vous venez d'appliquer votre premier *design pattern* : *Strategy*
 - définit une famille d'algorithmes
 - encapsule chacune d'eux
 - les rend interchangeable

- ▶ *Strategy* laisse l'algorithme varier indépendamment des clients qui l'utilisent

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 Factory
 - Simple Factory
 - Factory

- ▶ Concevoir un logiciel est difficile
 - ❑ Bien décomposer le problème
 - ❑ Créer de bonnes abstraction (structuration du code)
 - ❑ Flexibilité, extensibilité, modularité et élégance

- ▶ Aspect réutilisabilité du code (difficile +++)

- ▶ Pour cela, des conceptions existent !
 - ❑ avec des caractéristiques récurrentes (comme on l'a vu avec *Strategy*)
 - ❑ mais toutes différentes les unes des autres

- ▶ Objectifs
 - ❑ Disposer de briques de conception réutilisables
 - ❑ Pouvoir produire du code plus rapidement & de meilleur qualité

Définition

Un *design pattern* décrit une solution à un problème général et récurrent de conception dans un contexte particulier.

- ▶ Les patrons de conception ne sont pas :
 - des classes ou bibliothèques (listes ou tables d'association)
 - des conceptions complètes et concrètes, ni une implantation
- Les patrons de conception sont :
 - des description abstraites de **solutions récurrentes** sur comment résoudre des problèmes **communs**
 - des composants logiques décrits indépendamment d'un langage donné (ici bien sûr on s'intéresse à leur version Java)
 - un moyen d'offrir un vocabulaire de conception commun (documentation & communication)

▶ Nom

- Concis et explicite

▶ Problème résolu

- Quand utiliser ce patron ?
- Définition du problème & du contexte

▶ Solution

- présentée sous la forme d'un schéma (= diagramme UML)
- liste des acteurs (classes & objets) et leurs relations

▶ Avantages et inconvénients

- Impact sur la réutilisation, le réutilisabilité etc
- Peuvent varier fortement en fonction des variations du patron

▶ Création

- Description de la manière dont un objet ou un ensemble d'objets peuvent être créés, initialisés, et configurés
- Isolation du code relatif à la création, à l'initialisation afin de rendre l'application indépendante de ces aspects

▶ Structure

- Description de la manière dont doivent être connectés des objets de l'application afin de rendre ces connections indépendantes des évolutions futures de l'application
- Découplage de l'interface et de l'implémentation de classes et d'objets

▶ Comportement

- Description de comportements d'interaction entre objets
- Gestion des interactions dynamiques entre des classes et des objets

Catégorie	<i>Design Pattern</i>	Aspect(s) qui peuvent varier
Création	<i>Abstract Factory</i>	familles d'objets
	<i>Factory</i>	sous-classe d'un objet qui est instancié
	<i>Singleton</i>	l'unique instance de la classe
	<i>Prototype</i>	la classe de l'objet qui est instancié
	<i>Builder</i>	comment un objet composite est instancié

On va parler *Singleton* et *Factory*

Catégorie	<i>Design Pattern</i>	Aspect(s) qui peuvent varier
Structure	<i>Adapter</i>	interface pour un objet
	<i>Bridge</i>	implantation d'un objet
	<i>Facade</i>	interface pour un sous-système
	<i>Proxy</i>	façon d'accéder à un objet, et sa localisation
	<i>Decorator</i>	responsabilités d'un objet sans sous-classes

Lisez des références si vous êtes curieux à propos de l'un d'entre eux

Catégorie	<i>Design Pattern</i>	Aspect(s) qui peuvent varier
Comportement	<i>Iterator</i>	comment une aggrégation d'éléments est accédée & traversée
	<i>Strategy</i>	un algorithme
	<i>Template Methode</i>	une étape d'un algorithme
	<i>Visitor</i>	les opérations appliquées à un(des) objet(s) sans changer leur(s) classe(s)

On a déjà vu *Strategy*

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 Factory
 - Simple Factory
 - Factory

▶ Intention :

- garantir qu'une classe ne peut avoir qu'une et une seule instance
- fournir un point d'accès global à cette instance

▶ Motivations

- Une variable globale est facilement accessible MAIS ça ne garantit pas l'unicité de l'instanciation de l'objet
- Rendre la classe elle-même responsable de gérer son unique instance
- Exemple : Client/serveur avec un serveur unique
- Exemple : L'ENSIIE n'a qu'un seul directeur

▶ Application

- Quand il ne doit y avoir qu'une seule instance d'une classe, et elle doit être accessible aux "clients" à partir d'un point d'accès déterminé

Singleton
- static uniqueInstance : Singleton
- Singleton() + static getInstance(): Singleton

- ▶ Une variable statique pour stocker notre unique instance
- ▶ Le constructeur est privé
 - seulement `Singleton` peut instancier cette classe !
- ▶ `getInstance()` permet d'instancier et retourner l'instance unique
- ▶ On peut ajouter évidemment d'autres méthodes et attributs

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton**
 - **Implémentation**
 - Une implémentation plus complète
- 4 Factory
 - Simple Factory
 - Factory

Le patron "singleton" : implémentation

```
public class Singleton {
    private static Singleton uniqueInstance;

    // other useful instance variables here

    private Singleton() {}

    public static Singleton getInstance() {
        if (uniqueInstance == null) {
            uniqueInstance = new Singleton(); /* lazy instantiation
            */
        }
        return uniqueInstance;
    }

    // other useful methods here
}
```

Exemple : contrôleur pour une chaudière à chocolat

```
public class ChocolateBoiler {
    private boolean empty;
    private boolean boiled;

    private ChocolateBoiler() {
        empty = true;
        boiled = false; // when the boiler is empty
    }

    public void fill() {
        if (isEmpty()) { /* Must be empty and, once full, set
            flags */
            empty = false;
            boiled = false;
            // fill the boiler with a milk/chocolate mixture.
        }
    }

    public void drain() {
        if (!isEmpty() && isBoiled()) {
            // drain the boiled milk and chocolate
            empty = true; /* set back empty when drained
        }
    }

    public void boil() {
        if (!isEmpty() && !isBoiled()) { /* must be full and not
            already boiled */
            // bring the contents to a boil
            boiled = true;
        }
    }

    public boolean isEmpty() {
        return empty;
    }

    public boolean isBoiled() {
        return boiled;
    }
}
```

- ▶ On peut suspecter que si on déclare 2 instances du contrôleur `ChocolatBoiler` d'une même machine, ça peut mal se passer
 - pourquoi ?

- ▶ Maintenant, on va transformer la classe en Singleton

- ▶ On peut suspecter que si on déclare 2 instances du contrôleur `ChocolatBoiler` d'une même machine, ça peut mal se passer
 - ❑ pourquoi ?
 - ❑ Si elles se détachent en terme de comportement
 - ❑ L'un peut appeler `fill()` alors que l'autre est en train d'appeler de chauffer avec `boil()`

- ▶ Maintenant, on va transformer la classe en Singleton

- ▶ On peut suspecter que si on déclare 2 instances du contrôleur `ChocolatBoiler` d'une même machine, ça peut mal se passer
 - ❑ pourquoi ?
 - ❑ Si elles se détachent en terme de comportement
 - ❑ L'un peut appeler `fill()` alors que l'autre est en train d'appeler de chauffer avec `boil()`

- ▶ Maintenant, on va transformer la classe en Singleton

Exemple : singleton pour les chaudières à chocolat

```
public class ChocolateBoiler {
    private boolean empty;
    private boolean boiled;
    private static ChocolateBoiler uniqueInstance; /* unique
        instance */

    private ChocolateBoiler() { /* private constructor */
        empty = true;
        boiled = false;
    }

    public static ChocolateBoiler getInstance() { /* init and
        access to unique instance */
        if (uniqueInstance == null) {
            uniqueInstance = new ChocolateBoiler();
        }
        return uniqueInstance;
    }

    public void fill() {
        if (isEmpty()) {
            empty = false;
            boiled = false;
            // fill the boiler with a milk/chocolate mixture
        }
    }

    // rest of ChocolateBoiler code...
}
```

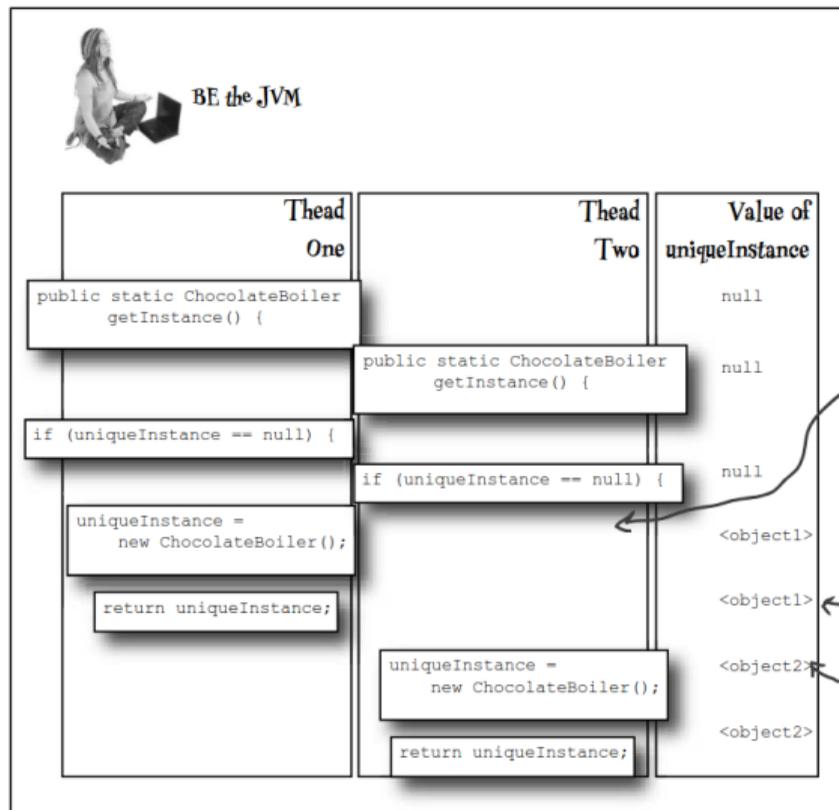
C'est bon, on est sauvés! (vraiment?)

- ▶ Seule unique instance possible pour une chaudière
 - donc on peut plus avoir le problème d'avant
- ▶ Maintenant, pour optimiser les performances, l'entreprise alloue 2 *threads* au contrôleur
 - on va aller deux fois plus vite!
- ▶ **HOUSTON, WE HAVE A PROBLEM**
 - la méthode `fill()` a pu remplir la chaudière pendant qu'un jeu de chocolat et lait était en train de chauffer!!
 - résultat : 1000L de mélange perdu :(
- ▶ Quelle est cette diablerie?
 - on a une unique instance de la chaudière
 - tous les appels à `getInstance()` doivent renvoyer la même instance?

```
ChocolateBoiler boiler = ChocolateBoiler.getInstance();  
fill();  
boil();  
drain();
```

- ▶ 2 *threads* qui exécutent ce code
- ▶ Déroulons sur ce code ce qu'il se passe dans la JVM

Voyons voir ce qu'il se passe au niveau de la JVM (2/2)



Uh oh, this doesn't look good!

Two different objects are returned! We have two ChocolateBoiler instances!!!

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton**
 - Implémentation
 - **Une implémentation plus complète**
- 4 Factory
 - Simple Factory
 - Factory

Comment gérer le *multithreading* ?

- ▶ Solution triviale : faire de `getInstance()` une méthode `synchronized`
 - chaque thread attend son tour avant d'accéder à la méthode
 - très coûteux** :(
 - synchronisation seulement utile au premier appel à la méthode (passer de `null` à une instance) :**:(

```
public class Singleton {
    private static Singleton uniqueInstance;
    // other useful instance variables here

    private Singleton() {}

    public static synchronized Singleton getInstance() {
        if (uniqueInstance == null) {
            uniqueInstance = new Singleton();
        }
        return uniqueInstance;
    }
    // other useful methods here
}
```

- ▶ Si la synchronisation n'est pas un problème dans notre logiciel
 - on peut laisser comme ça (avec `synchronized`)
 - à savoir : peut réduire les performance d'un facteur 100

- ▶ S'il y a énormément d'appels à cette méthode, ne rien faire n'est peut-être pas la meilleure solution...

- ▶ Si le logiciel crée et utilise toujours une instance du singleton, ou que le coût de la création d'une instance est bas
 - ❑ pas à une instanciation directe
 - ❑ JVM se charge de la création au chargement de la classe **AVANT** qu'un *thread* puisse y accéder
-

```
public class Singleton {
    private static Singleton uniqueInstance = new Singleton();

    private Singleton() {}

    public static Singleton getInstance() {
        return uniqueInstance;
    }
}
```

Un meilleur *multithreading* : 3) Utiliser du "*double-check looking*"

- ▶ Principe du "*double-check looking*" [pas dispo avant Java 2, version 5]
 - 1 vérifier si une instance est déjà créée
 - 2 si ce n'est pas le cas, alors on synchronise avant de la créer (donc une seule fois)
- ▶ Utilisation du mot-clé `volatile`, meilleur choix pour implémentation *thread-safe*

```
public class Singleton {
    private volatile static Singleton uniqueInstance;
    /* volatile = ensures threads handle uniqueInstance
       correctly when it is being initialized */

    private Singleton() {}

    public static Singleton getInstance() {
        if (uniqueInstance == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                if (uniqueInstance == null) {
                    uniqueInstance = new Singleton();
                }
            }
        }
        return uniqueInstance;
    }
}
```

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 **Factory**
 - Simple Factory
 - Factory

▶ Intention :

- définir une interface pour créer un objet mais...
- déléguer aux sous-classes les décisions d'instanciation

▶ Quand l'utiliser ?

- quand une classe ne peut pas anticiper la classe des objets à créer
- quand une classe veut que sa sous-classe spécifie les objets qu'elle crée

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 **Factory**
 - **Simple Factory**
 - Factory

Partons cette fois sur un exemple culinaire : la pizzeria !

```
public class PizzaStore {  
    Pizza orderPizza() {  
        Pizza pizza = new Pizza();  
        pizza.prepare();  
        pizza.bake();  
        pizza.cut();  
        pizza.box();  
        return pizza;  
    }  
}
```

► Mais on a plus d'un type de pizzas...

- solution : une nouvelle `orderPizza(String type)` pour déterminer le bon type de pizza à préparer

La pizzeria avec plusieurs pizzas c'est mieux!

```
public class PizzaStore {
    Pizza orderPizza(String type) {
        Pizza pizza;
        if (type.equals("cheese")) {
            pizza = new CheesePizza();
        } else if (type.equals("greek")) {
            pizza = new GreekPizza();
        } else if (type.equals("pepperoni")) {
            pizza = new PepperoniPizza();
        }
        pizza.prepare();
        pizza.bake();
        pizza.cut();
        pizza.box();
        return pizza;
    }
}
```

Mais à chaque fois qu'on veut changer la carte, Bérézina !

```
public class PizzaStore {
    Pizza orderPizza(String type) {
        Pizza pizza;

        if (type.equals("cheese")) {
            pizza = new CheesePizza();
        } else if (type.equals("greek")) {
            pizza = new GreekPizza();
        } else if (type.equals("pepperoni")) {
            pizza = new PepperoniPizza();
        } else if (type.equals("clam")) { /* new pizzas!! */
            pizza = new ClamPizza();
        } else if (type.equals("veggie")) {
            pizza = new VeggiePizza();
        }

        /* below does not change */
        pizza.prepare();
        pizza.bake();
        pizza.cut();
        pizza.box();
        return pizza;
    }
}
```

On en revient à l'encapsulation !

- ▶ Problème : le code n'est pas fermé à la modification
 - ❑ pour changer le catalogue, il faut tout re parcourir...
 - ❑ du code qui varie + du code qui change pas = ça va pas !

- ▶ Mais on sait ce qui varie et ne varie pas
 - ❑ il est temps de refaire de l'encapsulation !

- ▶ Comment va-t-on faire ?
 - ❑ Extraire le code de création d'objet en dehors de `orderPizza()`
 - ❑ On place ce code dans un objet qui va seulement se charger de créer les pizzas (une *Factory* !)
 - ❑ `orderPizza()` devient alors un client de cette *Factory* !

Une *Factory* à pizza!

```
public class SimplePizzaFactory { /* notre usine */
    public Pizza createPizza(String type) { /* méthode appelée
        par tous les "clients" */
        Pizza pizza = null;

        if (type.equals("cheese")) {
            pizza = new CheesePizza();
        } else if (type.equals("pepperoni")) {
            pizza = new PepperoniPizza();
        } else if (type.equals("clam")) {
            pizza = new ClamPizza();
        } else if (type.equals("veggie")) {
            pizza = new VeggiePizza();
        }
        return pizza;
    }
}
```

- ▶ SimplePizzaFactory pourrait avoir plusieurs "clients"
 - un menu, une classe livraison etc
 - grâce à l'encapsulation, on a juste à modifier le code à un endroit !
 - retirer les instanciations du code des clients (= PizzaStore)

- ▶ Justement, passons maintenant au code des "clients" !

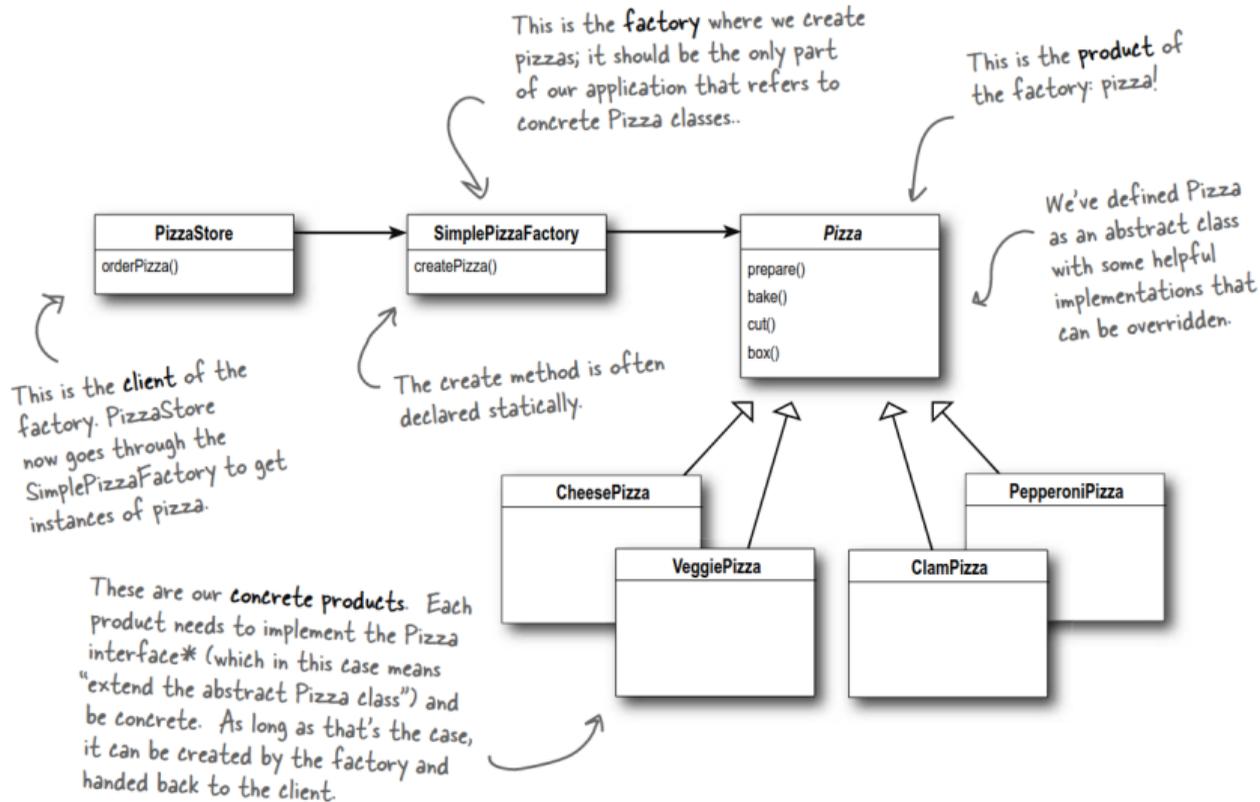
```
public class PizzaStore {
    SimplePizzaFactory factory;

    public PizzaStore(SimplePizzaFactory factory) {
        this.factory = factory;
    }

    public Pizza orderPizza(String type) {
        Pizza pizza;
        pizza = factory.createPizza(type); /* new operator
            replaced by create method! */
        pizza.prepare();
        pizza.bake();
        pizza.cut();
        pizza.box();
        return pizza;
    }

    // other methods here
}
```

Nous venons de définir une Simple Factory (idiome)



Source : Head First Design Patterns

- 1 Introduction
- 2 Les patrons de conception
- 3 Singleton
 - Implémentation
 - Une implémentation plus complète
- 4 **Factory**
 - Simple Factory
 - **Factory**

Ouvrons des franchises !

- ▶ Gros succès : on veut se développer dans d'autres villes !
 - on veut réutiliser le code précédent
 - mais comment gérer les différences régionales ?
 - chaque franchise a sa propre version des pizzas à la carte

- ▶ Idée : composer `PizzaStore` avec la bonne *factory* et une franchise

```
NYPizzaFactory nyFactory = new NYPizzaFactory(); /* NY style
    pizzas */
PizzaStore nyStore = new PizzaStore(nyFactory); /* PizzaStore
    referenced to nyFactory */
nyStore.order("Veggie");
```

```
ChicagoPizzaFactory chicagoFactory = new ChicagoPizzaFactory();
PizzaStore chicagoStore = new PizzaStore(chicagoFactory);
chicagoStore.order("Veggie")
```

- ▶ On souhaiterait contraindre les franchises (utilisation du protocole de `orderPizza`)
 - par exemple : garder le même *packaging*, imposer un type de four etc
 - solution : **créer un cadre qui contraint les magasins et la création de pizza ensemble** (tout en restant flexible bien sûr !)

- ▶ Avant `SimplePizzaFactory`, le processus de fabrication des pizzas était très lié à `PizzaStore` mais ça n'était pas flexible :(
 - Trouvons un moyen de faire mieux !

Un cadre pour le PizzaStore (1/3)

```
public abstract class PizzaStore {
    public Pizza orderPizza(String type) {
        Pizza pizza;

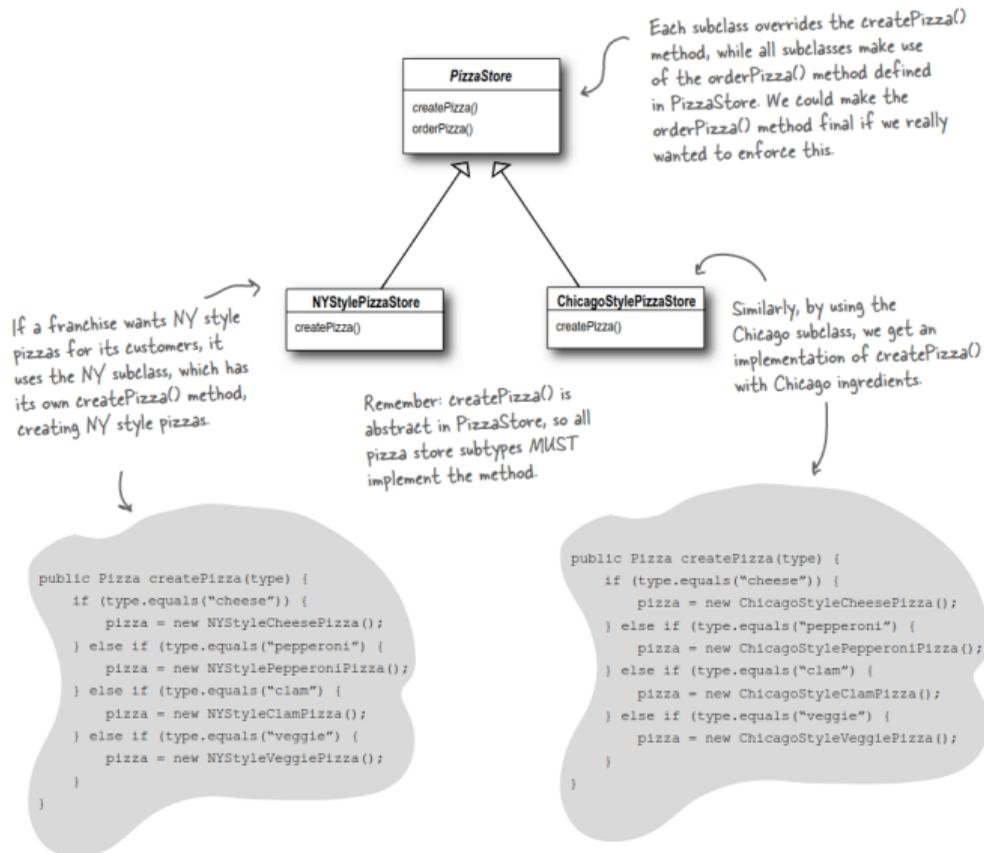
        pizza = createPizza(type); /* back in PizzaStore */

        pizza.prepare();
        pizza.bake();
        pizza.cut();
        pizza.box();
        return pizza;
    }

    abstract Pizza createPizza(String type); /* Factory object
        in this method */
}
```

- ▶ Localiser le processus de création dans PizzaStore + donner liberté aux franchises
- ▶ createPizza() en **méthode abstraite** dans PizzaStore (sous-classe pour chaque franchise régionale qui décide de la recette des pizzas)
- ▶ Rappel : on veut que toutes les franchises utilisent la procédure dans orderPizza

Un cadre pour le PizzaStore : déléguer aux sous-classes (2/3)



Un cadre pour le PizzaStore : implémentation (3/3)

```
public class NYPizzaStore extends PizzaStore {
    Pizza createPizza(String item) {
        if (item.equals("cheese")) {
            return new NYStyleCheesePizza();
        } else if (item.equals("veggie")) {
            return new NYStyleVeggiePizza();
        } else if (item.equals("clam")) {
            return new NYStyleClamPizza();
        } else if (item.equals("pepperoni")) {
            return new NYStylePepperoniPizza();
        } else return null;
    }
}
```

- ▶ createPizza() crée une pizza (implémentation obligatoire de la méthode)
- ▶ On crée ici nos classes concrètes de pizzas : pour chaque type de pizza, on crée la version NY-style
- ▶ Notez que orderPizza() dans la super-classe ne sait pas quelle pizza sera créée ; seulement qu'elle peut la préparer, cuire, couper et mettre en boîte !

Déclarer une méthode *Factory* (1/2)

```
public abstract class PizzaStore {
    public Pizza orderPizza(String type) {
        Pizza pizza;

        pizza = createPizza(type); /* HERE */

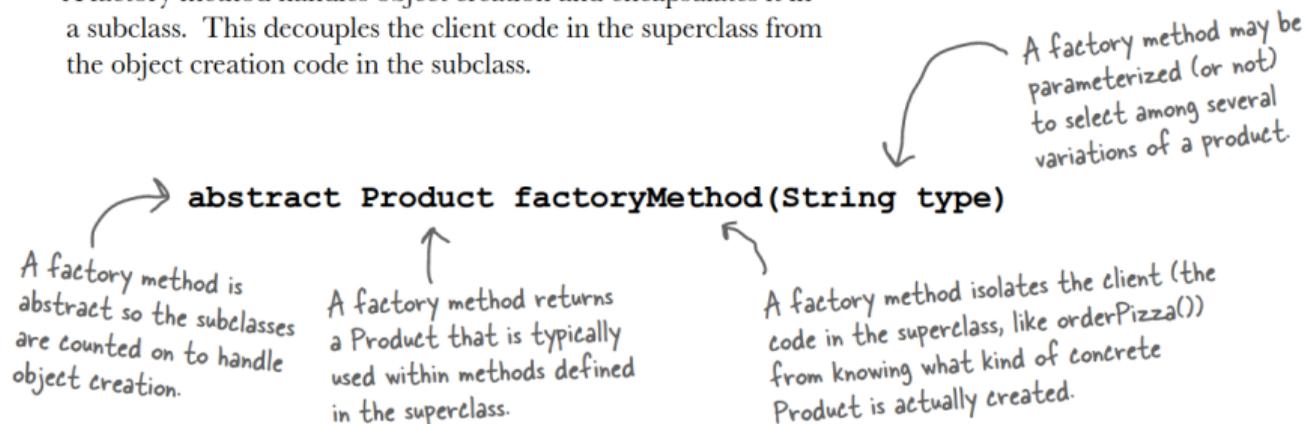
        pizza.prepare();
        // etc
        return pizza;
    }

    protected abstract Pizza createPizza(String type); /* HERE */
}
```

- ▶ Toute la responsabilité pour instancier des pizzas a été délégué à UNE SEULE méthode qui agit comme une Factory

Déclarer une méthode *Factory* (2/2)

A factory method handles object creation and encapsulates it in a subclass. This decouples the client code in the superclass from the object creation code in the subclass.



Source : Head First Design Patterns

- ▶ Une méthode *Factory* crée des objets et les encapsule dans une sous-classe
- ▶ Découple le code client dans la super-classe du code de création d'objet dans la sous-classe

- ▶ Neo veut commander une *cheese* pizza à partir d'un `PizzaStore` de New-York
- ▶ Trinity veut quand à elle une *cheese* pizza de Chicago. Même processus de commande, mais une pizza différente !
- ▶ Comment faire ça ?
 - 1 Chacun à besoin de son instance "locale" de `PizzaStore`
 - 2 Chacun appelle ensuite `orderPizza` et indique quel type de pizza il veut (veggie etc)
 - 3 Appel à `createPizza` définie dans `NYPizzaStore` (resp. `ChicagoPizzaStore`)
 - `NYPizzaStore` instancie des classes "NY style Pizza" (idem pour `ChicagoPizzaStore`)
 - 4 `orderPizza()` ignore quel type de pizza a été fabriqué, mais elle sait que c'est une pizza qui a été préparée, cuite etc

Mais il nous manque une chose essentielle, les pizzas !!

```
public abstract class Pizza { /* abstract class */
    String name;
    String dough;
    String sauce; /* pizza's attributes */
    ArrayList toppings = new ArrayList();

    void prepare() { /* procedure for all pizzas */
        System.out.println("Preparing " + name);
        System.out.println("Tossing dough...");
        System.out.println("Adding sauce...");
        System.out.println("Adding toppings: ");

        for (int i = 0; i < toppings.size(); i++) {
            System.out.println(" " + toppings.get(i));
        }
    }

    void bake() {
        System.out.println("Bake for 25 minutes at 350");
    }

    void cut() {
        System.out.println("Cutting the pizza into diagonal
            slices");
    }

    void box() {
        System.out.println("Place pizza in official PizzaStore
            box");
    }

    public String getName() {
        return name;
    }
}
```

Et maintenant... les sous classes concrètes !

```
public class NYStyleCheesePizza extends Pizza {
    public NYStyleCheesePizza() {
        name = "NY Style Sauce and Cheese Pizza"; /* special NY
            cheese pizza */
        dough = "Thin Crust Dough";
        sauce = "Marinara Sauce";

        toppings.add("Grated Reggiano Cheese");
    }
}
```

```
public class ChicagoStyleCheesePizza extends Pizza {
    public ChicagoStyleCheesePizza() {
        name = "Chicago Style Deep Dish Cheese Pizza"; /* special
            Chicago cheese pizza */
        dough = "Extra Thick Crust Dough";
        sauce = "Plum Tomato Sauce";

        toppings.add("Shredded Mozzarella Cheese");
    }

    /* override the cut method */
    void cut() {
        System.out.println("Cutting the pizza into square slices");
    }
}
```

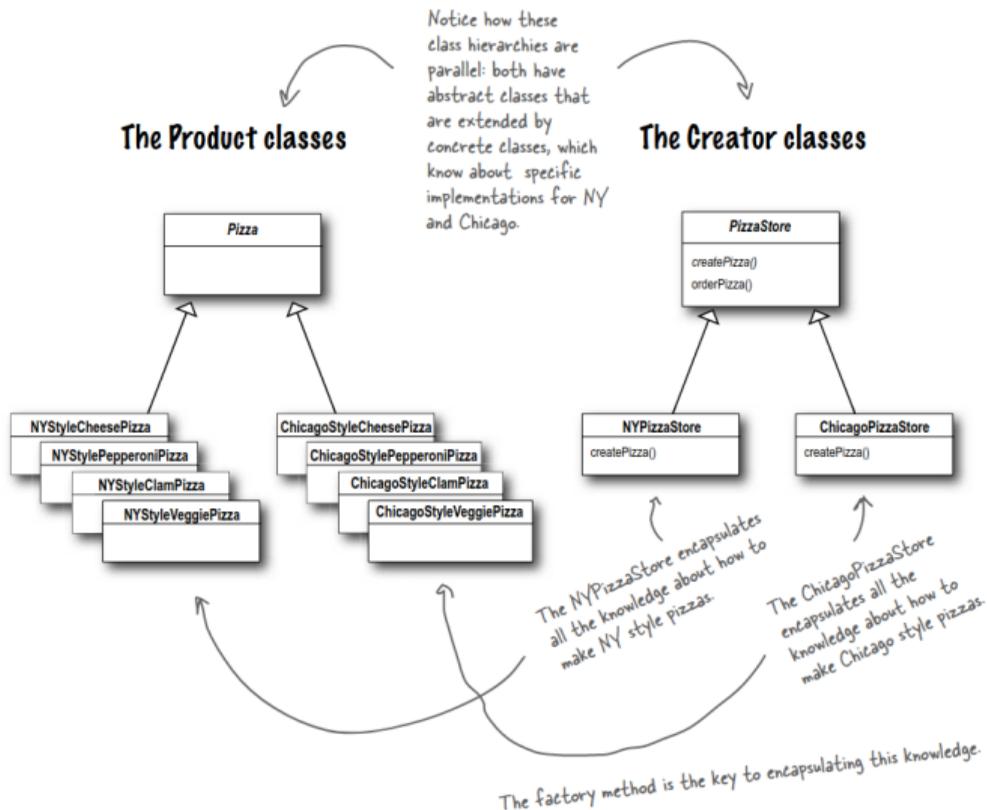
Ca y est, on y est : les pizzas!!!

```
public class PizzaTestDrive {
    public static void main(String[] args) {
        PizzaStore nyStore = new NYPizzaStore();
        PizzaStore chicagoStore = new ChicagoPizzaStore();

        Pizza pizza = nyStore.orderPizza("cheese");
        System.out.println("Neo ordered a " + pizza.getName() +
            "\n");

        pizza = chicagoStore.orderPizza("cheese");
        System.out.println("Trinity ordered a " + pizza.getName()
            + "\n");
    }
}
```

Pour finir, voici notre *Factory pattern* avec les pizzas

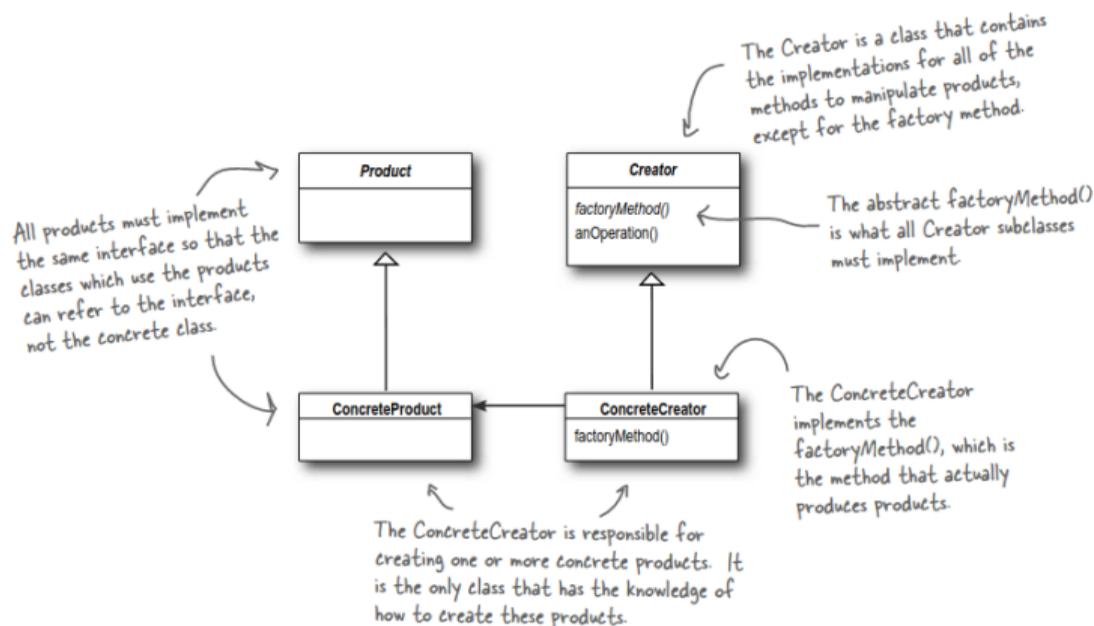


Source : Head First Design Patterns

Pour conclure sur *Factory*

Définition

Le *Factory pattern* définit une interface pour créer des objets, mais laisse les sous-classes décider quelle classe instancier. La *Factory method* permet à une classe de déléguer les instantiations aux sous-classes.



Source : Head First Design Patterns

- ▶ Le livre "Design Patterns" chez **O'Reilly - Head First** [PDF]
- ▶ Le livre "Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software" chez **Addison-Weesley Professional Computing Series**