Modèles de conception réutilisables ou « Design Patterns »

Jean-Paul ARCANGELI
Jean-Paul.Arcangeli@irit.fr
UPS – IRIT

Cours UE MCO - M1 INFO & RT
S7 2018-2019

Le modèle « Décorateur » (1/6)

- Décorateur
  - Pattern structurel de niveau objet
- Alias
  - Enveloppe
- Intention
  - Permet de remplacer un objet de base par un autre objet (avec conformité de type) tout en lui ajoutant des compétences supplémentaires (de manière dynamique)
  - Donne une alternative souple à l'héritage (via la délégation)

Le modèle « Décorateur » (2/6)

- Motivation
  - Le décorateur est un objet qui offre l'interface de l'objet décoré mais qui enveloppe ce dernier et lui ajoute une fonctionnalité
    - l'objet décoré est un délégué du décorateur
  - On peut imbriquer récursivement les décorateurs
  - Par exemple, si on veut agrémenter une fenêtre de texte (qui gère l'affichage et les évènements) d'une barre de défilement, d'un encadrement particulier et/ou d'un compteur de caractères…
    - à chaque « agrément » (barre, cadre, compteur…) correspondra un décorateur de type « fenêtre »
    - les décorateurs seront composés par délégation pour fabriquer par exemple une fenêtre de texte avec compteur et barre de défilement…

Le modèle « Décorateur » (3/6)

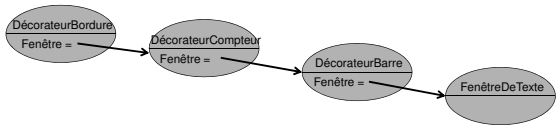
- Indication d'utilisation
  - Pour pouvoir ajouter ou retirer des opérations (extension) à des objets sans avoir à modifier les classes existantes
  - Quand l'héritage n'est pas souhaitable, pas possible ou limité

Le modèle « Décorateur » (4/6)

- Participants
  - *Composant* : classe abstraite (ou interface) qui spécifie l'interface des objets qui peuvent être décorés
  - *Composant concret* : classe qui définit un objet à décorer
  - *Décorateur* : classe abstraite qui implante l'interface de *Composant* et qui gère une référence à un *Composant*
  - *Décorateur concret* : ajoute une responsabilité au composant et redéfinit les méthodes de l'interface
- Collaboration
  - le décorateur transmet les requêtes à l'objet décoré et peut y ajouter des opérations complémentaires

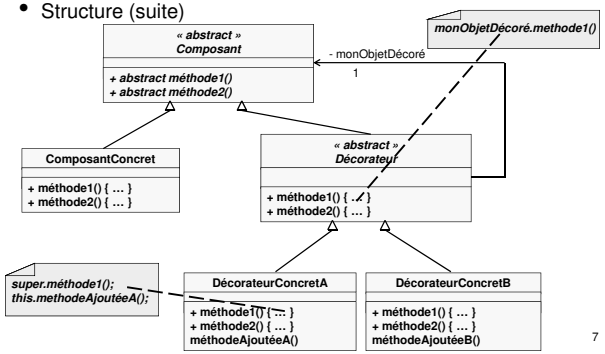
Le modèle « Décorateur » (5/6)

- Structure
  - Diagramme d'objets (exemple) -syntaxe ad hoc-



Le modèle « Décorateur » (6/6)

- Structure (suite)



Le modèle « Fabrique abstraite » (1/4)

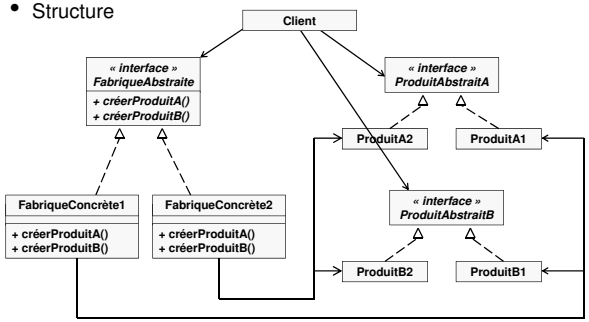
- Fabrique abstraite
  - Catégorie « créateur », de niveau objet
- Intention
  - Permet la création d'objets regroupés en familles sans avoir à spécifier (connaître) leurs classes concrètes
  - Au moyen d'un objet « fabrique » (comme la fabrique simple)
- Motivation
  - Par exemple, quand on choisit un certain style graphique pour une IHM, on veut créer des objets graphiques (fenêtres, boutons…) conformes à ce style là (famille)
  - On veut éviter de coder « en dur » dans la classe « cliente » la création d'objets (new) en faisant référence à leurs classes concrètes
    - Rendre la classe « cliente » indépendante de la façon dont les objets sont créés, afin de faciliter l'évolution

Le modèle « Fabrique abstraite » (2/4)

- Participants
  - *FabriqueAbstraite* est une interface qui spécifie les méthodes de création des différents objets
  - *FabriqueConcrète1*, *FabriqueConcrète2*… sont les classes concrètes qui implantent *FabriqueAbstraite* pour chaque famille
  - *ProduitAbstraitA*, *ProduitAbstraitB*… sont des interfaces ou des classes abstraites qui définissent les objets de la famille A, B…
  - *ProduitConcretA1*, *ProduitConcretA2* implante (ou hérite de) *ProduitAbstraitA* pour chaque famille de produits
  - *Client* est la classe qui utilise l'interface de *FabriqueAbstraite*
- Collaborations
  - La classe *Client* utilise une instance d'une des fabriques concrètes pour créer les produits (via l'interface de *FabriqueAbstraite*)

Le modèle « Fabrique abstraite » (3/4)

- Structure

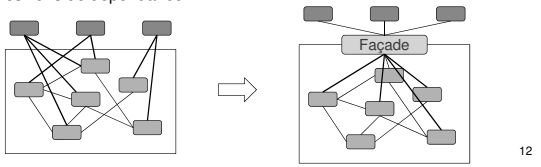


Le modèle « Fabrique abstraite » (4/4)

- Conséquences
  - L'interface de « Fabrique abstraite » change dès qu'on introduit un nouveau produit ☹ (mais l'objectif n'est pas là…)
  - Mais pas quand on ajoute une nouvelle famille ☺
- Modèles apparentés
  - « Factory Method » permet d'implémenter les méthodes des fabriques de création des produits
    - Dans notre exemple, FabriqueConcrète1 (idem pour FabriqueConcrète2) serait la classe « Créateur » et créerProduitA() (idem pour créerProduitB()) serait la méthode générique qui fait appel à une méthode de fabrication spécifique au produit A de la famille 1.

Le modèle « Façade » (1/4)

- Façade
  - Pattern structurel de niveau objet
- Intention
  - Fournir une interface unifiée et simplifiée à l'ensemble des interfaces d'un sous-système (organisation, simplification)
- Motivation
  - Réduire la complexité de la structure client/sous-système et organiser les liens de dépendance

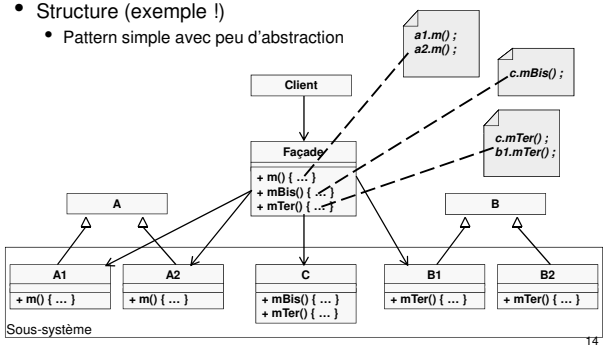


Le modèle « Façade » (2/4)

- Participants
  - La *façade* fournit aux clients une interface unifiée de plus haut niveau d'abstraction que celles des composants
    - à travers des procédures construites à partir des fonctionnalités du sous-système (de plus bas niveau)
  - Les classes du sous-système implémentent les différentes fonctionnalités
    - La classe Façade possède des liens vers les classes du sous-système
- Collaborations
  - Les clients communiquent avec le sous-système en envoyant des requêtes à la façade qui les répercute aux objets du sous-système

Le modèle « Façade » (3/4)

- Structure (exemple !)
  - Pattern simple avec peu d'abstraction



Le modèle « Façade » (4/4)

- Conséquences
  - La façade masque le sous-système au client donc le rend plus facile à utiliser
    - Elle permet de contrôler l'accès aux opérations (rendre invisible certaines opérations en dehors du sous-système)
    - Elle n'empêche pas (forcément) le client d'accéder directement aux composants du sous-système si besoin
  - On peut définir différentes façades « métier » pour un même sous-système
  - La façade peut ajouter une « plus-value » c-à-d. offrir des services de haut niveau
  - La façade réduit le couplage entre les classes client et sous-système
    - Une évolution du sous-système n'impacte pas directement le client
- Modèles apparentés
  - Adaptateur, Médiateur, Proxy

Le modèle « Factory Method » (1/7)

- Nom
  - Alias « Fabrication »
  - Catégorie « créateur », de niveau classe
- Intention
  - Définir une interface pour la « fabrication » d'objets sans connaître le type réel (classe) de ces objets
  - Reporter la création effective dans les sous-classes
    - Utilisation de l'héritage

Le modèle « Factory Method » (2/7)

- Motivation
  - Ne pas faire appel à *new*
    - « programmer une interface, pas une réalisation »
  - Par exemple, dans une bibliothèque graphique pour pouvoir créer des formes géométriques qui seront définies par l'utilisateur de la bibliothèque (le concepteur de la bibliothèque ignore la classe concrète des objets à créer)
  - Le pattern « Factory Method » introduit une classe abstraite qui offre une méthode abstraite de fabrication
    - Comme patron de méthode
    - Implantée dans une sous-classe à qui est délégué le choix du type de l'objet à créer
    - Retourne un produit
      - Une classe abstraite (un super-type) représente le type du produit

Le modèle « Factory Method » (3/7)

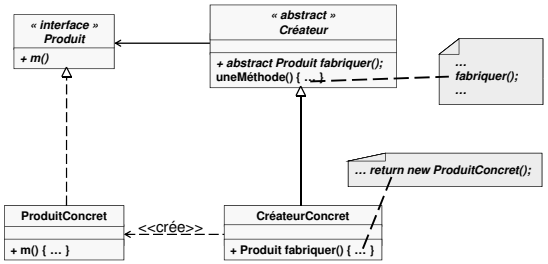
- Indication d'utilisation
  - Une classe ne connait pas la classe (concrète) des objets à créer
  - Une classe attend de ses sous-classes qu'elles spécifient les objets qu'elles créent

Le modèle « Factory Method » (4/7)

- Participants
  - *Produit* : définit l'interface des objets à créer
  - *ProduitConcret* : implémente l'interface *Produit*
  - *Créateur* : déclare l'interface de fabrication qui retourne un *Produit*
  - *CréateurConcret* : définit (ou redéfinit) la fabrication pour retourner une instance de *ProduitConcret*
- Collaboration
  - C'est la sous-classe *CréateurConcret* qui réalise la fabrication d'un *ProduitConcret* (vu comme un *Produit*)

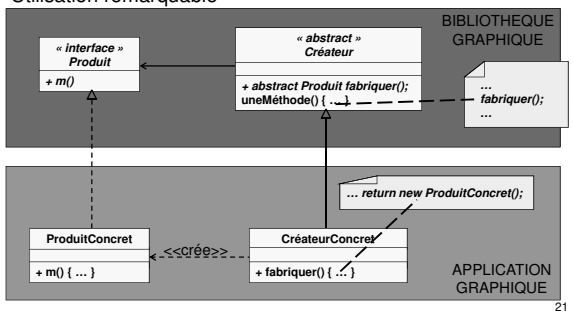
Le modèle « Factory Method » (5/7)

- Structure



Le modèle « Factory Method » (6/7)

- Utilisation remarquable



Le modèle « Factory Method » (7/7)

- Implémentation
  - *Créateur* peut aussi définir une implémentation par défaut de *fabriquer()*
    - *Créateur* peut donc être une classe concrète
  - La requête de fabrication peut être paramétrée afin de permettre la création de plusieurs (nombreux) types de produits concrets

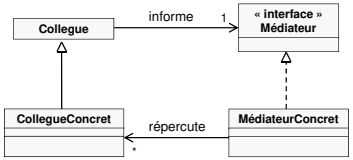
Le pattern Médiateur 1/5

- Médiateur
  1. Modèle « comportemental » de niveau « objet »
  2. Alias : aucun

Le pattern Médiateur 2/5

- Problème et contexte
  3. Intention
     - Définit un objet qui encapsule les modalités d'interaction (gestion et contrôle) d'un ensemble d'objets
     - Favorise le couplage faible en permettant aux objets de ne pas se référencer les uns les autres
  4. Motivation (justification)
     - La conception objet favorise la distribution des comportements. Elle peut conduire à des structures d'interconnexion complexes, donc à des difficultés en cas de modification
     - Exemple : boîtes de dialogue (widgets) dans une interface graphique
  5. Indications d'utilisation
     - Interconnexions complexes dans un ensemble d'objet
     - Réutilisation difficile des classes du système (du fait des références multiples)

Le pattern Médiateur 3/5



- Solution
  6. Structure
  7. Constituants (ou participants)
     - *Médiateur* définit l'interface du médiateur pour les objets *Collegue*
     - *MédiateurConcret* implante la coordination et gère les associations
     - *Collegue* regroupe les attributs, associations et méthodes communes des objets en interaction (classe abstraite)
     - *CollegueConcret* implante les objets en interaction
  8. Collaborations
     - Les collègues émettent et reçoivent des requêtes du médiateur. Le médiateur assure le routage des requêtes entre collègues
     - *A compléter par des diagrammes de séquence ou de communication*

Le pattern Médiateur 4/5

- Conséquences et réalisation
  9. Conséquences
     - Le médiateur centralise la logique d'interaction. Il remplace des interactions N-N entre collègues par des interactions 1-N
       - La complexité n'est pas distribuée mais centralisée dans le médiateur
       - La logique d'interaction est séparée de la logique métier des collègues
     - La présence d'un médiateur réduit le couplage entre collègues
     - Surcoût des indirections à l'exécution (c'est le prix à payer !)
       - Au besoin, les liens directs restent possibles
  10. Implémentation
     - L'interface (ou classe abstraite) Médiateur n'est pas obligatoire lorsque le médiateur est unique
     - La communication entre collègues et médiateur peut se faire par évènements
  11. Exemples de code

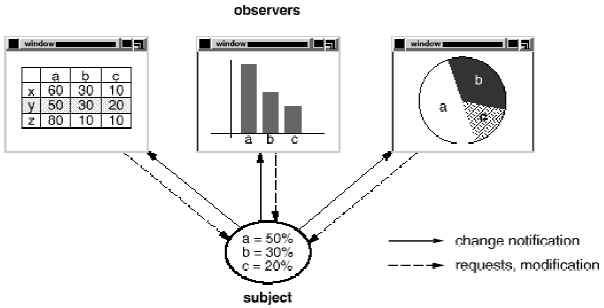
Le pattern Médiateur 5/5

- Compléments
  12. Utilisations remarquables
  13. Modèles apparentés
     - Le modèle Façade diffère de Médiateur…*blablabla (à développer)*
     - Le modèle … peut être utilisé pour la communication entre collègues et médiateur
     - On peut implanter le médiateur comme un Singleton

Le modèle « Observateur » (1/6)

- Observateur
- Alias
  - Souscription-diffusion (*publish-subscribe*)
- Intention
  - Définit une relation un-à-plusieurs (1-N) entre des objets de telle sorte que lorsqu'un objet (le « sujet ») change d'état, tous ceux qui en dépendent (les « observateurs ») en soient notifiés et mis à jour « automatiquement »
  - Maintien d'une cohérence d'état entre objets
- Motivation
  - Ne pas introduire de couplage fort entre les classes sujet et observateur
  - Pouvoir attacher et détacher dynamiquement les observateurs
  - *Par exemple, pour afficher différentes représentations d'un jeu de données (des graphiques extraits d'un tableur par exemple)*

Le modèle « Observateur » (2/6)

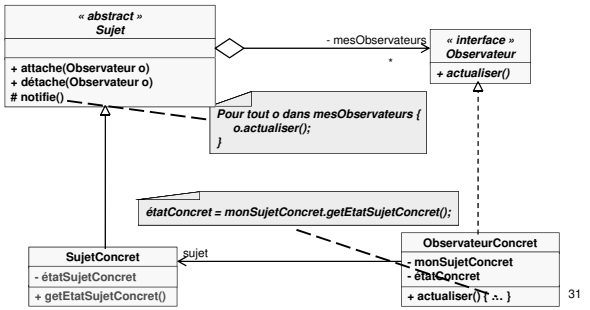


Le modèle « Observateur » (3/6)

- Participants
  - *Sujet* : classe abstraite en association avec *Observateur*
    - offre une interface pour attacher et détacher les observateurs
    - implémente la notification (protocole de diffusion)
    - peut aussi être une interface ou une classe concrète
  - *Observateur* : interface qui spécifie la réception de la notification
  - *SujetConcret* : mémorise l'état et envoie la notification
    - offre une méthode d'acquisition d'état aux observateurs (mode *pull*)
    - un objet *SujetConcret* a la référence de ses *ObservateurConcrets*
  - *ObservateurConcret* : gère la référence au sujet concret et, éventuellement, mémorise l'état en cohérence avec le sujet
    - sollicite le sujet pour acquérir l'état (en mode *pull*)

Le modèle « Observateur » (4/6)

- Structure



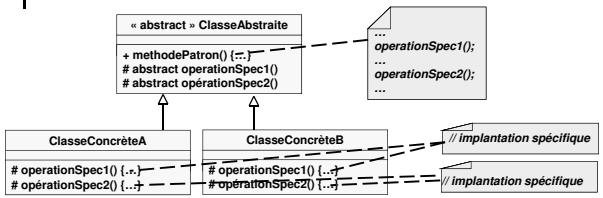
Le modèle « Observateur » (5/6)

- Conséquences
  - On peut modifier sujets et observateurs indépendamment
    - Pas de lien de la classe SujetConcret vers la classe ObservateurConcret
    - On peut ajouter de nouveaux observateurs sans avoir à modifier le sujet
      - Initialement, on a identifié que les observateurs pouvaient varier
  - Un observateur peut observer plusieurs sujets (relation N-1 possible)
  - Communication possible en mode *push*
    - Mais interface de notification spécifique (côté observateur)
  - D'autres modèles sont possibles en termes de synchronisation (*i.e.* évènementiel) et d'interaction

Le modèle « Observateur » (6/6)

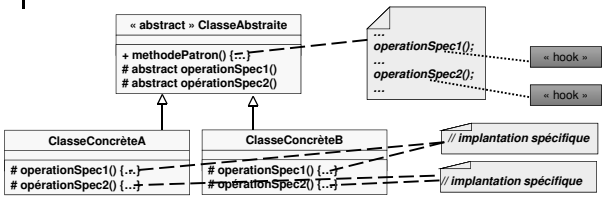
- Implémentation
  - Il existe une implémentation native en Java
    - Classe java.util.Observable
    - Interface java.util.Observer
  - API Swing
- Utilisations remarquables
  - Dans la mise en œuvre des IHM
    - En particulier dans le modèle MVC
- Modèles apparentés
  - Médiateur ?

Le design pattern « patron de méthode »



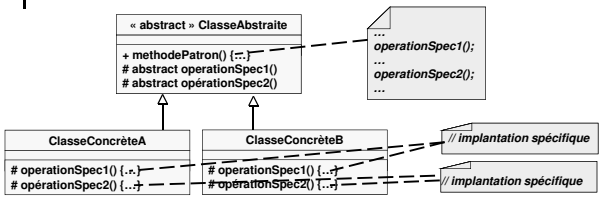
- Objectif
  - Reporter dans les sous-classes une partie d'une opération sur un objet
    - Algorithme (méthode) avec partie invariable et partie spécifique (variable)
- L'héritage supporte
  - La mise en facteur de code (parties communes à des méthodes)
  - La spécialisation des parties qui diffèrent

Le design pattern « patron de méthode »



- methodePatron() : méthode générique
  - Partie commune/invariable
  - Fournit la structure générale de l'algorithme
  - Une partie de son implantation se trouve dans la sous-classe
- operationSpec1() et operationSpec2() : parties spécifiques
  - Intégration *via* des « hooks » dans methodePatron()

Le design pattern « patron de méthode »



- Objectif : organisation du code (des classes)
  - Patron de méthode est un pattern « de niveau classe » (*vs* « de niveau objet »)
- S'occupe du comportement de l'entité
  - Rôle « comportemental » (*vs* « structurel » ou « créationnel »)
- Utilise le polymorphisme

Proxy

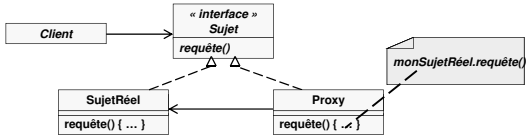
- Intention
  - Contrôler l'accès à un objet S (Sujet) au moyen d'un autre objet P (intermédiaire) qui se substitue à S
  - Cacher au client de S tout ce qui concerne l'identité et la localisation de S et la réalisation de l'appel
- Motivation
  - L'accès à un objet doit parfois être contrôlé. Par exemple, dans une exécution répartie, l'appel de méthode d'un objet client sur un objet distant n'est pas directement possible. On veut rendre possible cet appel tout en cachant au client la complexité de l'opération
- Indications d'utilisation
  - Quand l'accès à un objet doit être contrôlé, soumis à un pré-traitement (ou un post-traitement) externe au sujet lui-même
  - Utilisations remarquables : proxy distant, virtuel, de protection, de synchronisation, intelligent…

Proxy

- Participants
  - Sujet : interface commune entre le proxy et le sujet réel
  - SujetRéel : classe concrète du sujet réel, représentée te contrôlé par le Proxy
  - Proxy : classe concrète de l'objet qui se substitue au sujet réel

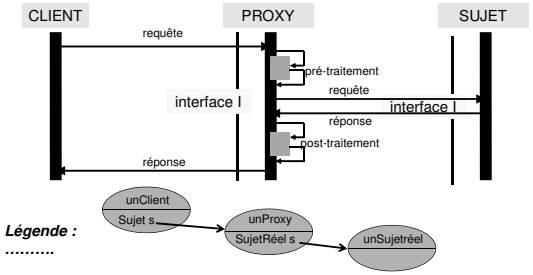
Proxy

- Structure



Proxy

- Collaborations
  - Le proxy (représentant du sujet) reçoit les appels pour le sujet, et lui fait suivre sous condition…

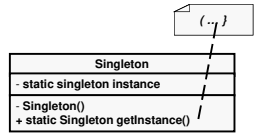


Description du modèle « Singleton » (1/3)

- Nom
  - Singleton (modèle créateur)
- Alias
  - *Néant*
- Intention
  - Assurer qu'une classe n'ait qu'une instance et fournir un point d'accès global à celle-ci
- Motivation
  - Pour certaines classes, il est important de n'avoir qu'une seule instance
    - Prenons l'exemple d'un serveur d'impression…
  - Pour cela, la classe assure l'unicité de l'instance et fournit un moyen pour y accéder
- Indications d'utilisation
  - S'il ne doit y avoir qu'une instance au plus de la classe

Description du modèle « Singleton » (2/3)

- Constituants (ou participants)
  - La classe elle-même et elle seule
- Structure
- Collaborations
  - Les clients accèdent à l'instance par le seul intermédiaire de la méthode (« synchronisée ») *getInstance()*
- Conséquences
  - La classe elle-même contrôle précisément comment et quand les clients accèdent à l'instance
  - Le modèle peut être adapté pour contrôler un nombre fixé d'instances
  - On peut sous-classer la classe Singleton et préserver le polymorphisme
  - Etc.



Description du modèle « Singleton » (3/3)

- Implémentation
  - En cas de sous-classage, on peut contrôler le type du Singleton à créer au moyen d'une variable d'environnement…
  - À propos de la synchronisation…
  - Selon le langage (C++, Java…), …
- Exemples de code
  - …
- Utilisations remarquables
  - …
- Modèles apparentés
  - De nombreux modèles peuvent être implémentés à partir du modèle singleton : par exemple…

Le modèle « State » (1/5)

- Nom
  - State (modèle comportemental de niveau objet)
- Intention
  - Permettre à un objet d'adapter son comportement en fonction de son état interne
- Motivation
  - L'approche classique qui consiste à utiliser des conditions dans le corps des méthodes conduit à des méthodes complexes
  - En réifiant l'état sous forme d'objet (1 classe par état possible) et en déléguant le traitement de la méthode à cet objet, on rend le traitement spécifique à l'état courant de la machine à états
- Indications d'utilisation
  - Quand le comportement d'un objet dépend de son état et que l'implantation de cette dépendance à l'état par des instructions conditionnelles est trop complexe

Le modèle « State » (2/5)

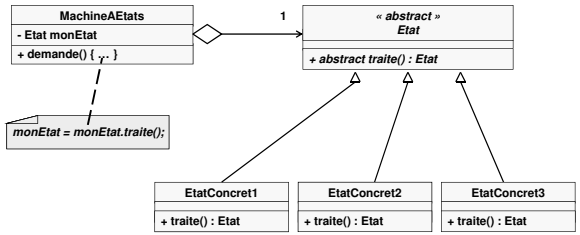
- Participants
  - *MachineAEtat* : classe concrète définissant des objets qui sont des machines à états (pouvant être décrits par un diagramme d'états-transitions). Cette classe maintient une référence vers une instance d'état qui définit l'état courant
  - *Etat* : classe abstraite qui spécifie les méthodes liées à l'état et qui gère l'association avec la machine à états
  - *Etatconcret1*... : (sous-)classes concrètes qui implantent le comportement de *MachineAEtat* pour chacun des ses états

Le modèle « State » (3/5)

- Collaborations
  - La *MachineAEtat* transmet la requête à l'objet *EtatConcret* qui la traite par « délégation » (sous-traitance) ; ce traitement provoque la mise à jour de l'état de MachineAEtat
    - C'est l'objet *EtatConcret* qui décide du nouvel état (EtatConcret) de *MachineAEtat* et initie la mise à jour
    - Le nouvel objet *EtatConcret* est retourné en résultat du traitement (cf. signatures des méthodes dans le diagramme de classes)
      - Alternativement (variante), *EtatConcret* peut utiliser une méthode de **callback** offerte par *MachineAEtat*

Le modèle « State » (4/5)

- Structure



Le modèle « State » (5/5)

- Modèle apparenté
  - Stratégie
    - Fondamentalement, State diffère de Stratégie par son intention. State a pour intention de permettre à un objet d'adapter son comportement en fonction de son état et de changer cet état
    - Dans la solution (mise en œuvre), le changement de stratégie est externe (méthode setStratégie()) alors que c'est l'état lui-même qui provoque le changement d'état (opération interne)

Le modèle « Stratégie » (1/6)

- Identification du pattern
  1. Stratégie
     - Modèle « comportemental » de niveau « objet »
  2. Alias : Politique

Le modèle « Stratégie » (2/6)

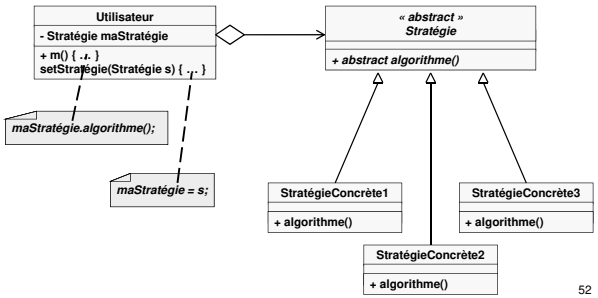
- Problème et contexte
  3. Intention
     - Permettre de définir des objets qui exécutent algorithmes inconnus à la conception et/ou interchangeables
       - Les algorithmes peuvent évoluer indépendamment des objets qui les utilisent (ajouter de nouveaux algorithmes, ou modifier ou retirer des algorithmes existants, jusqu'à changer d'algorithme dynamiquement)
     - Découpler l'algorithme utilisé de la classe qui l'utilise
  4. Motivation
     - Éviter de coder « en dur » les algorithmes au sein des classes qui les utilisent (séparer les codes)
     - Le comportement peut être implanté par différents algorithmes mais le choix au moyen d'une structure conditionnelle est inadapté

Le modèle « Stratégie » (3/6)

- Problème et contexte (suite)
  5. Indications d'utilisation
     - Par exemple, dans une fenêtre de texte, pour gérer l'affichage des lignes et la césure des mots, on peut employer différents algorithmes
       - Une famille d'algorithmes pour l'affichage, conforme à une même interface « stratégie »
       - Un algorithme est encapsulé dans un objet de type « stratégie »
       - L'objet de type « stratégie » est un délégué de l'objet utilisateur

Le modèle « Stratégie » (4/6)

- Solution
  6. Structure



Le modèle « Stratégie » (5/6)

- Solution
  7. Participants
     - *Stratégie* : classe abstraite ou interface qui déclare une interface commune aux algorithmes (super-type)
     - *StratégieConcrète* : implémente l'algorithme conformément à l'interface *Stratégie*
     - *Utilisateur* : classe utilisatrice (cliente) de l'algorithme qui gère une référence sur un objet de type Stratégie
  8. Collaborations
     - Un *utilisateur* transmet les requêtes à l'objet *stratégie* (sous-traitance)
     - L'objet *stratégie* peut éventuellement accéder à des données propres à l'*utilisateur* à travers une méthode dédiée

Le modèle « Stratégie » (6/6)

- Conséquences et réalisation
  9. Conséquences…
  10. Implémentation…
  11. Exemples de code...
- Compléments
  12. Utilisations remarquables…
  13. Modèles apparentés
      - Patron de méthode...
      - Etc.