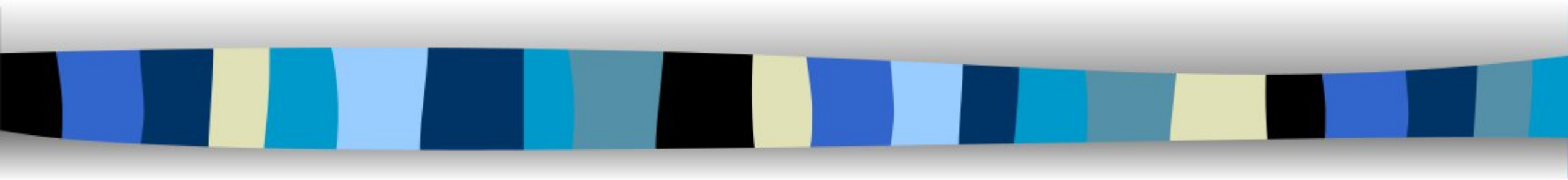
Design patterns : de la réutilisation dans les SI



Université Claude Bernard Lyon 1 – M1 Informatique
M1IF01 – Gestion de projet et génie logiciel

Lionel Médini – septembre 2025
D'après le cours de Yannick Prié

CC BY NC

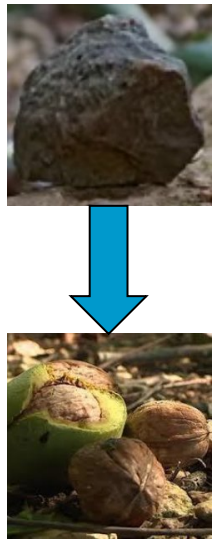
Plan

- Introduction
- Principes GRASP
- Design patterns
- Patterns architecturaux
- Conclusion

L. Médini - UCBL
BY-NC

Réutilisation

- Constante de la conception d'outils en général
  - Dois-je tout concevoir depuis zéro ?
  - Que puis-je récupérer ?
  - Dans quel contexte ?



L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Réutilisation en informatique

- Réutilisation de code métier
  - Sous la forme de bibliothèques / composants
  - À acheter / fabriquer
- Réutilisation de code générique
  - Sous la forme de frameworks
  - À utiliser en les spécialisant
- Réutilisation de principes de conception
  - Dès que des principes se révèlent pertinents
    - Abstraction
    - Réutilisation

} **Design patterns**

BY-NC

Généralités sur les patterns

- Définition
  - Modèle de solution à un problème de conception classique, dans un contexte donné
- Objectifs
  - Identifier, catégoriser et décrire un problème et la solution proposée
  - Faire émerger la solution globale grâce à l'application d'un ensemble de patterns
- Spécification de la solution
  - Structure et/ou comportement d'une société d'objets

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Historique

- Origine en architecture
  - Ouvrage : *A pattern language: Towns, Buildings, Construction*, Christopher Alexander (1977)
- « Récupération » en IHM (Interaction design)
  - Ouvrage : *User Centered System Design*, Donald Norman & Stephen Draper (1986)
- …Puis en conception informatique
  - 1987 : 1er projet de conception mettant en oeuvre des DP par K. Beck & W. Cunningham, Tektronix
  - 1991 : Gang Of Four : Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson & John Vlissides ; *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*
  - 1994 : the Hillside Group créent une série de conférences : *Pattern Languages of Programs*

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Éléments d'un patron (1/3)

- Nom
  - Évocateur
  - Concis (un ou deux mots)
- Problème
  - Points bloquants que le patron cherche à résoudre
- Contexte initial
  - Comment le problème survient
  - Quand la solution fonctionne
- Forces/contraintes
  - Forces et contraintes interagissant au sein du contexte
  - Détermination des compromis

CC BY-NC

Éléments d'un patron (2/3)

- Solution
  - Comment mettre en œuvre la solution ?
  - Point de vue statique (structure) et dynamique (interactions)
  - Description abstraite
    - Élément de conception, relation, responsabilités, collaboration
  - Variantes de solutions
- Contexte résultant
  - Description du contexte résultant de l'application du patron au contexte initial
  - Conséquences positives et négatives
- Exemples
  - Illustrations simples d'application du pattern
  - Applications dans des cas réels

BY-NC

Éléments d'un patron (3/3)

- Justification
  - Raisons fondamentales conduisant à l'utilisation du patron
  - Réflexions sur la qualité du patron
- Patrons associés
  - Similaires
  - Possédant des contextes initial ou résultant proches
- Discussion
  - Avantages, inconvénients
  - Conseils d'application / d'implémentation
  - Variantes
  - Autres…

BY-NC

(O. Aubert)

Les patrons sont

- Des solutions éprouvées à des problèmes récurrents
- Spécifiques au domaine d'utilisation
- Rien d'exceptionnel pour les experts d'un domaine
- Une forme littéraire pour documenter des pratiques
- Un vocabulaire partagé pour discuter de problèmes
- Un moyen efficace de réutiliser et partager de l'expérience

BY-NC

(O. Aubert)

Les patrons ne sont pas

- Limités au domaine informatique
- Des idées nouvelles
- Des solutions qui n’ont fonctionné qu’une seule fois
- Des principes abstraits ou des heuristiques
- Une panacée

BY-NC

Principles Are Not Patterns

- Principes généraux très utiles, mais qui ne s'appliquent pas à un problème concret
- Exemples
  - "Patterns" GRASP
  - Keep it Simple, Stupid (KISS)
  - Don't Repeat Yourself (DRY) / Duplication is Evil (DIE)
    - "Every piece of knowledge must have a single, unambiguous, authoritative representation within a system"
    - S'applique à tout le système : code, configuration, modèles, documentation, etc.
  - You aren't gonna use it
    - Issu de l'extreme programming (XP)

BY-NC

Principles Are Not Patterns

- Exemples
  - SOLID
    - Single responsibility
      - Voir forte cohésion
    - Open/closed
      - les classes doivent être ouvertes à l'extension, mais fermées à la modification
    - Liskov substitution
      - "Substituabilité" d'un objet par ses sous-types
      - Voir Design by Contract
    - Interface segregation
      - Utiliser l'interface la plus spécifique possible
    - Dependency inversion
      - Dépendre d'une abstraction (interface) et non d'une implémentation

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Types de patterns

- Idiomes de programmation
  - Techniques, styles spécifiques à un langage
- Patrons de conception
  - conception
    - interaction de composants
  - architecture
    - conception de systèmes
- Patrons d'analyse
- Patrons d'organisation
- …

BY-NC

Classifications des patterns de conception

- Par scope
  - Classe : statique, interne à une classe ou ses sous-classes
  - (Société d') objet(s) : mis en oeuvre par les relations dynamiques entre objets

  Design patterns
  - Application : permettent de mettre en place l'architecture générale d'une application ou d'un framework

  Architectural patterns
- Par objectif
  - Création, structure, comportement, concurrence…

  Design patterns

BY-NC

Contenu de ce cours

- Beaucoup (trop ?) de choses
  - Principes / définitions
  - Liste de patterns
    - Ordonnée par catégories
    - Non exhaustive
    - Et pourtant très longue
  - Synthèse / généralisation
- À considérer comme des pointeurs

L. Médini - UCBL
BY-NC

Plan

- Introduction
- Principes GRASP
- Design patterns
- Patterns architecturaux
- Conclusion

L. Médini - UCBL
BY-NC

Conception pilotée par les responsabilités

- Métaphore

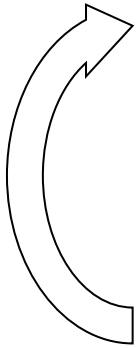
  Concevoir une société d'objets responsables qui collaborent dans un objectif commun

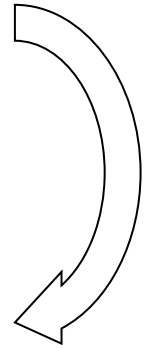
- Concrètement
  - penser l'organisation des composants en termes de **responsabilités** par rapport à des **rôles**, au sein de **collaborations**

L. Médini - UCBL
BY-NC

Conception pilotée par les responsabilités

- Rôle
  - contrat, obligation vis-à-vis du fonctionnement global
    - remplit une partie de l'objectif
    - déduit de l'expression des besoins en phase de conception
- Responsabilité
  - abstraction de comportement permettant de s'acquitter d'un rôle
    - une responsabilité n'est pas une méthode
    - les méthodes s'acquittent des responsabilités
- Collaboration
  - échanges d'informations entre responsabilités
    - interfaces entre les classes / packages / composants
    - types de communication (appel de méthode, événement…)





BY-NC

Deux catégories de responsabilités pour les objets

- Savoir
  - connaître les données privées encapsulées
  - connaître les objets connexes
  - connaître les attributs à calculer ou dériver
- Faire
  - faire quelque chose soi-même (ex. créer un autre objet, effectuer un calcul)
  - déclencher une action d'un autre objet
  - contrôler et coordonner les activités d'autres objets

L. Médini - UCBL
BY-NC

Exemples (bibliothèque)

- Savoir
  - *Livre* est responsable de la connaissance de son numéro *ISBN*
  - *Abonné* est responsable de savoir s'il lui reste la possibilité d'emprunter des livres
- Faire
  - *Abonné* est responsable de la vérification du retard sur les livres prêtés

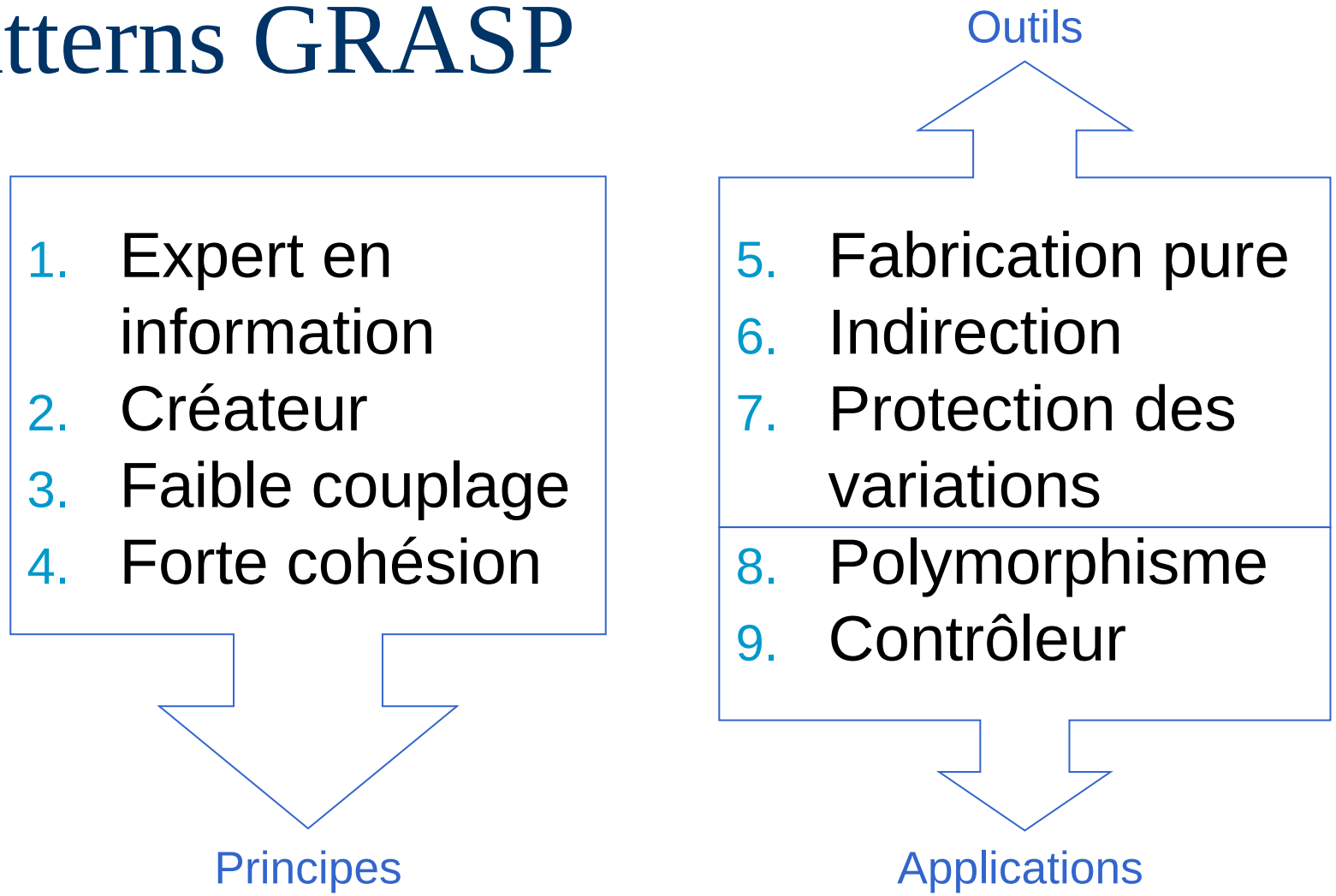
BY-NC

General Responsibility Assign-ment Software Patterns (GRASP)

- Ensemble de principes (plutôt que patterns) généraux d'affectation de responsabilités pour aider à la conception orientée-objet
  - raisonner objet de façon méthodique, rationnelle, explicable
- Utile pour l'analyse et la conception
  - réalisation d'interactions avec des objets
- Référence : Larman 2005

BY-NC

9 patterns GRASP



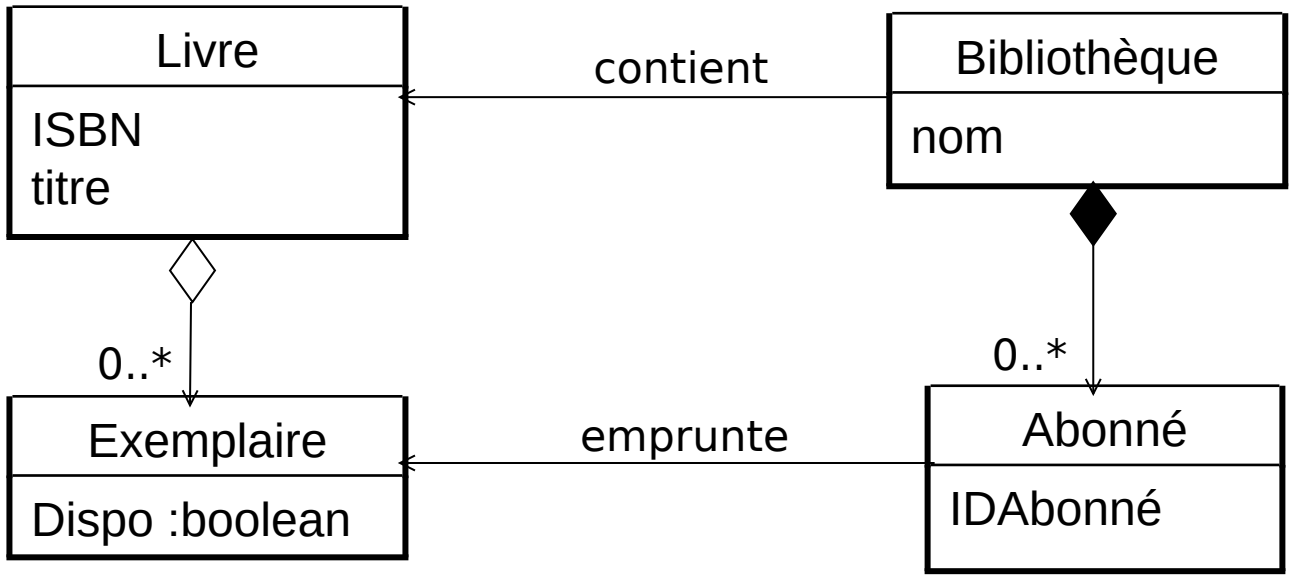
Expert (GRASP)

- Problème
  - Quel est le principe général d'affectation des responsabilités aux objets ?
- Solution
  - Affecter la responsabilité à l'*expert* en information
    - la classe qui possède les informations nécessaires pour s'acquitter de la responsabilité

BY-NC

Expert : exemple

- Bibliothèque : qui doit avoir la responsabilité de connaître le nombre d'exemplaires disponibles ?



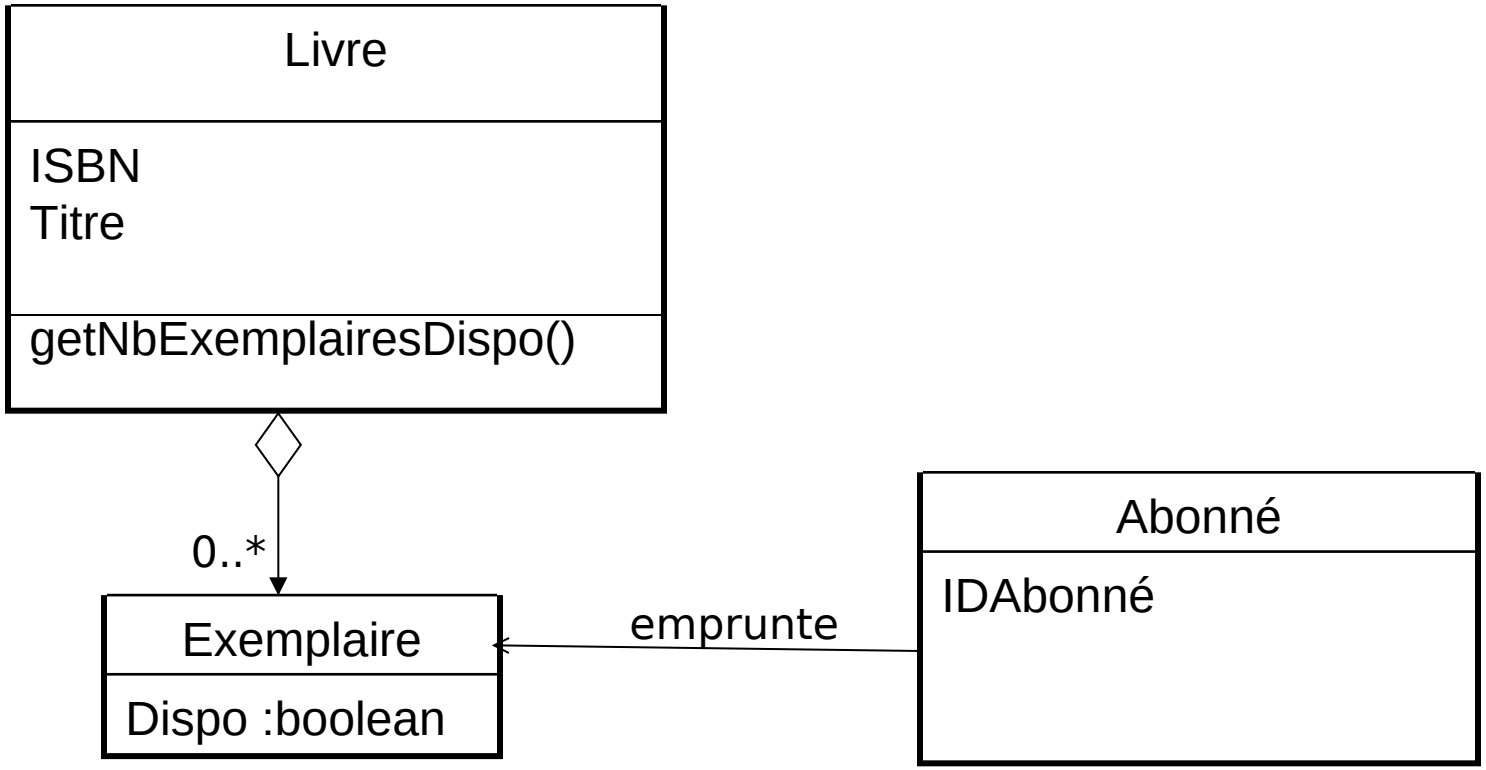
BY-NC

Expert : exemple

- Commencer avec la question
  - De quelle information a-t-on besoin pour déterminer le nombre d'exemplaires disponibles ?
    - *Disponibilité de toutes les instances d'exemplaires*
- Puis
  - Qui en est responsable ?
    - *Livre* est l'Expert pour cette information

L. Médini - UCBL
BY-NC

Expert : exemple



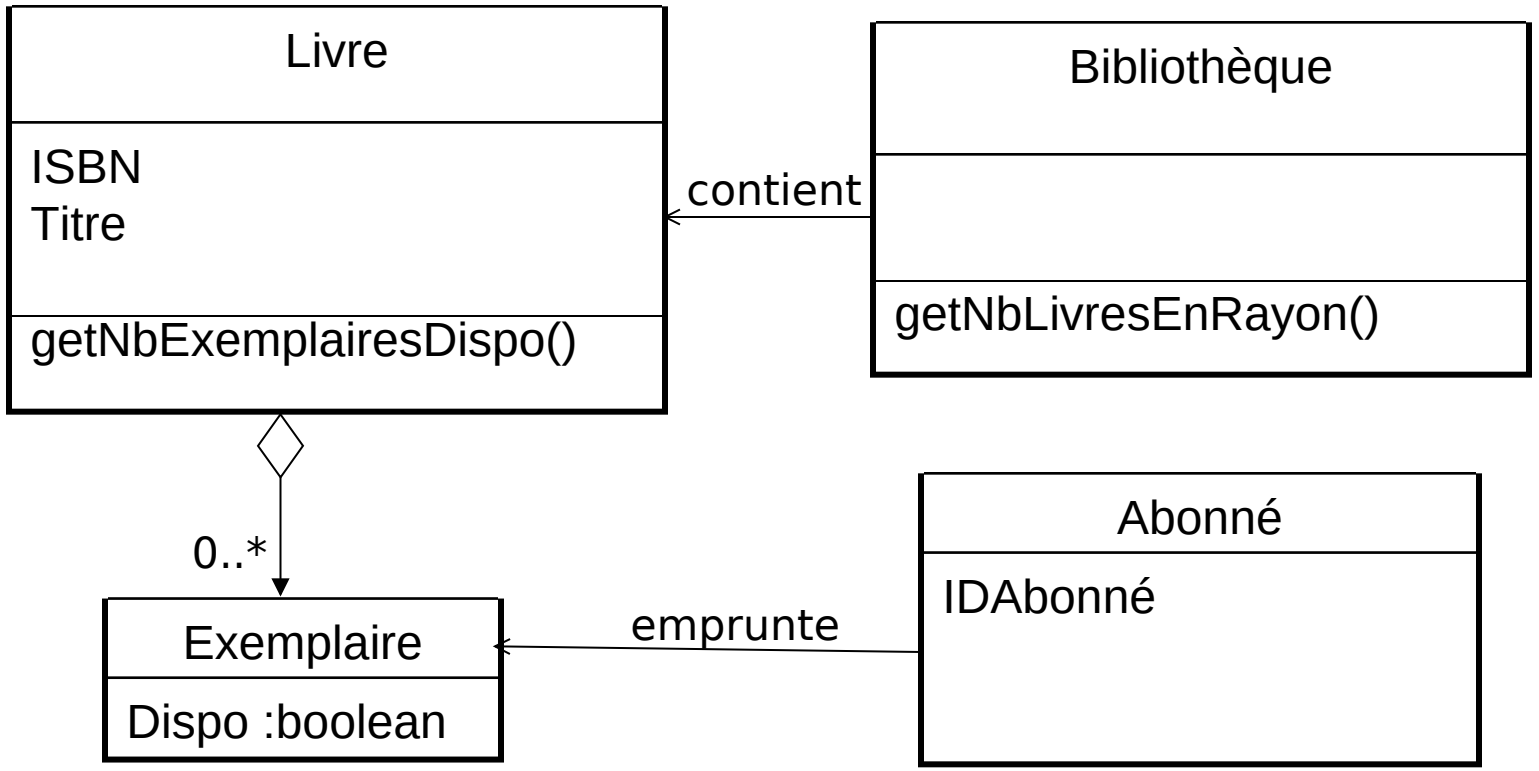
BY-NC

Expert (suite)

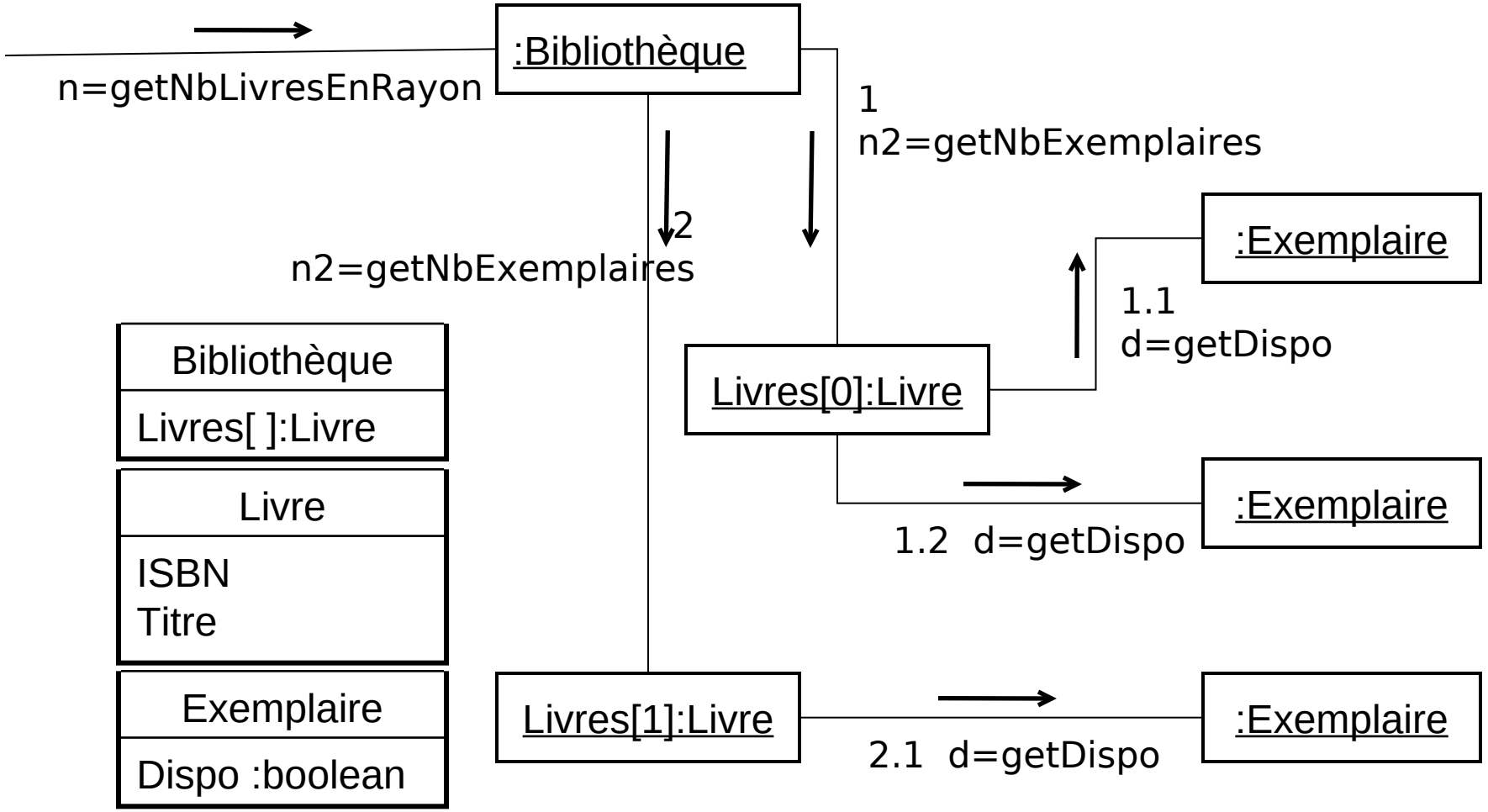
- Tâche complexe
  - Que faire quand l'accomplissement d'une responsabilité nécessite de l'information répartie entre différents objets ?
- Solution : décomposer la tâche
  - Déterminer des « experts partiels »
  - Leur attribuer les responsabilités correspondant aux sous-tâches
  - Faire jouer la collaboration pour réaliser la tâche globale

L. Médini - UCBL
BY-NC

Expert : exemple (suite)



Expert : exemple (suite)



Expert : discussion

- Modèle UML approprié
  - Quel modèle UML utiliser pour cette analyse ?
    - Domaine : classes du monde réel
    - Conception : classes logicielles
  - Solution :
    - Si l'information est dans les classes de conception, les utiliser
    - Sinon essayer d'utiliser le modèle du domaine pour créer des classes de conception et déterminer l'expert en information
- Diagrammes UML utiles
  - Diagrammes de classes : information encapsulée
  - Diagrammes de communication + diagrammes de classes partiels : tâches complexes

BY-NC

Expert : discussion

- Avantages
  - Conforme aux principes de base en OO
    - encapsulation
    - collaboration
  - Définitions de classes légères, faciles à comprendre, à maintenir, à réutiliser
  - Comportement distribué entre les classes qui ont l'information nécessaire

  → Systèmes robustes et maintenables

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Expert : discussion

- Le plus utilisé de tous les patterns d'attribution de responsabilités
- Autres noms (AKA - *Also Known As*)
  - Mettre les responsabilités avec les données
  - Qui sait, fait
  - Faire soi-même
- Patterns liés (voir plus loin)
  - *Faible couplage*
  - *Forte cohésion*

L. Médini - UCBL
BY-NC

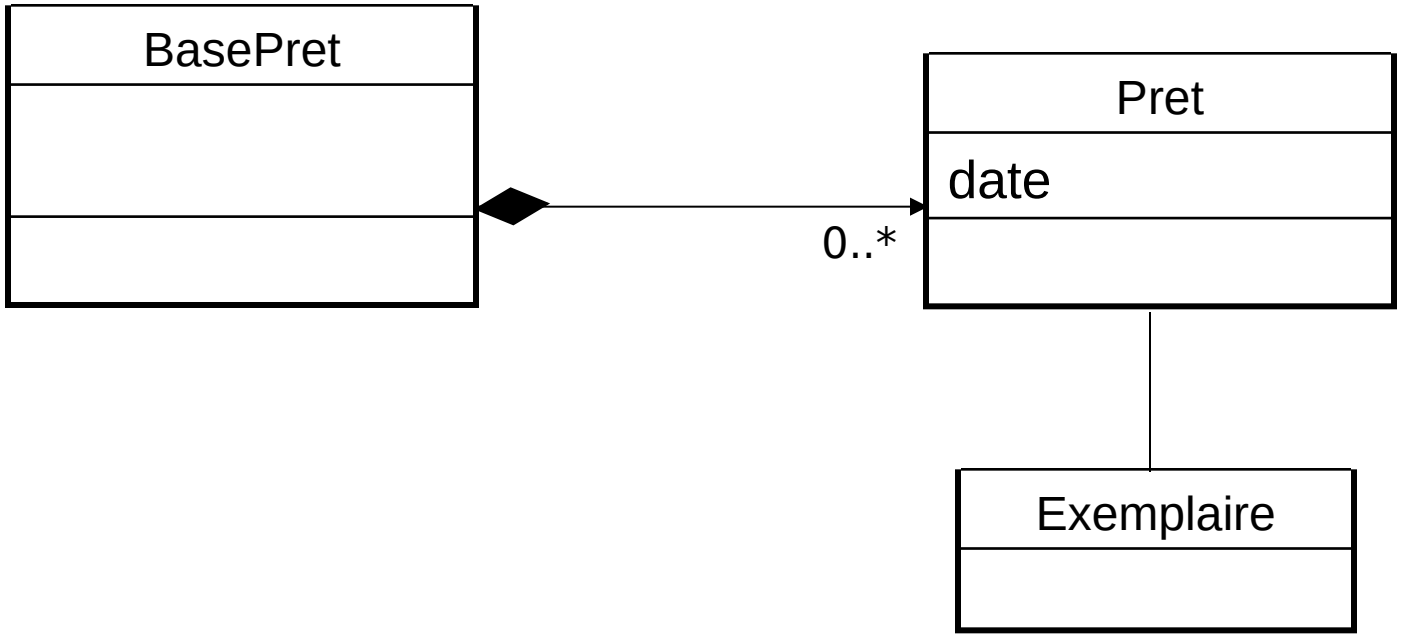
Créateur (GRASP)
(Creator)

- Problème
  - Qui doit avoir la responsabilité de créer une nouvelle instance d'une classe donnée ?
- Solution
  - Affecter à la classe B la responsabilité de créer une instance de la classe A si une - ou plusieurs - de ces conditions est vraie :
    - B contient ou agrège des objets A
    - B enregistre des objets A
    - B utilise étroitement des objets A
    - B a les données d'initialisation qui seront transmises aux objets A lors de leur création
      - B est un *Expert* en ce qui concerne la création de A

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Créateur : exemple

- Bibliothèque : qui doit être responsable de la création de *Pret ?*
- *BasePret* contient des *Pret* : elle doit les créer.



BY-NC

Créateur : discussion

- Guide pour attribuer une responsabilité pour la création d'objets
  - une tâche très commune en OO
- Finalité : trouver un créateur pour qui il est nécessaire d'être connecté aux objets créés
  - favorise le *Faible couplage*
    - Moins de dépendances de maintenance, plus d'opportunités de réutilisation
- Pattern liés
  - *Faible couplage*
  - *Fabrique, Monteur…*

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Faible couplage (GRASP)
(Low coupling)

- Problème
  - Comment minimiser les dépendances ?
  - Comment réduire l'impact des changements ?
  - Comment améliorer la réutilisabilité ?
- Solution
  - Affecter les responsabilités des classes de sorte que le *couplage* reste faible
  - Appliquer ce principe lors de l'évaluation des solutions possibles

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Couplage

- Définition
  - Mesure du degré auquel un élément est lié à un autre, en a connaissance ou en dépend
- Exemples classiques de couplage de *TypeX* vers *TypeY* dans un langage OO
  - *TypeX* a un attribut qui réfère à *TypeY*
  - *TypeX* a une méthode qui référence *TypeY*
  - *TypeX* est une sous-classe directe ou indirecte de *TypeY*
  - *TypeY* est une interface et *TypeX* l'implémente

BY-NC

Faible couplage (suite)

- Problèmes du couplage fort
  - Un changement dans une classe force à changer toutes ou la plupart des classes liées
  - Les classes prises isolément sont difficiles à comprendre
  - Réutilisation difficile : l'emploi d'une classe nécessite celui des classes dont elle dépend
- Bénéfices du couplage faible
  - Exactement l'inverse

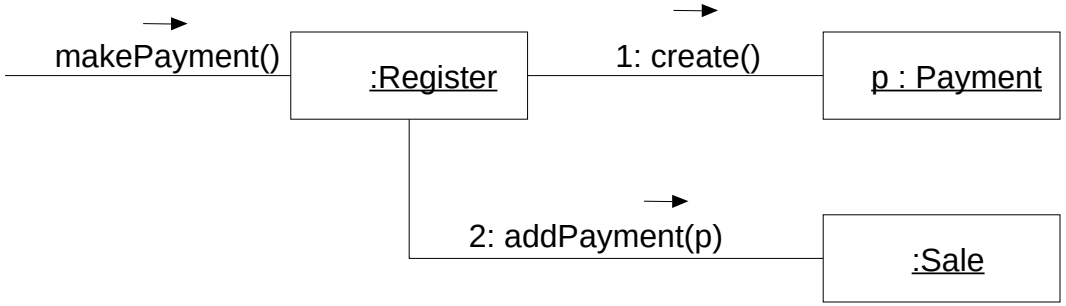
L. Médini - UCBL
BY-NC

Faible couplage (suite)

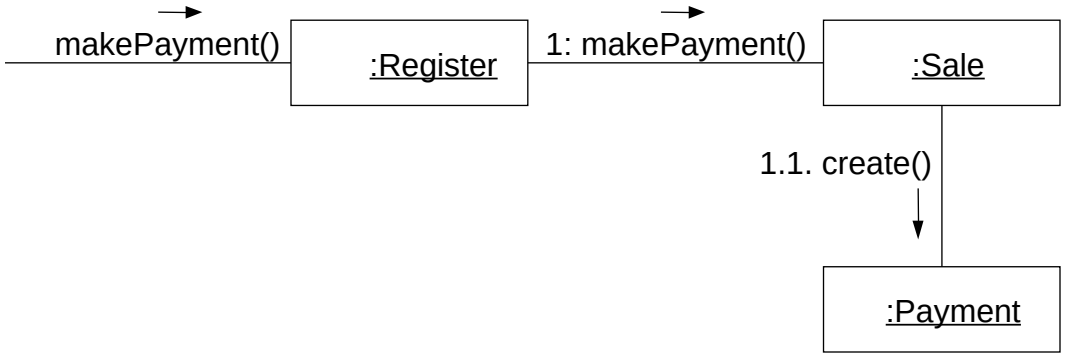
- Principe général
  - Les classes, très génériques et très réutilisables par nature, doivent avoir un faible couplage
- Mise en œuvre
  - déterminer plusieurs possibilités pour l'affectation des responsabilités
  - comparer leurs niveaux de couplage en termes de
    - Nombre de relations entre les classes
    - Nombre de paramètres circulant dans l'appel des méthodes
    - Fréquence des messages
    - …

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Faible couplage : exemple



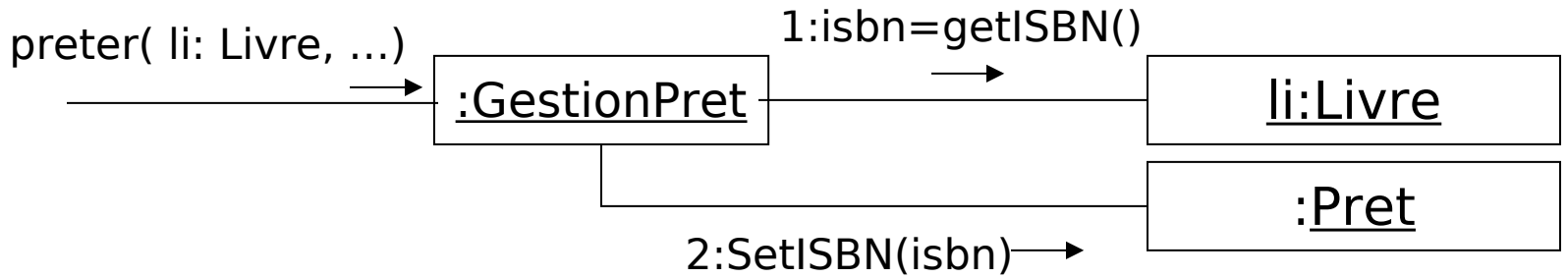
Que choisir ?



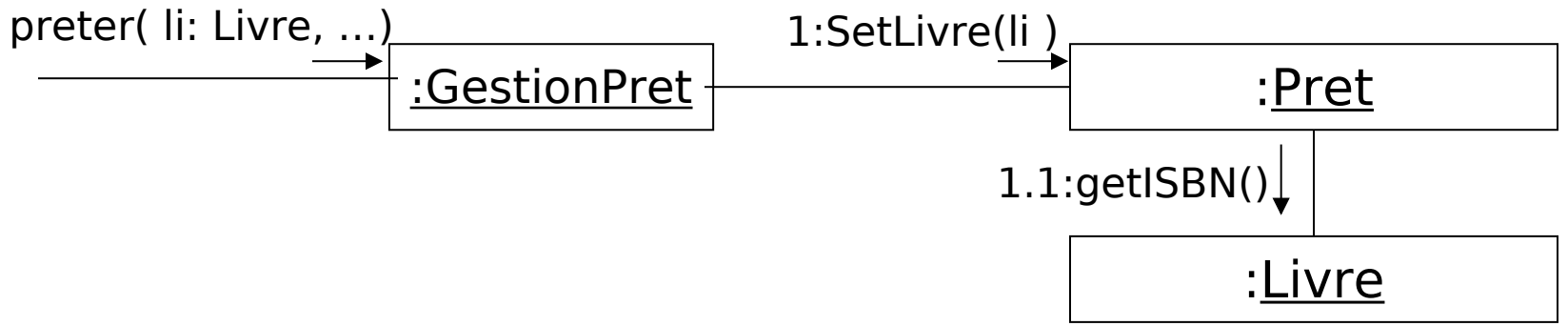
BY-NC

Faible couplage : autre exemple

- Pour l'application de bibliothèque, il faut mettre l'ISBN d'un Exemplaire dans le Prêt.



Que choisir ?



L. Médini - UCBL
BY-NC

Faible couplage : discussion

- Un principe à garder en tête pour toutes les décisions de conception
- Ne doit pas être considéré indépendamment d'autres patterns comme *Expert* et *Forte cohésion*
  - en général, *Expert* soutient *Faible couplage*
- Pas de mesure absolue de quand un couplage est trop fort
- Un fort couplage n'est pas dramatique avec des éléments très stables
  - java.util par exemple

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Faible couplage : discussion (suite)

- Cas extrême de faible couplage
  - des objets incohérents, complexes, qui font tout le travail
  - des objets isolés, non couplés, qui servent à stocker les données
  - peu ou pas de communication entre objets

  → mauvaise conception qui va à l'encontre des principes OO (collaboration d'objets, forte cohésion)
- Bref
  - un couplage modéré est nécessaire et normal pour créer des systèmes OO

BY-NC

Forte cohésion (GRASP)
(High cohesion)

- Problème : maintenir une complexité gérable
  - Comment s'assurer que les objets restent
    - compréhensibles ?
    - faciles à gérer ?
  - Comment s'assurer – au passage – que les objets contribuent au faible couplage ?
- Solution
  - Attribuer les responsabilités de telle sorte que la *cohésion* reste forte
  - Appliquer ce principe pour évaluer les solutions possibles

L. Médini - UCBL
BY-NC

Cohésion
(ou cohésion fonctionnelle)

- Définition
  - mesure informelle de l'étroitesse des liens et de la spécialisation des responsabilités d'un élément (d'une classe)
    - relations fonctionnelles entre les différentes opérations effectuées par un élément
    - volume de travail réalisé par un élément
  - Une classe qui est fortement cohésive
    - a des responsabilités étroitement liées les unes aux autres
    - n'effectue pas un travail gigantesque
- Un test
  - décrire une classe avec une seule phrase

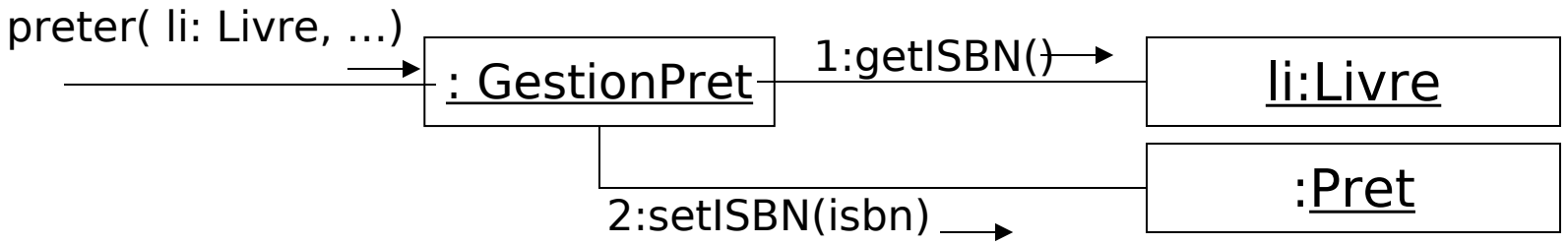
L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Forte cohésion (suite)

- Problèmes des classes à faible cohésion
  - Elle effectuent
    - trop de tâches
    - des tâches sans lien entre elles
  - Elles sont
    - difficiles à comprendre
    - difficiles à réutiliser
    - difficiles à maintenir
    - fragiles, constamment affectées par le changement
- Bénéfices de la forte cohésion : …

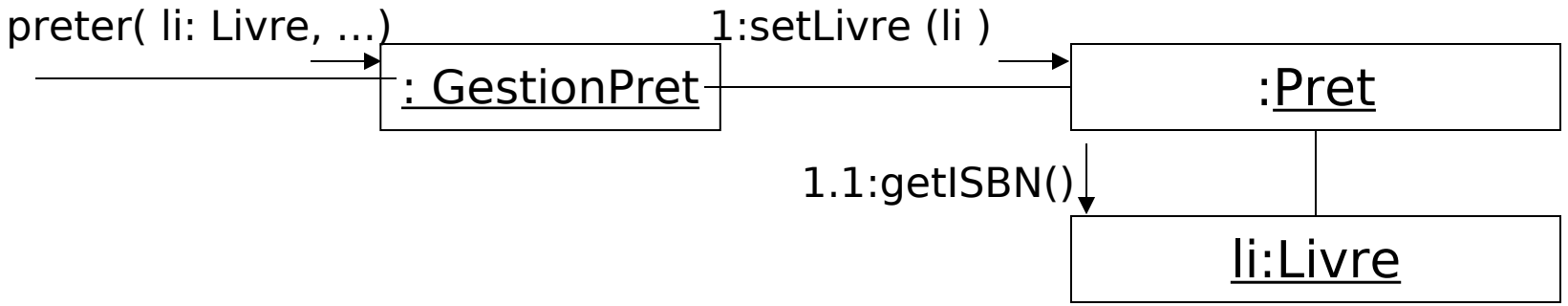
L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Forte cohésion : exemple



- On rend GestionPret partiellement responsable de la mise en place des ISBN
- *GestionPret* sera responsable de beaucoup d'autres fonctions

---



- On délègue la responsabilité de mettre l'ISBN au prêt

CC BY-NC

Forte cohésion : discussion

- Forte cohésion va en général de paire avec Faible couplage
- C'est un pattern d'évaluation à garder en tête pendant toute la conception
  - Permet l'évaluation élément par élément (contrairement à *Faible couplage*)

BY-NC

Forte cohésion : discussion

- Citations
  - [Booch] : Il existe une cohésion fonctionnelle quand les éléments d'un composant (*e.g.* les classes)
    « travaillent tous ensemble pour fournir un comportement bien délimité »
  - [Booch] : « **la modularité est la propriété d'un système qui a été décomposé en un ensemble de modules cohésifs et peu couplés** »

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Fabrication pure (GRASP)
(Pure fabrication)

- Problème
  - Que faire
    - pour respecter le Faible couplage et la Forte cohésion
    - quand aucun concept du monde réel (objet du domaine) n'offre de solution satisfaisante ?
- Solution
  - Affecter un ensemble fortement cohésif à une classe artificielle ou de commodité, qui ne représente pas un concept du domaine
    - entité fabriquée de toutes pièces

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

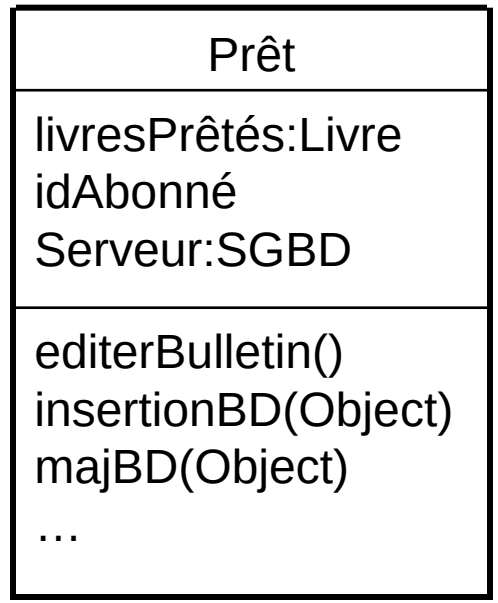
Fabrication pure (GRASP)

- Exemple typique : quand utiliser l'Expert en information
  - lui attribuerait trop de responsabilités (contrarie Forte cohésion)
  - le lierait à beaucoup d'autres objets (contrarie Faible couplage)
- Mise en œuvre
  - Déterminer les fonctionnalités « annexes » de l'Expert en information
  - Les regrouper dans des objets
    - aux responsabilités limitées (fortement cohésifs)
    - aussi génériques que possible (réutilisables)
  - Nommer ces objets
    - pour permettre d'identifier leurs responsabilités fonctionnelles
    - en utilisant si possible la terminologie du domaine

BY-NC

Fabrication pure : exemple

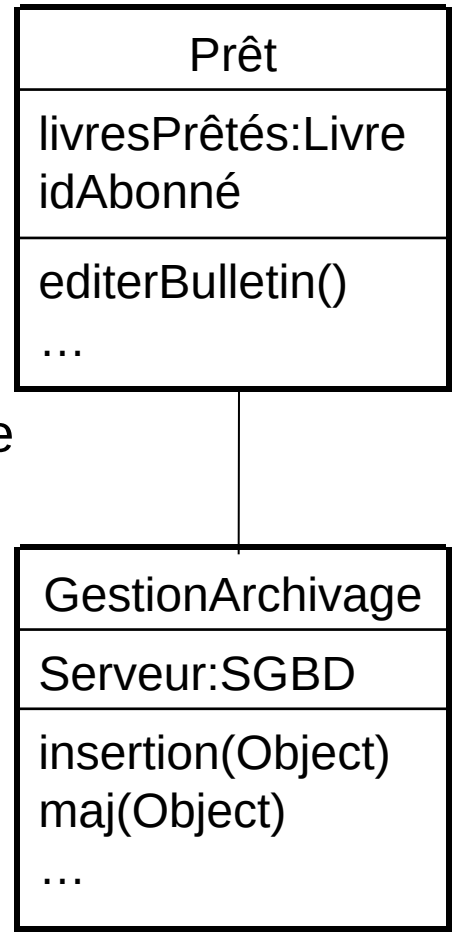
- Problème
  - les instances de *Prêt* doivent être enregistrées dans une BD
- Solution initiale (d'après Expert)
  - Prêt a cette responsabilité
  - cela nécessite
    - un grand nombre d'opérations de BD
      → Prêt devient donc non cohésif
    - de lier Prêt à une BD
      → Le couplage augmente pour Prêt



BY-NC

Fabrication pure : exemple (suite)

- Constat
  - l'enregistrement d'objets dans une BD est une tâche générique utilisable par de nombreux objets
    - pas de réutilisation, beaucoup de duplication
- Solution avec Fabrication pure
  - créer une classe artificielle GestionArchivage
- Avantages
  - Gains pour Prêt
    - Forte cohésion et Faible couplage
  - Conception de GestionArchivage « propre »
    - relativement cohésif, générique et réutilisable



BY-NC

Fabrication pure : discussion

- Choix des objets pour la conception
  - Décomposition représentationnelle (objets du domaine)
    - Conforme au principe de base de l'OO : réduire le décalage des représentations entre le réel et le modèle
  - Décomposition comportementale (Fabrication pure)
    - sorte d'objet « centré-fonction » qui rend des services transverses dans un projet (POA)

→ Ne pas abuser des Fabrications pures

BY-NC

Fabrication pure : discussion

- Règle d'or
  - Concevoir des objets Fabrication pure en pensant à leur réutilisabilité
    - s'assurer qu'ils ont des responsabilités limitées et cohésives
- Avantages
  - Supporte Faible couplage et Forte cohésion
  - Améliore la réutilisabilité
- Patterns liés
  - Faible couplage, Forte cohésion, Contrôleur, Adaptateur, Observateur, Visiteur
- Paradigme lié
  - Programmation Orientée Aspects

L. Médini - UCBL
BY-NC

Indirection (GRASP)

- Problème
  - Où affecter une responsabilité pour éviter le couplage entre deux entités (ou plus)
    - de façon à diminuer le couplage (objets dans deux couches différentes)
    - de façon à favoriser la réutilisabilité (utilisation d'une API externe) ?
- Solution
  - Créer un objet qui sert d'intermédiaire entre d'autres composants ou services
    - l'intermédiaire crée une *indirection* entre les composants
    - l'intermédiaire évite de les coupler directement

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

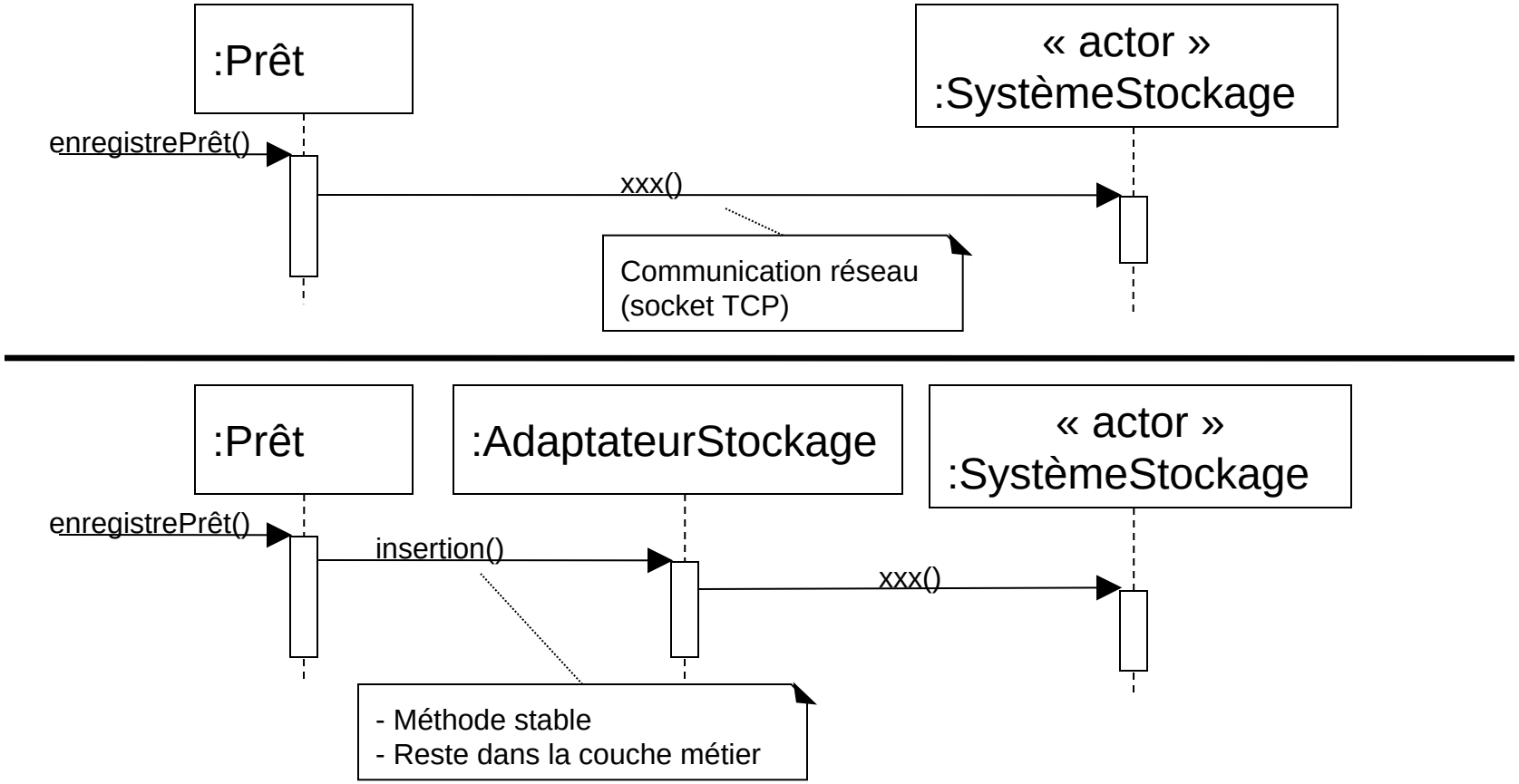
Indirection (GRASP)

- Utilité
  - Réaliser des adaptateurs, façades, etc. (pattern Protection des variations) qui s'interfacent avec des systèmes extérieurs
    - Exemples : proxys, DAO, ORB
  - Réaliser des *inversions de dépendances* entre packages
- Mise en œuvre
  - Utilisation d'objets du domaine
  - Création d'objets
    - Classes : *cf.* Fabrication pure
    - Interfaces : *cf.* Fabrication pure + Polymorphisme

L. Médini - UCBL
BY-NC

Indirection : exemple

- Bibliothèque : accès à un système de stockage propriétaire



BY-NC

Indirection : discussion

- Remarques
  - Beaucoup de Fabrications pures sont créées pour des raisons d'indirection
  - Objectif principal de l'indirection : faible couplage
- Adage (et contre adage)
  - « En informatique, on peut résoudre la plupart des problèmes en ajoutant un niveau d'indirection » (David Wheeler)
  - « En informatique, on peut résoudre la plupart des problèmes de performance en supprimant un niveau d'indirection »
- Patterns liés
  - GRASP : Fabrication pure, Faible couplage, Protection des variations
  - GoF : Adaptateur, Façade, Observateur…

BY-NC

Protection des variations (GRASP)
(Protected variations)

- Problème

Comment concevoir des objets, systèmes, sous-systèmes pour que les variations ou l'instabilité de certains éléments n'aient pas d'impact indésirable sur d'autres éléments ?

- Solution
  - Identifier les points de variation ou d'instabilité prévisibles
  - Affecter les responsabilités pour créer une interface (au sens large) stable autour d'eux (indirection)

BY-NC

Protection des variations (GRASP)

- Mise en œuvre
  - *Cf.* patterns précédents (Polymorphisme, Fabrication pure, Indirection)
- Exemples de mécanismes de PV
  - Encapsulation des données, brokers, machines virtuelles…
- Exercice
  - Stockage de Prêt dans plusieurs systèmes différents
  - Utiliser Indirection + Polymorphisme

L. Médini - UCBL
BY-NC

Protection des variations : discussion

- Ne pas se tromper de combat
  - Prendre en compte les *points de variation*
    - Nécessaires car identifiés dans le système existant ou dans les besoins
  - Gérer sagement les *points d'évolution*
    - Points de variation futurs, « spéculatifs » : à identifier (ne figurent pas dans les besoins)
    - Pas obligatoirement à implémenter
    - Le coût de prévision et de protection des points d'évolution peut dépasser celui d'une reconception

  → Ne pas passer trop de temps à préparer des protections qui ne serviront jamais

L. Médini - UCBL
BY-NC

Protection des variations : discussion

- Différents niveaux de sagesse
  - le novice conçoit fragile
  - le meilleur programmeur conçoit tout de façon souple et en généralisant systématiquement
  - l'expert sait évaluer les combats à mener
- Avantages
  - Masquage de l'information
  - Diminution du couplage
  - Diminution de l'impact ou du coût du changement

BY-NC

Ne pas parler aux inconnus
(Don’t talk to strangers)

- Cas particulier de Protection des variations
  - protection contre les variations liées aux évolutions de structure des objets
- Problème
  - Si un client utilise un service ou obtient de l’information d’un *objet indirect* (inconnu)
    via un *objet direct* (familier du client),
    comment le faire sans couplage ?
- Solution
  - Éviter de connaître la structure d’autres objets indirectement
  - Affecter la responsabilité de collaborer avec un objet indirect à un objet que le client connaît directement
    pour que le client n’ait pas besoin de connaître ce dernier.

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

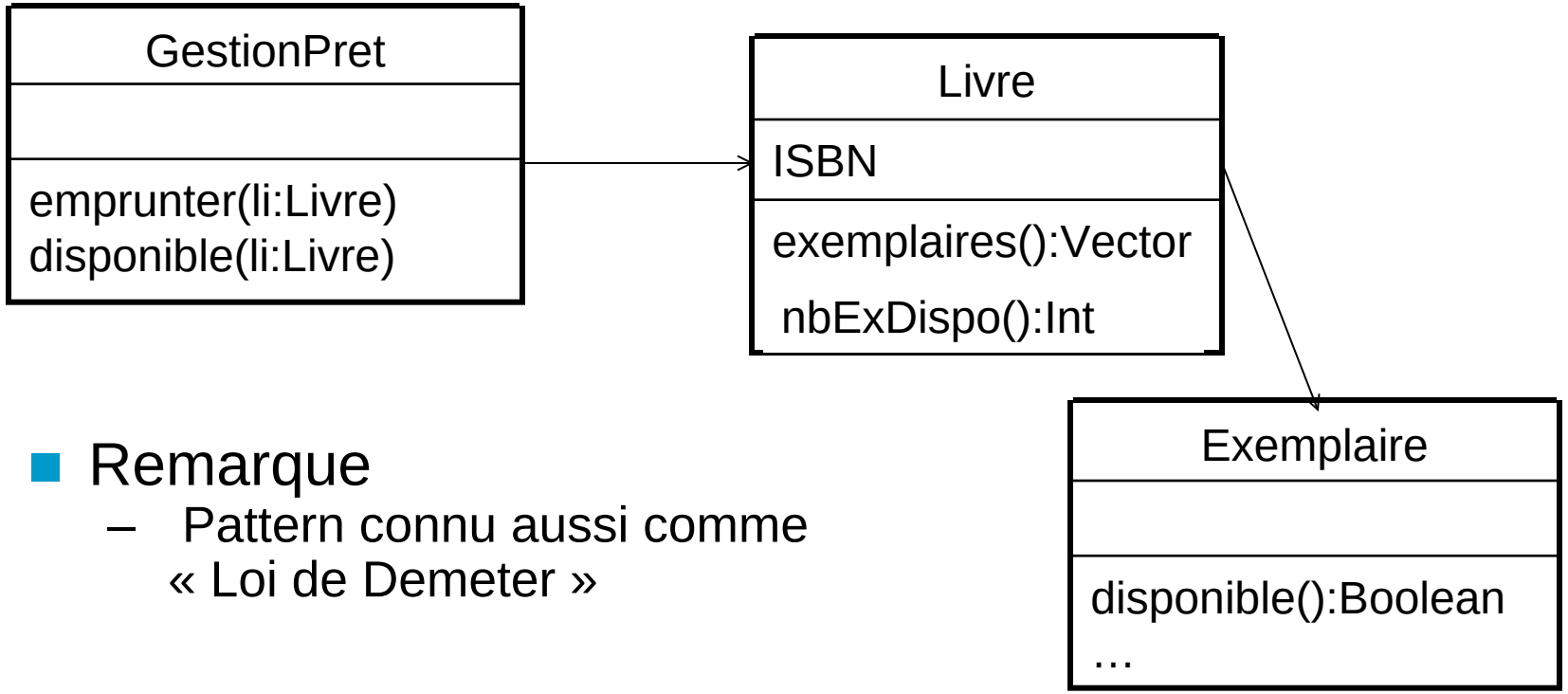
Ne pas parler aux inconnus (suite)

- Cas général à éviter a.getB().getC().getD().methodeDeD();
  - Si l'une des méthodes de la chaîne disparaît, A devient inutilisable
- Préconisation
  - Depuis une méthode, n'envoyer des messages qu'aux objets suivants
    - l'objet *this* (self)
    - un paramètre de la méthode courante
    - un attribut de *this*
    - un élément d'une collection qui est un attribut de *this*
    - un objet créé à l'intérieur de la méthode
- Implication
  - ajout d'opérations dans les objets directs pour servir d'opérations intermédiaires

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Ne pas parler aux inconnus : exemple

- Comment implémenter *disponible()* dans GestionPret ?



- Remarque
  - Pattern connu aussi comme « Loi de Demeter »

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Polymorphisme (GRASP)

- Problème
  - Comment gérer des alternatives dépendantes des types ?
  - Comment créer des composants logiciels « enfichables » ?
- Solution
  - Affecter les responsabilités aux types (classes) pour lesquels le comportement varie
  - Utiliser des opérations *polymorphes*
- Polymorphisme
  - Donner le même nom à des services dans différents objets
  - Lier le « client » à un supertype commun

L. Médini - UCBL
BY-NC

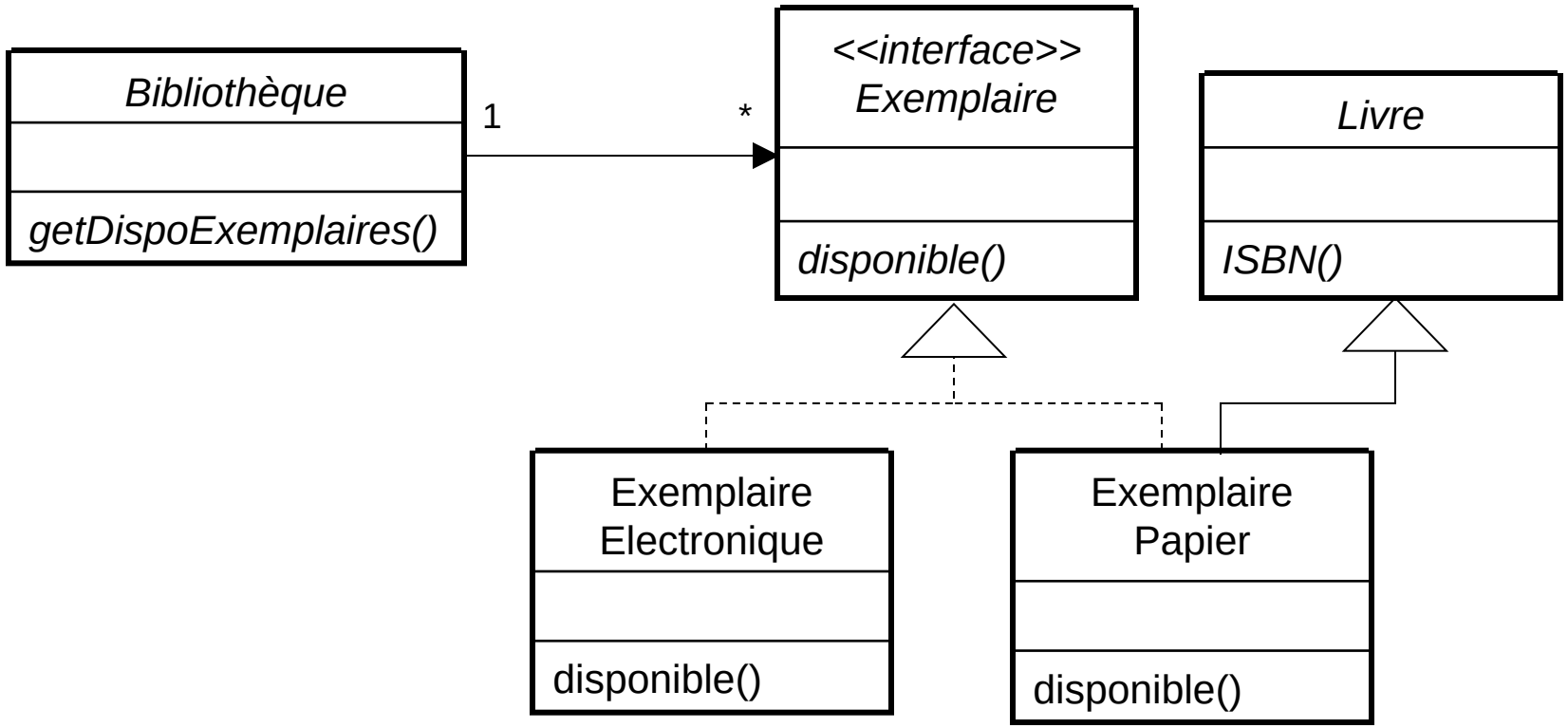
Polymorphisme (GRASP)

- Principe
  - Tirer avantage de l'approche OO en sous-classant les opérations dans des types dérivés de l'Expert en information
    - L'opération nécessite à la fois des informations et un comportement particuliers
- Mise en œuvre
  - Utiliser des classes abstraites
    - Pour définir les autres comportements communs
    - S'il n'y a pas de contre-indication (héritage multiple)
  - Utiliser des interfaces
    - Pour spécifier les opérations polymorphes
  - Utiliser les deux (CA implémentant des interfaces)
    - Fournit un point d'évolution pour d'éventuels cas particuliers futurs

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Polymorphisme : exemple

- Bibliothèque : qui doit être responsable de savoir si un exemplaire est disponible ?



BY-NC

Polymorphisme : discussion

- Autre solution (mauvaise)
  - Utiliser une logique conditionnelle (test sur le type d'un objet) au niveau du client
    - Nécessite de connaître toutes les variations de type
    - Augmente le couplage
- Avantages du polymorphisme
  - Évolutivité
    - Points d'extension requis par les nouvelles variantes faciles à ajouter (nouvelle sous-classe)
  - Stabilité du client
    - Introduire de nouvelles implémentations n'affecte pas les clients
- Patterns liés
  - Protection des variations, Faible couplage
- Principe lié
  - Design by Contract (SOLID)

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Contrôleur (GRASP)
(Controller)

- Problème
  - Quel est le premier objet au delà de l'IHM
    qui reçoit et coordonne (contrôle)
    une opération système (événement majeur entrant dans le système) ?
- Solution
  - Affecter cette responsabilité à une classe qui représente
    - Soit le système global, un sous-système majeur ou un équipement sur lequel le logiciel s'exécute
      → *contrôleur Façade* ou variantes
    - Soit un scénario de cas d'utilisation dans lequel l'événement système se produit
      → *contrôleur de CU* ou *contrôleur de session*

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Contrôleur (GRASP)

- Principes
  - un contrôleur est un objet qui ne fait rien
    - *reçoit* les événements système
    - *délègue* aux objets dont la responsabilité est de les traiter
  - il se limite aux tâches de contrôle et de coordination
    - vérification de la séquence des événements système
    - appel des méthodes *ad hoc* des autres objets
  - il n'est donc pas modélisé en tant qu'objet du domaine → Fabrication pure
- Règle d'or
  - Les opérations système des CU sont les messages initiaux qui parviennent au contrôleur dans les diagrammes d'interaction entre objets du domaine

L. Médini - UCBL
BY-NC

Contrôleur (GRASP)

- Mise en œuvre
  - Au cours de la détermination du comportement du système (besoins, CU, DSS), les opérations système sont déterminées et attribuées à une classe générale *Système*
  - À l'analyse/conception, des classes contrôleur sont mises en place pour prendre en charge ces opérations

L. Médini - UCBL
BY-NC

Contrôleur : exemple

- Pour la gestion d'une bibliothèque, qui doit être contrôleur pour l'opération système emprunter ?
- Deux possibilités
  1. Le contrôleur représente le système global
     :ControleurBiblio
  2. Le contrôleur ne gère que les opérations système liées au cas d'utilisation emprunter
     :GestionPret

Bibliothèque
preterLivre() enregistrerMembre() …..

- La décision d'utiliser l'une ou l'autre solution dépend d'autres facteurs liés à la cohésion et au couplage

BY-NC

Contrôleur Façade

- Représente tout le système
  - exemples : ProductController, RetailInformationSystem, Switch, Router, NetworkInterfaceCard, SwitchFabric, *etc*.
- À utiliser quand
  - il y a peu d'événements système
  - il n'est pas possible de rediriger les événements systèmes à un contrôleur alternatif

BY-NC

Contrôleur Façade trop chargé (pas bon)

- Pas de focus, prend en charge de nombreux domaines de responsabilité
  - un seul contrôleur reçoit tous les événements système
  - le contrôleur effectue la majorité des tâches nécessaires pour répondre aux événements système
    - un contrôleur doit déléguer à d'autres objets les tâches à effectuer
  - il a beaucoup d'attributs et gère des informations importantes du système ou du domaine
    - ces informations doivent être distribuées dans les autres objets
    - ou doivent être des duplications d'informations trouvées dans d'autres objets
- Solution
  - ajouter des contrôleurs
  - concevoir des contrôleurs dont la priorité est de déléguer

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

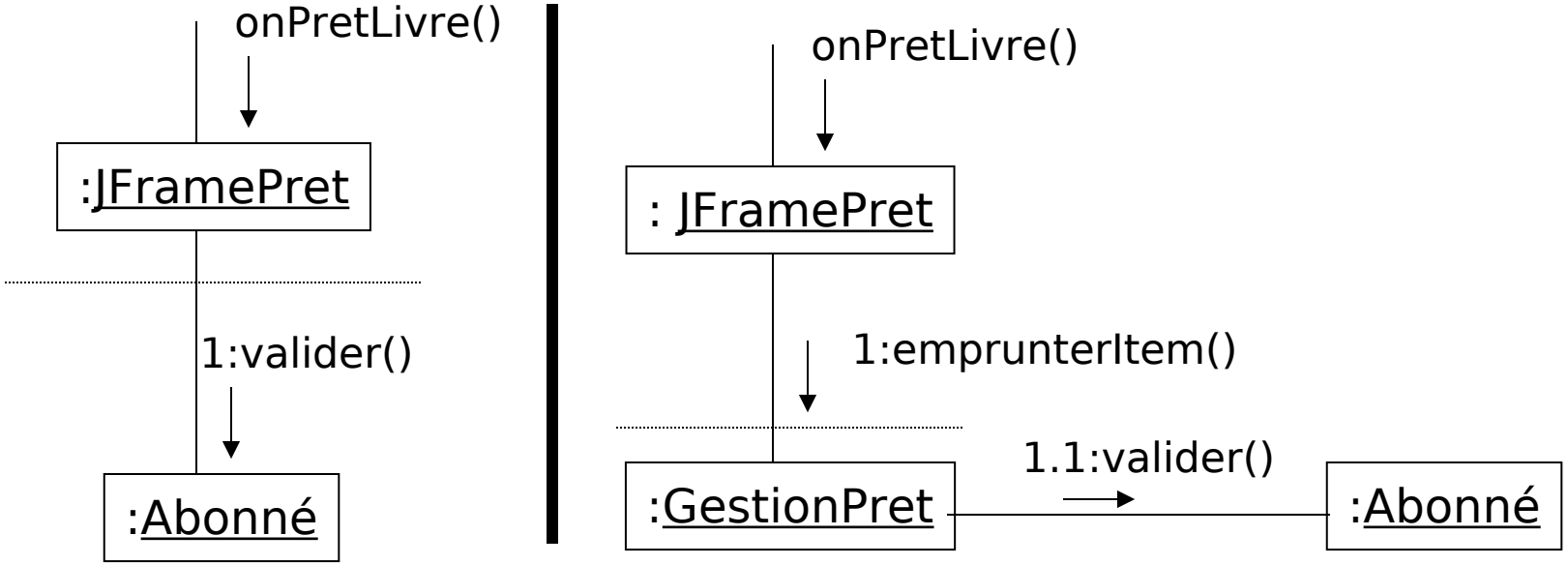
Contrôleur de cas d'utilisation (contrôleur délégué)

- Un contrôleur différent pour chaque cas d'utilisation
  - Commun à tous les événements d'un cas d'utilisation
  - Permet de connaître et d'analyser la séquence d'événements système et l'état de chaque scénario
- À utiliser quand
  - les autres choix amènent à un fort couplage ou à une cohésion faible (contrôleur *trop chargé - bloated*)
  - il y a de nombreux événements système qui appartiennent à plusieurs processus
    → Permet de répartir la gestion entre des classes distinctes et faciles à gérer
- Élément artificiel : ce n'est pas un objet du domaine

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Remarque : couche présentation

- Les objets d'interface graphique (fenêtres, applets) et la couche de présentation ne doivent pas prendre en charge les événements système
  - c'est la responsabilité de la couche domaine ou application



BY-NC

Contrôleur : discussion

- Avantages
  - Meilleur potentiel de réutilisation
    - permet de réaliser des composants métier et d'interface « *enfichables* »
      - « porte d'entrée » des objets de la couche domaine
      - la rend indépendante des types d'interface (Web, client riche, simulateur de test…)

    è Niveau d'indirection matérialisant la séparation Modèle-Vue

    è Brique de base pour une conception modulaire
  - Meilleure « architecturation » des CU
- Patterns liés
  - Indirection, Couches, Façade, Fabrication pure, Commande

BY-NC

Les patterns GRASP et les autres

- D'une certaine manière, tous les autres patterns sont
  - des applications,
  - des spécialisations,
  - des utilisations conjointes

  des 9 patterns GRASP, qui sont les plus généraux.

BY-NC

Plan

- Introduction
- Principes GRASP
- Design patterns
- Patterns architecturaux
- Conclusion

L. Médini - UCBL
BY-NC

Définition

- Bonnes pratiques de combinaison d'un ensemble de modules, d'objets ou de classes
  - Réutilisabilité
  - Maintenabilité
  - Vocabulaire commun
- Portée
  - Met en scène plusieurs éléments (différence GRASP)
  - Résout un problème localisé à un contexte restreint (différence architecture)
- Vocabulaire
  - Instances, rôles, collaboration

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Catégories de design patterns

- Création
  - Processus d'instanciation / initialisation des objets
- Structure
  - Organisation d'un ensemble de classes à travers un module (statique)
- Comportement
  - Organisation des rôles pour la collaboration d'objets (dynamique)

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Patron_de_conception

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Patterns de création

- Singleton (Singleton)
- Fabrique (Factory Method)
- Fabrique abstraite (Abstract Factory)
- Monteur (Builder)
- Prototype (Prototype)

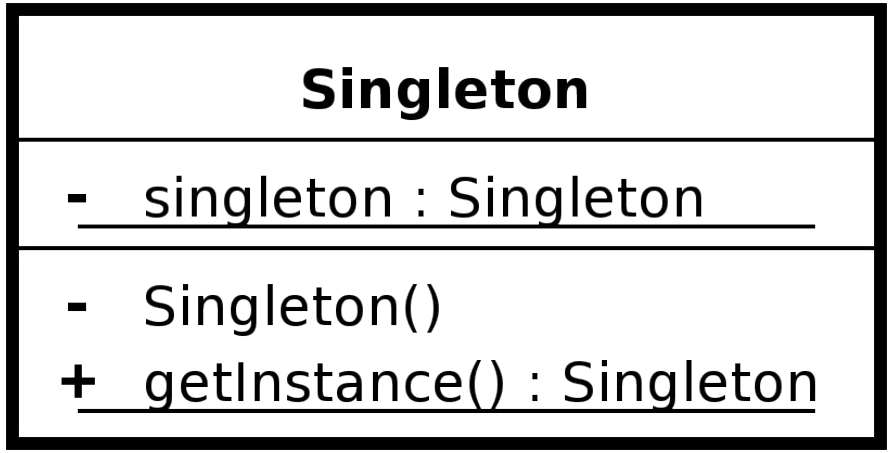
L. Médini - UCBL
BY-NC

Singleton

- Objectif
  - S'assurer d'avoir une instance unique d'une classe
    - Point d'accès unique et global pour les autres objets
    - Exemple : Factory
- Fonctionnement
  - Le constructeur de la classe est privé (seules les méthodes de la classe peuvent y accéder)
  - l'instance unique de la classe est stockée dans une variable statique privée
  - Une méthode publique statique de la classe
    - Crée l'instance au premier appel
    - Retourne cette instance

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Singleton



Source :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Singleton_(patron_de_conception)

CC BY-NC

Notion de Fabrique (Factory)

- Classe responsable de la création d'objets
  - lorsque la logique de création est complexe
  - lorsqu'il convient de séparer les responsabilité de création
- Fabrique concrète = objet qui fabrique des instances
- Avantages par rapport à un constructeur
  - la classe a un nom
  - permet de gérer facilement plusieurs méthodes de construction avec des signatures similaires
  - peut retourner plusieurs types d'objets (polymorphisme)

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Factory method

- Factory
  - un objet qui fabrique des instances conformes à une interface ou une classe abstraite
  - par exemple, une *Application* veut manipuler des documents, qui répondent à une interface *Document*
    - ou un *HealthProfessional* veut gérer des *Patient…*

L. Médini - UCBL
BY-NC

(T. Horton, CS494)

Factory - Fabrique

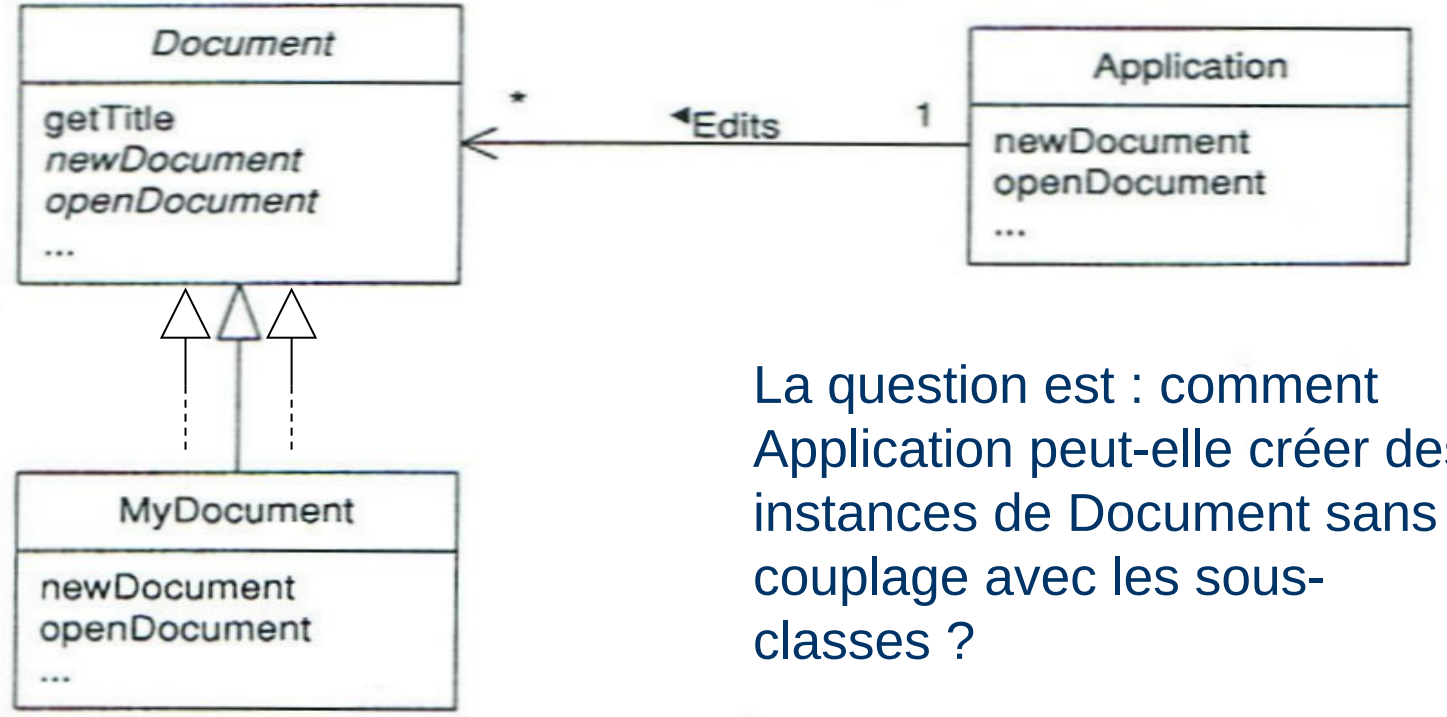


FIGURE 5.1 Application framework.

La question est : comment Application peut-elle créer des instances de Document sans couplage avec les sous-classes ?

(From Grand's book.)

CC BY-NC

(T. Horton, CS494)

Solution : utiliser une classe DocumentFactory pour créer différents types de documents

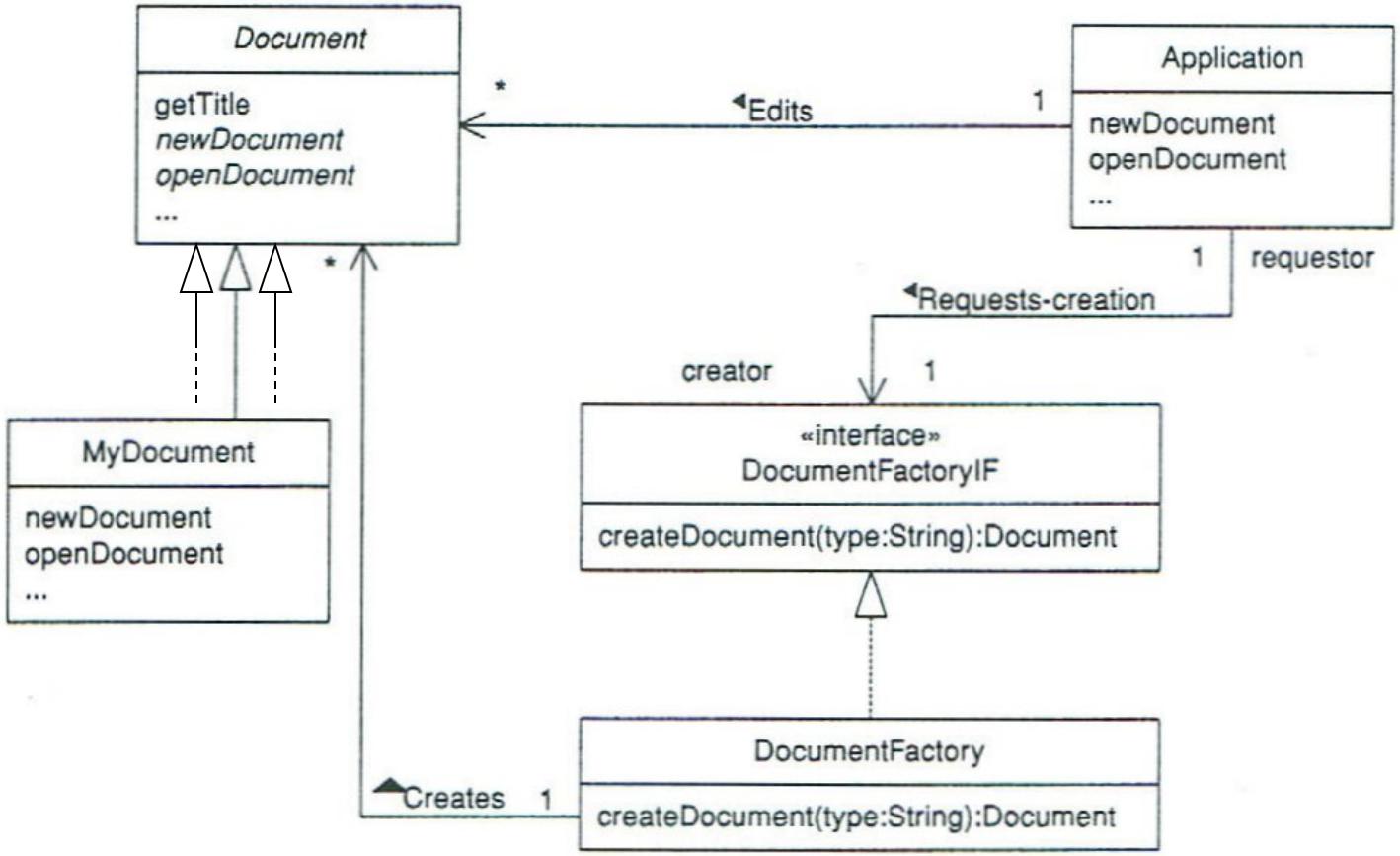


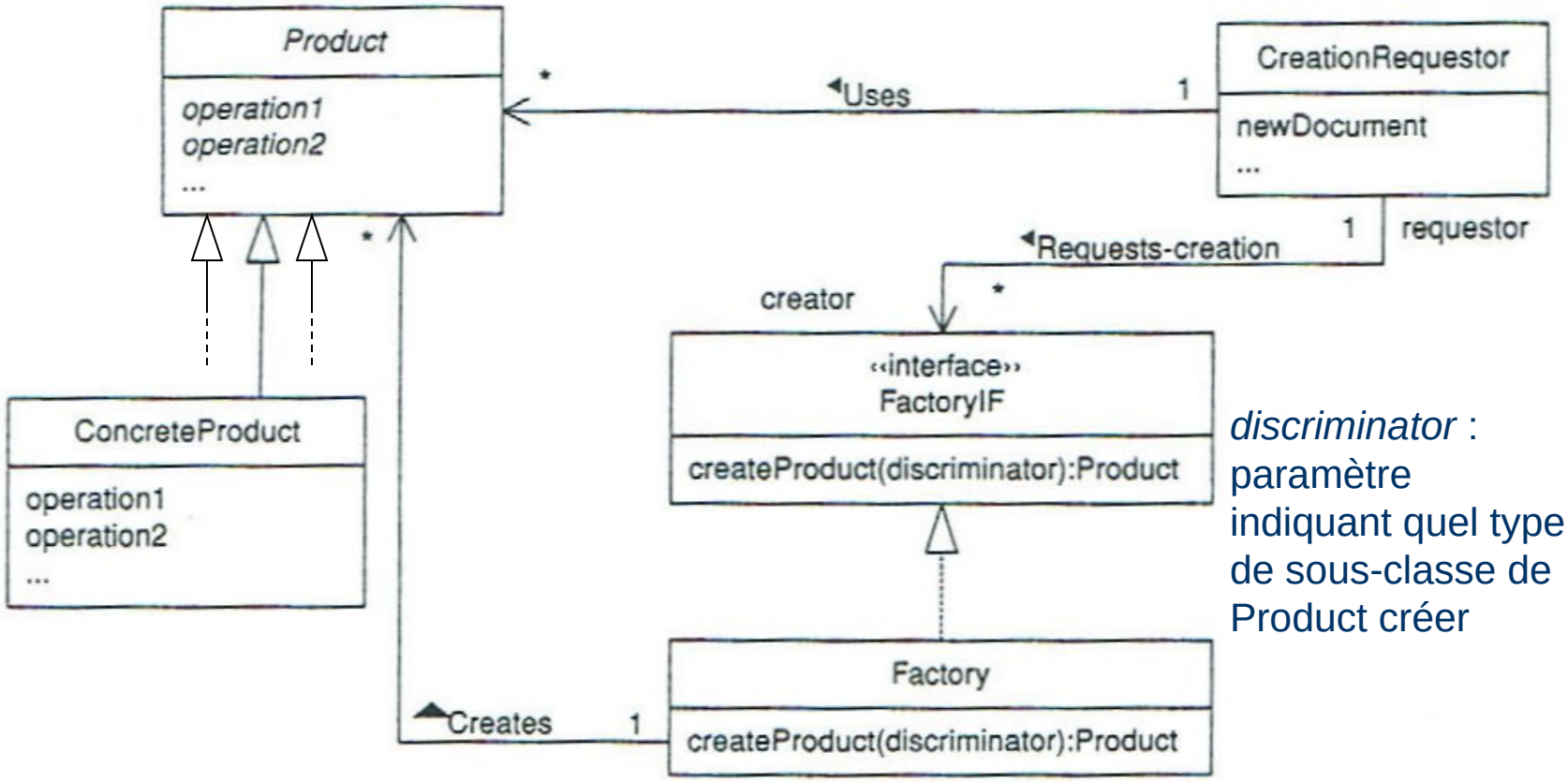
FIGURE 5.2 Application framework with document factory.

(From Grand's book.)

CC BY-NC

(T. Horton, CS494)

Factory Method Pattern : structure générale



discriminator : paramètre indiquant quel type de sous-classe de Product créer

FIGURE 5.3 Factory method pattern.

(From Grand's book.)

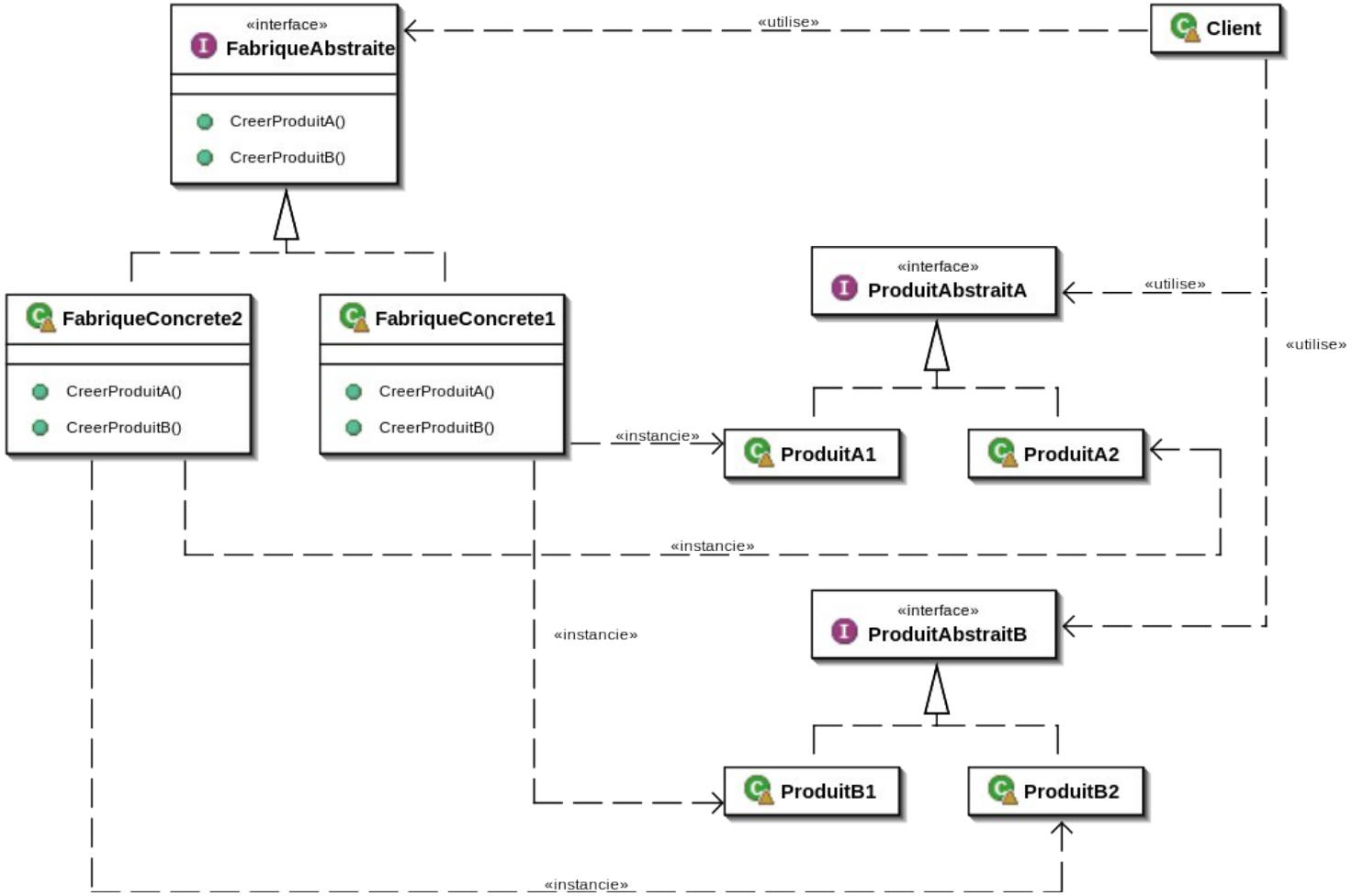
CC BY-NC

Abstract Factory

- Objectif
  - Création de familles d'objets
  - Généralisation du pattern Factory Method
- Fonctionnement : « fabrication de fabriques »
  - Regroupe plusieurs Factories en une fabrique abstraite
  - Le client ne connaît que l'interface de la fabrique abstraite
  - Il invoque différentes méthodes qui sont déléguées à différentes fabriques concrètes

L. Médini - UCBL
BY-NC

Abstract Factory



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Fabrique_abstraite_(patron_de_conception)

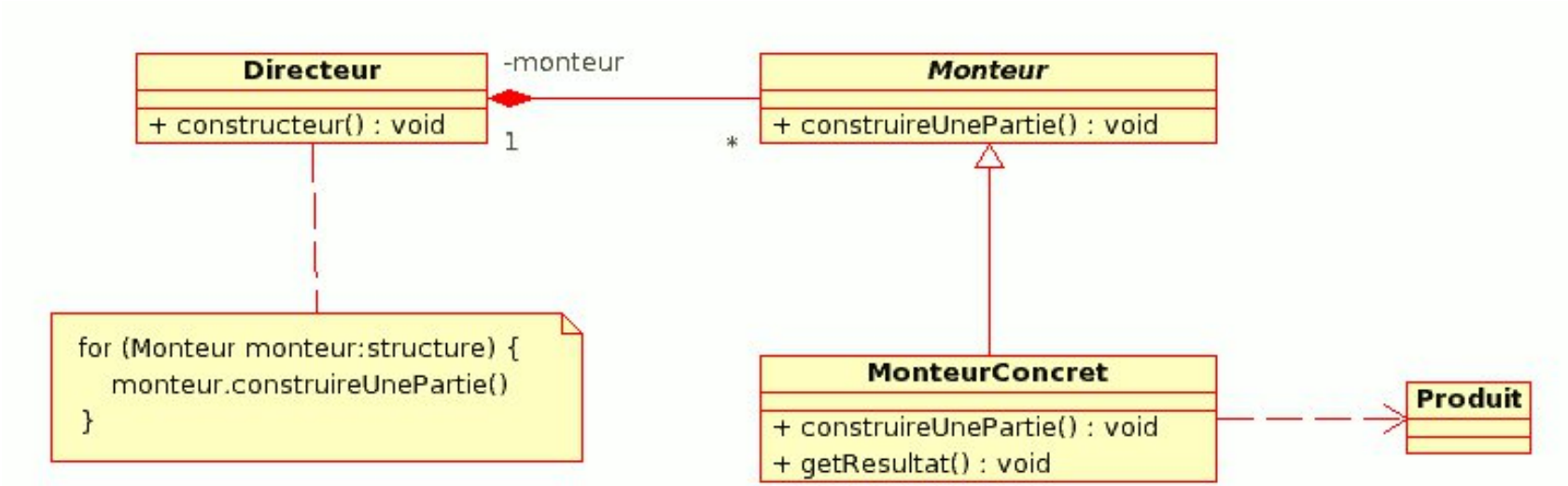
BY-NC

Monteur (Builder)

- Objectif
  - Instancier et réaliser la configuration initiale d'un objet en s'abstrayant de l'interface de l'objet
  - Fournir une instance à un client
- Remarques
  - S'applique en général à des objets complexes
  - Différence avec le pattern [Abstract] Factory
    - Plutôt utilisé pour la configuration que pour la gestion du polymorphisme

L. Médini - UCBL
BY-NC

Monteur (Builder)



Source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monteur_classes.png

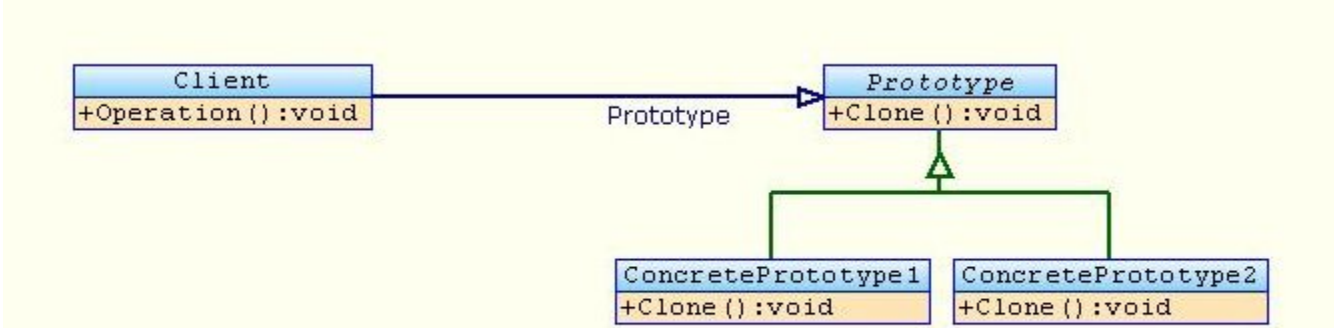
BY-NC

Prototype

- Objectifs
  - Réutiliser un comportement sans recréer une instance
    - Économie de ressources
- Fonctionnement
  - Recopie d'une instance existante (méthode `clone()`)
  - Ajout de comportements spécifiques :
    « polymorphisme à pas cher »

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Prototype



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Prototype_(patron_de_conception)

- Remarque
  - Implémentation choisie pour l'héritage en JavaScript (pas de classes)

BY-NC

Patterns de structure

- Objet composite (Composite)
- Adaptateur (Adapter)
- Façade (Facade)
- Proxy (Proxy)
- Décorateur (Decorator)

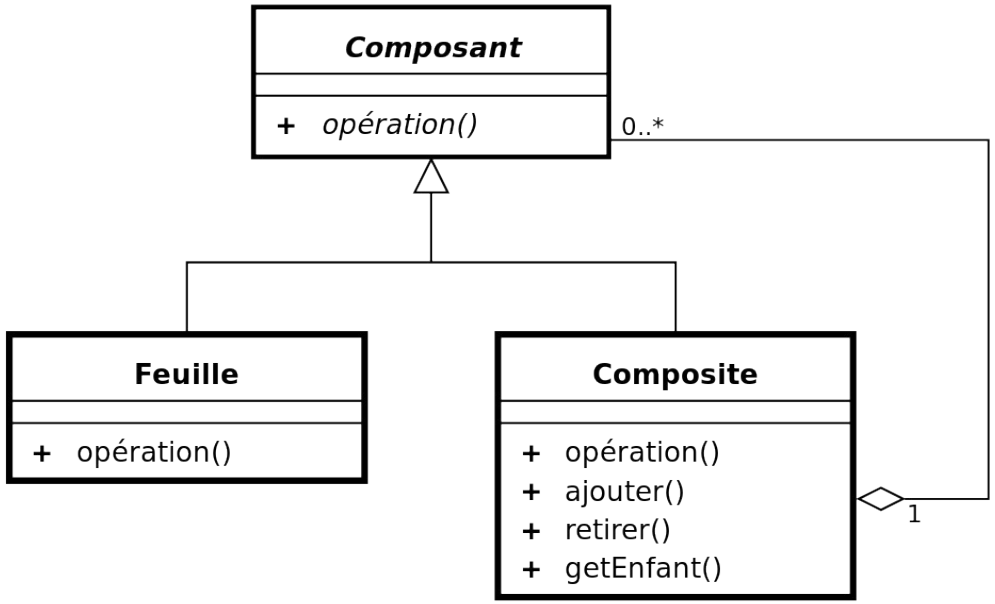
L. Médini - UCBL
BY-NC

Composite

- Objectif
  - Représenter une structure arborescente d'objets
  - Rendre générique les mécanismes de positionnement / déplacement dans un arbre
    - Exemple : DOM Node
- Fonctionnement
  - Une classe abstraite (Composant) qui possède deux sous-classes
    - Feuille
    - Composite : contient d'autres composants

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Composite



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Objet_composite

- Remarque
  - Pourquoi une relation d'agrégation et non de composition ?

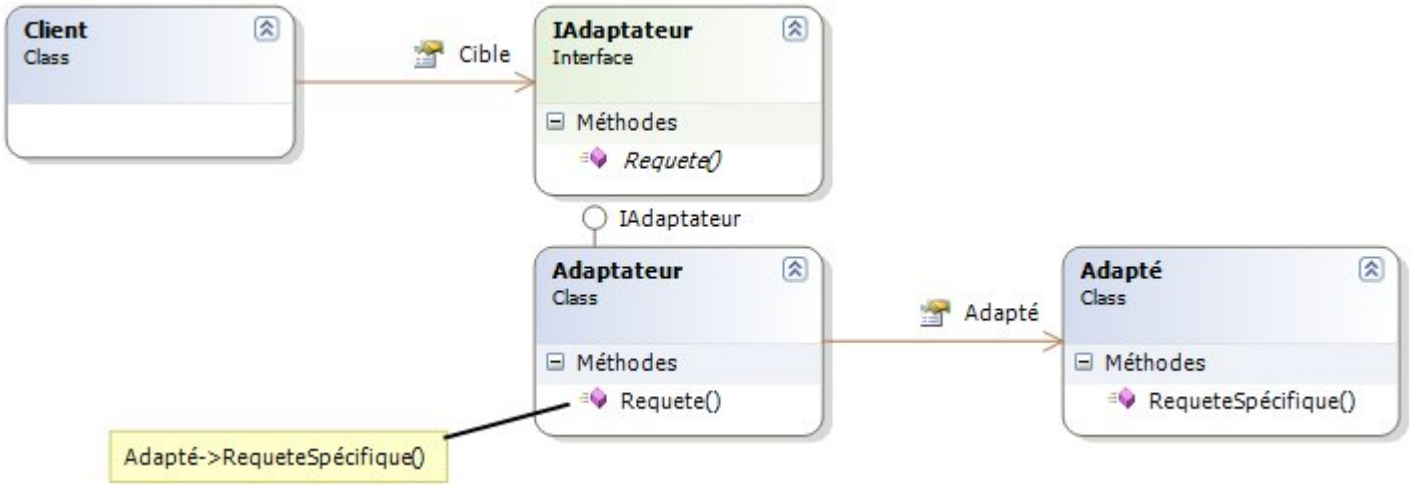
CC BY-NC

Adaptateur (Adapter, Wrapper)

- Objectif
  - Résoudre un problème d'incompatibilité d'interfaces (API)
    - Un client attend un objet dans un format donné
    - Les données sont encapsulées dans un objet qui possède une autre interface
- Fonctionnement
  - Insérer un niveau d'indirection qui réalise la conversion
- Patterns liés
  - Indirection, Proxy

L. Médini - UCBL
BY-NC

Adaptateur (Adapter, Wrapper)



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Adaptateur_(patron_de_conception)

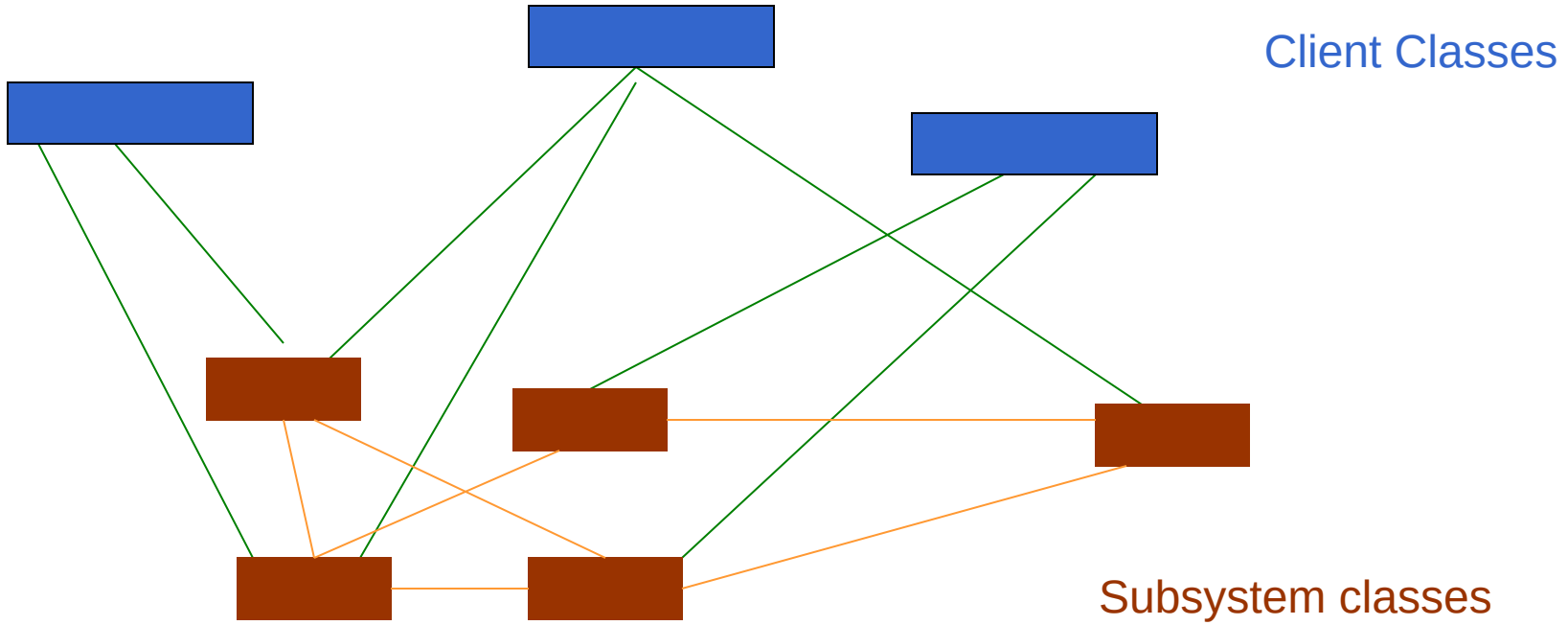
CC BY-NC

Façade

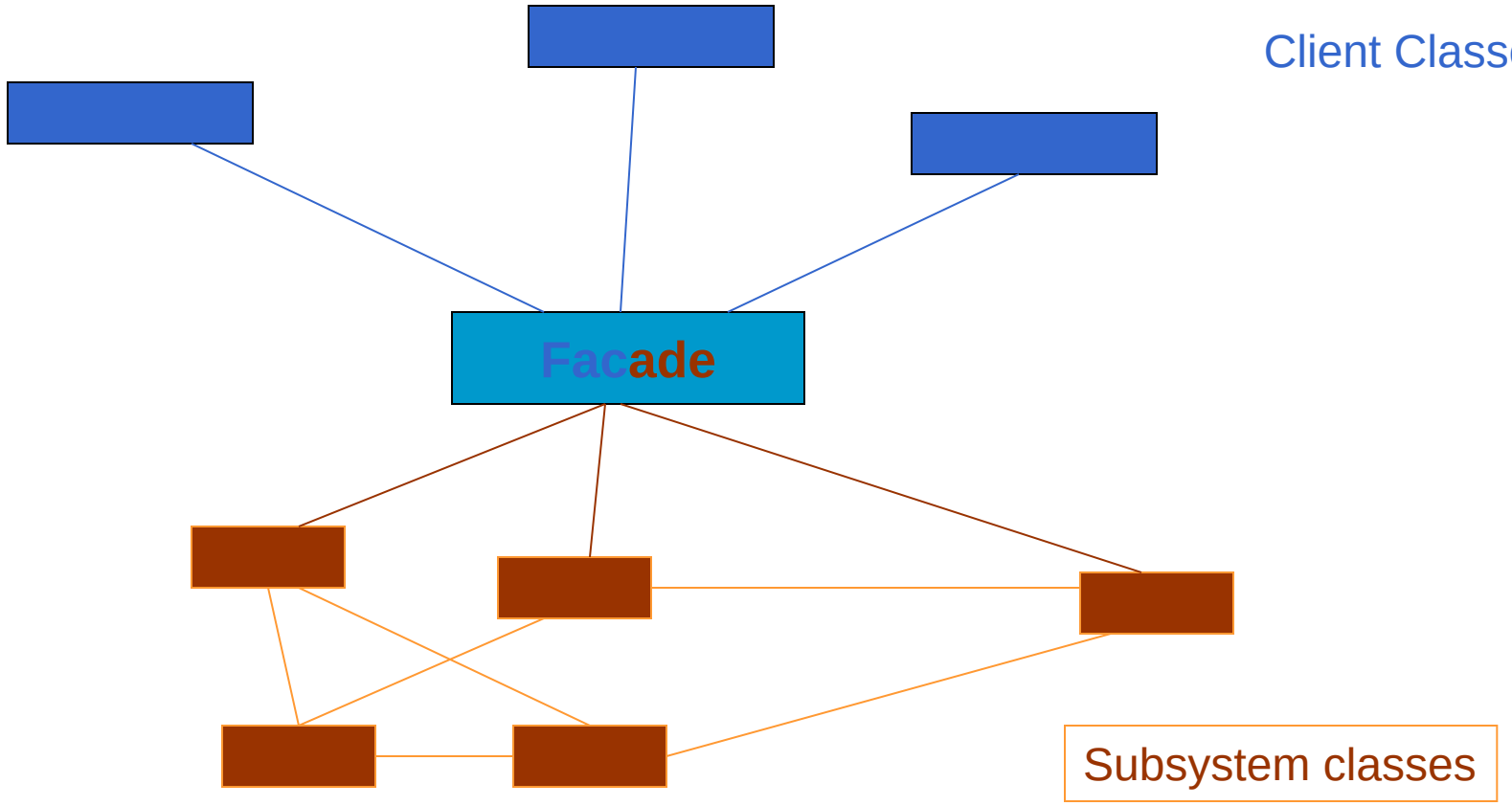
- Objectif
  - Cacher une interface / implémentation complexe
    - rendre une bibliothèque plus facile à utiliser, comprendre et tester;
    - rendre une bibliothèque plus lisible;
    - réduire les dépendances entre les clients de la bibliothèque
- Fonctionnement
  - Fournir une interface simple regroupant toutes les fonctionnalités utiles aux clients
- Patterns liés
  - Indirection, Adaptateur

L. Médini - UCBL
BY-NC

Façade



Façade : solution

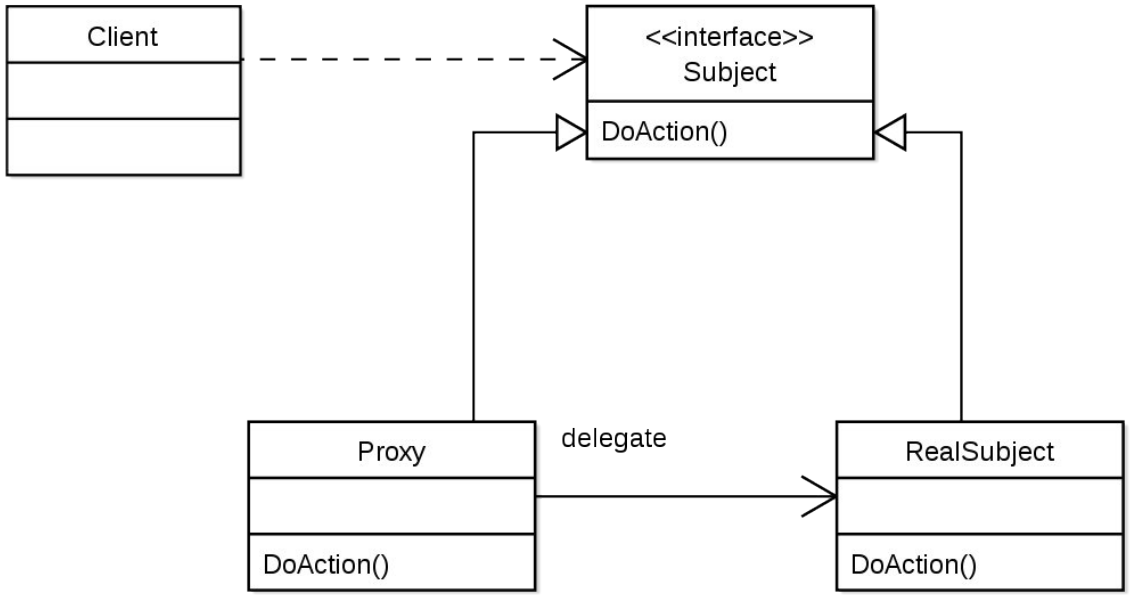


Proxy

- Objectif
  - Résoudre un problème d'accès à un objet
    - À travers un réseau
    - Qui consomme trop de ressources…
- Fonctionnement
  - Créer une classe qui implémente la même interface
  - La substituer à la classe recherchée auprès du client
- Patterns liés
  - Indirection, État, Décorateur

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Proxy



Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Proxy_pattern

BY-NC

Décorateur

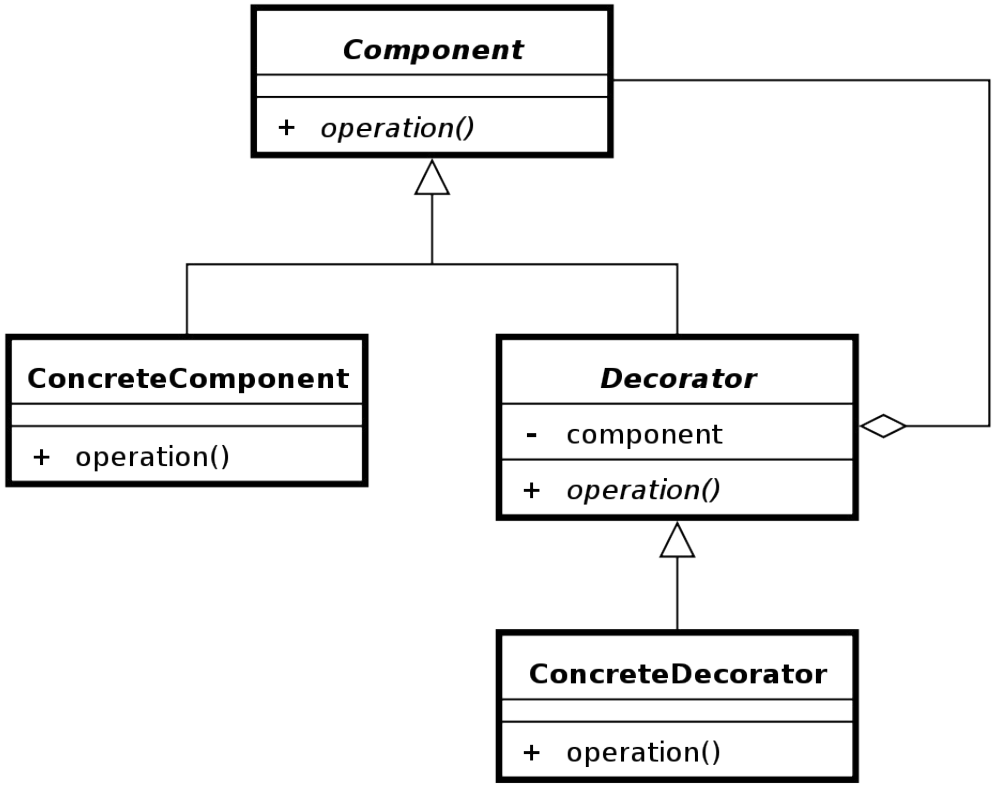
- Objectif
  - Résister au changement
    - Principe général :

> Les classes doivent être ouvertes à l'extension, mais fermées à la modification

    - Permettre l'extension des fonctionnalités d'une application sans tout reconcevoir
- Fonctionnement
  - Rajouter des comportements dans une classe qui possède la même interface que celle d'origine
  - Appeler la classe d'origine depuis le décorateur
  - Effectuer des traitements « autour » de cet appel

CC BY-NC

Décorateur

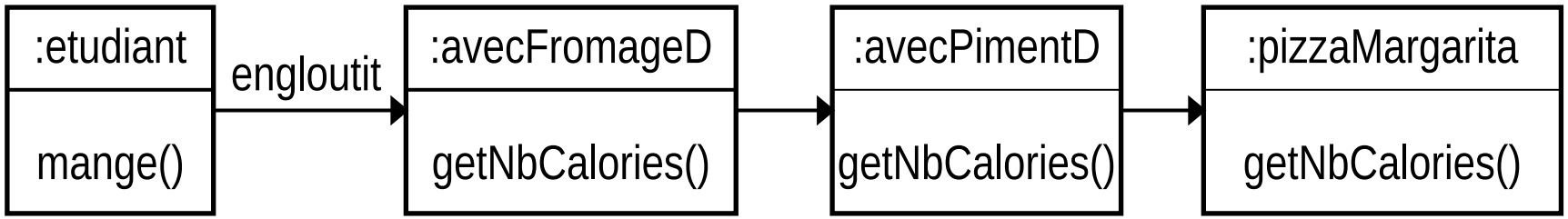


Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Decorator_pattern

BY-NC

Décorateur

- Utilisation courante
  - Rajouter un comportement à un comportement existant
- Exemple



- Pattern lié
  - Proxy
- Pattern antagoniste
  - Polymorphisme

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Patterns de comportement

- Interpréteur (Interpreter)
- Commande (Command)
- Mémento (Memento)
- État (State)
- Stratégie (Strategy)
- Visiteur (Visitor)
- Chaîne de responsabilité (Chain of responsibility)
- Observateur (Observer)
- Fonction de rappel (Callback)
- Promesse (Promise)

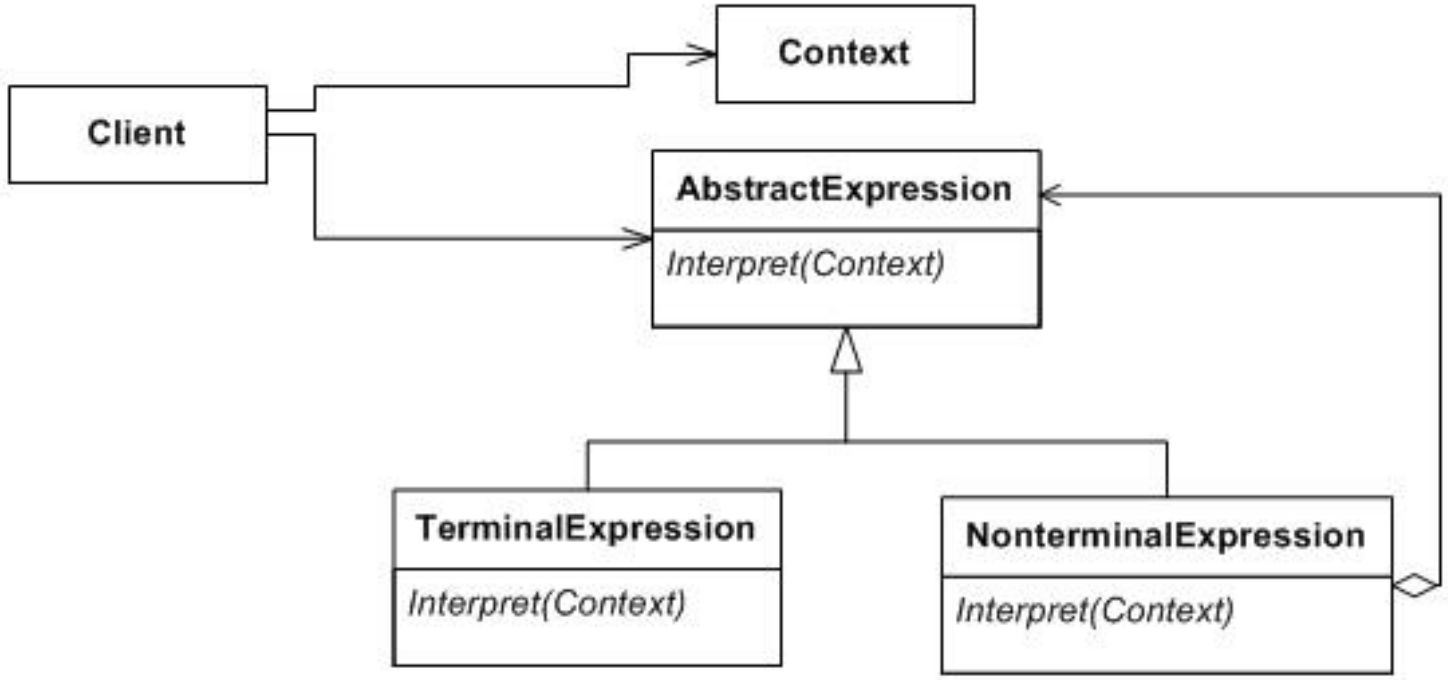
BY-NC

Interpréteur

- Objectif
  - Évaluer une expression dans un langage particulier
    - Exemples : expressions mathématiques, SQL…
- Fonctionnement
  - Stocker l'expression dans un « contexte » (pile)
  - Définir les classes de traitement terminales et non terminales, à l'aide de la même interface

L. Médini - UCBL
BY-NC

Interpréteur



Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Interpreter_pattern

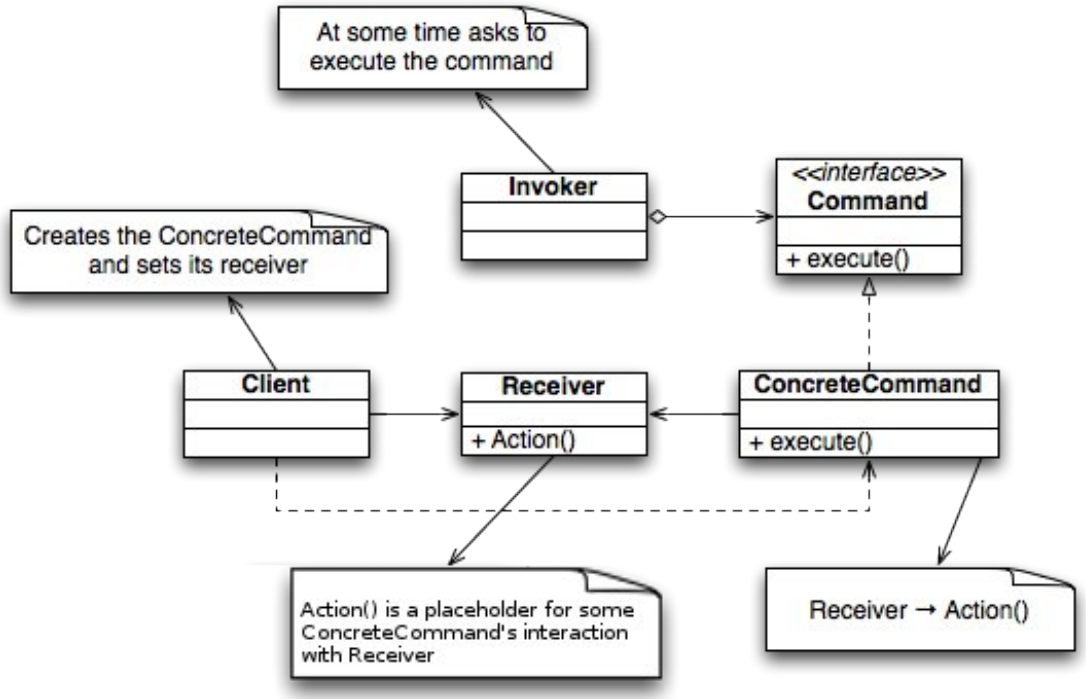
BY-NC

Commande

- Objectif
  - Encapsuler la logique métier d'un objet derrière une interface standardisée
- Fonctionnement
  - Un Receiver exécute les commandes
  - Des ConcreteCommand appellent chaque méthode métier du Receiver
  - Une Command décrit l'interface des ConcreteCommand
  - Un Invoker stocke les instances de ConcreteCommand pour pouvoir les appeler de manière standardisée

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Commande



- Remarque
  - Ce pattern introduit un couplage fort entre ses éléments

Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Command_pattern

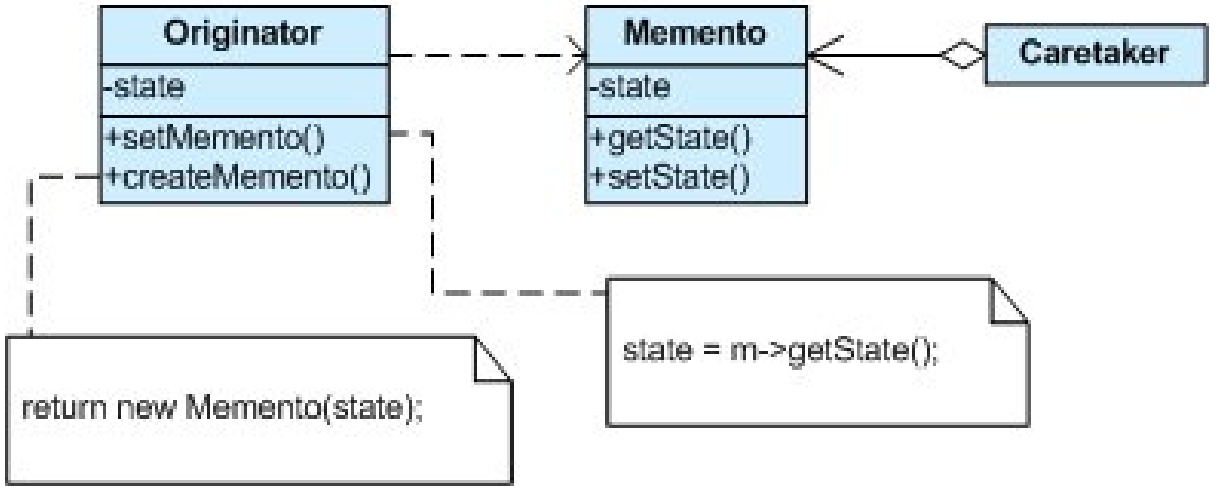
BY-NC

Memento

- Objectif
  - Restaurer un état précédent d'un objet sans violer le principe d'encapsulation (pas d'attributs publics)
- Fonctionnement
  - Sauvegarder les états de l'objet d'origine (Originator) dans un autre objet : Memento
  - Transmettre ce Memento à un « gardien » (CareTaker) pour son stockage
    - Memento doit être opaque pour le CareTaker, qui ne doit pas pouvoir le modifier
  - Ajouter à l'Originator des méthodes de sauvegarde et de restauration

L. Médini - UCBL
BY-NC

Memento



Source : http://sourcemaking.com/design_patterns/memento

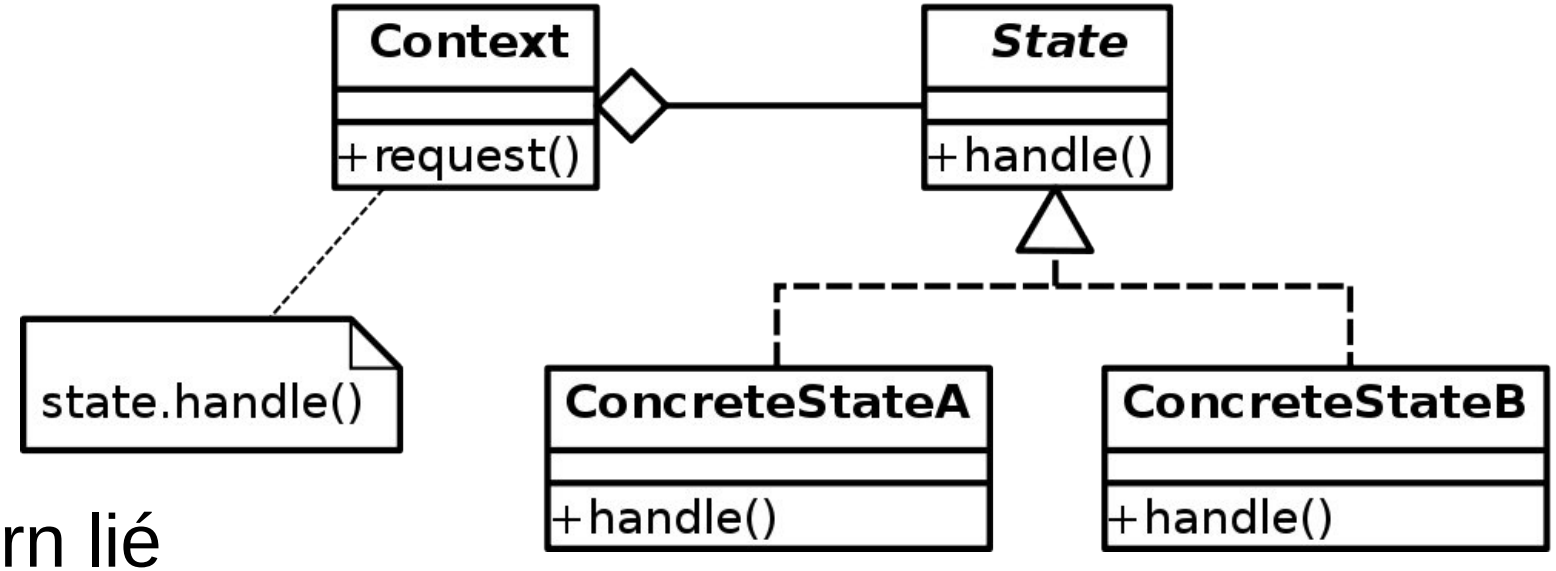
BY-NC

État (State)

- Objectif
  - Changer le comportement apparent d'un objet en fonction de son état
    - Généralisation des automates à états (IA)
- Fonctionnement
  - Une interface (*State*) définit le comportement
  - Des *ConcreteState* implémentent les comportements
  - Un *Context* stocke l'état courant et appelle les comportements correspondants
  - Les *ConcreteState* peuvent changer l'état courant dans le contexte

L. Médini - UCBL
BY-NC

État (State)



- Pattern lié
  - Stratégie

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/État_(patron_de_conception)

BY-NC

Stratégie

- Objectif
  - Permettre (et orchestrer) le changement dynamique de comportement d'un objet
- Fonctionnement
  - Désencapsuler les comportements de la classe mère de l'objet
  - Les déporter dans des classes liées, à l'aide d'une interface commune
  - Permettre au client d'utiliser une implémentation quelconque de cette interface
  - Utiliser un contexte qui gère les changements d'implémentation

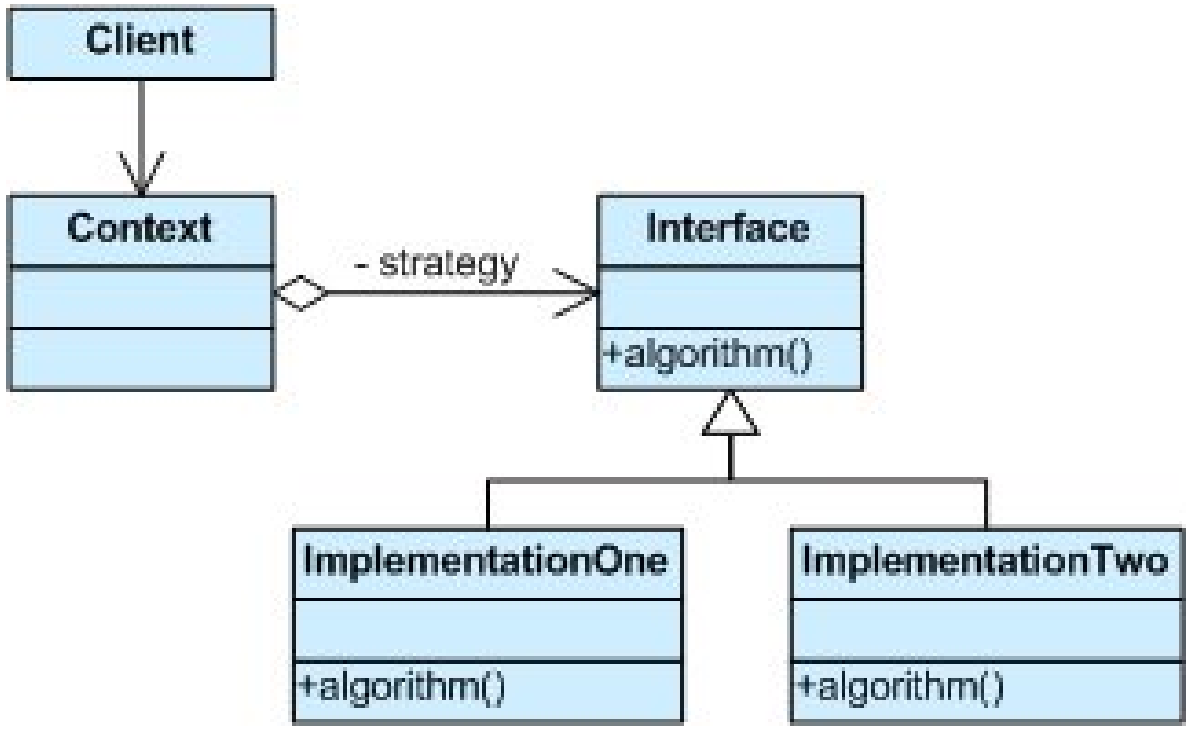
L. Médini - UCBL
BY-NC

Stratégie

- Principe général de conception
  - Ouvert-fermé (encore)
    - Les modules doivent être
      - Ouverts pour l'extension
        → **prévoir dans l'architecture des points d'extensions**
      - Fermés pour la modification
        → **Le code testé n'est pas modifié**
    - Privilégier la relation « a un »
      à la relation « est un »
- Pattern lié
  - État, Décorateur

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Stratégie



Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Strategy_pattern
http://sourcemaking.com/design_patterns/strategy

L. Médini - UCBL
BY-NC

Visiteur

- Objectif
  - Séparer un comportement de la structure d'objets à laquelle il s'applique
  - Ajouter de nouvelles opérations sans modifier cette structure
- Fonctionnement
  - Ajout aux classes de fonctions « virtuelles » génériques qui redirigent les opérations vers une classe spécifique « Visiteur » (Fabrication pure)
  - Cette classe redirige les opérations vers les bonnes implémentations « double dispatch »

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Visiteur

- Principe général de conception
  - Ouvert-fermé

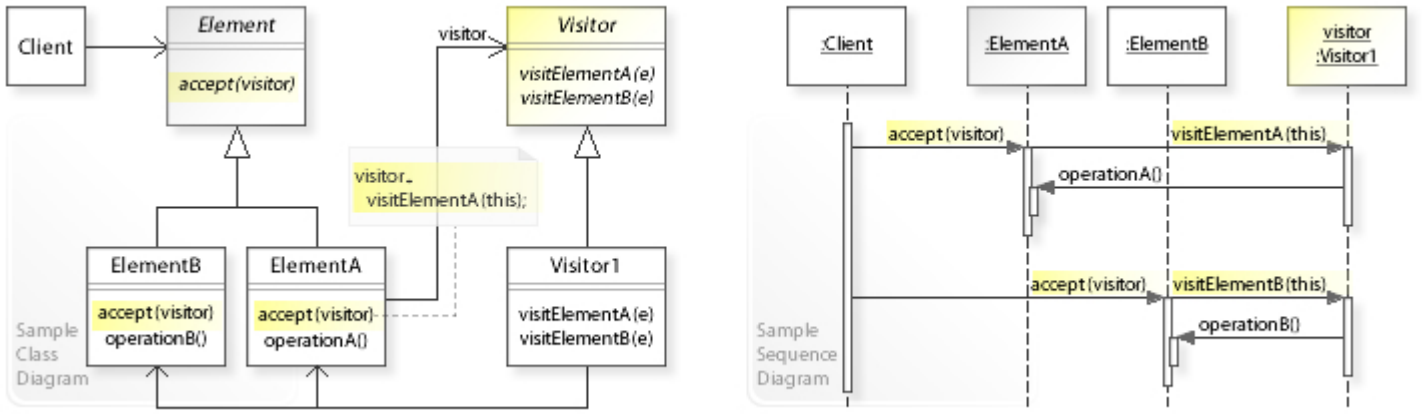


Image : By Vanderjoe - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63201110

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Visitor_pattern

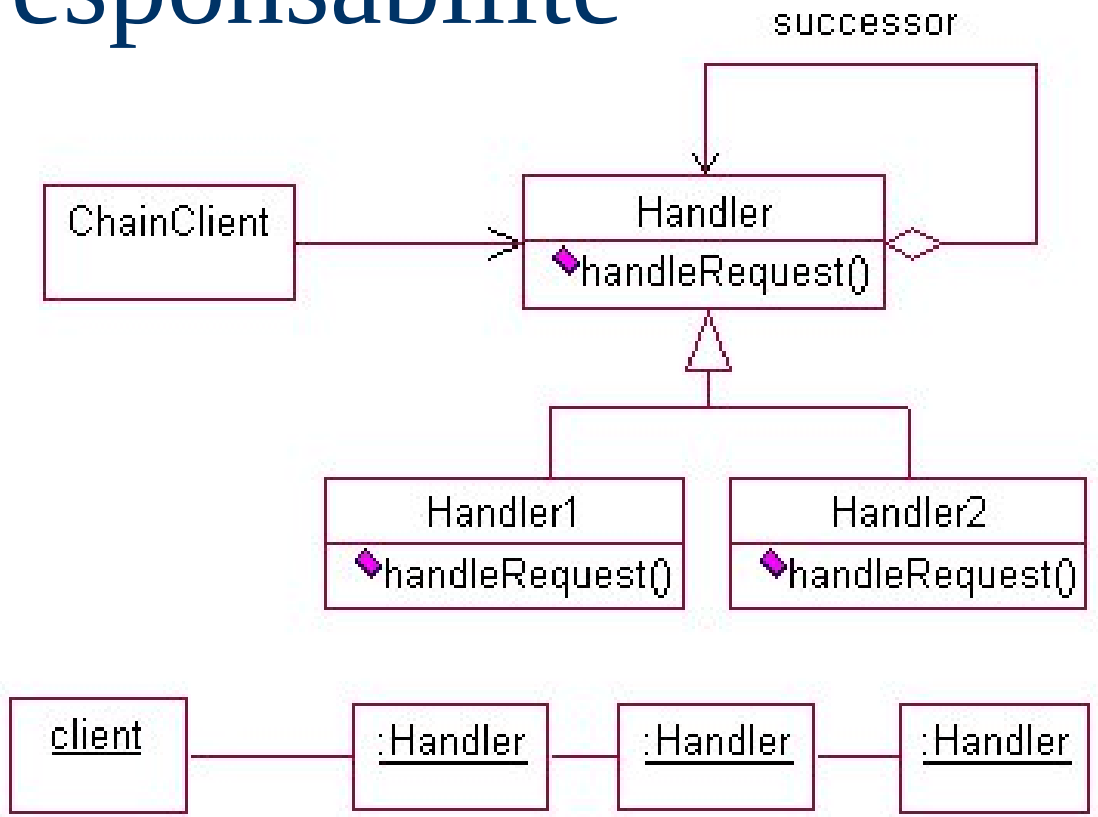
BY-NC

Chaîne de responsabilité

- Objectif
  - Effectuer plusieurs traitements non liés pour une même requête
    (séparer les responsabilités)
    - Selon la même interface
    - En évitant le couplage entre les objets qui réalisent les traitements
- Fonctionnement
  - Interface commune à tous les handlers
  - Chaînage des handlers
- Pattern lié
  - Faible couplage, Décorateur

L. Médini - UCBL
BY-NC

Chaîne de responsabilité



Source :
http://www-sop.inria.fr/axis/cbrtools/usermanual-eng/Patterns/Chain.html

- Variante :
  - Arbre de responsabilités (dispatcher)

BY-NC

Observateur (Observer)

- Contexte
  - Plusieurs objets *souscripteurs* sont concernés par les changements d'état d'un objet *diffuseur*
- Objectifs
  - Comment faire pour que chacun d'eux soit informé de ces changements ?
  - Comment maintenir un faible couplage entre diffuseur et souscripteurs ?
- Fonctionnement (théorique)
  - Définir une interface « Souscripteur » ou « Observer »
  - Faire implémenter cette interface à chaque souscripteur
  - Le diffuseur peut enregistrer dynamiquement les souscripteurs intéressés par un événement et le leur signaler

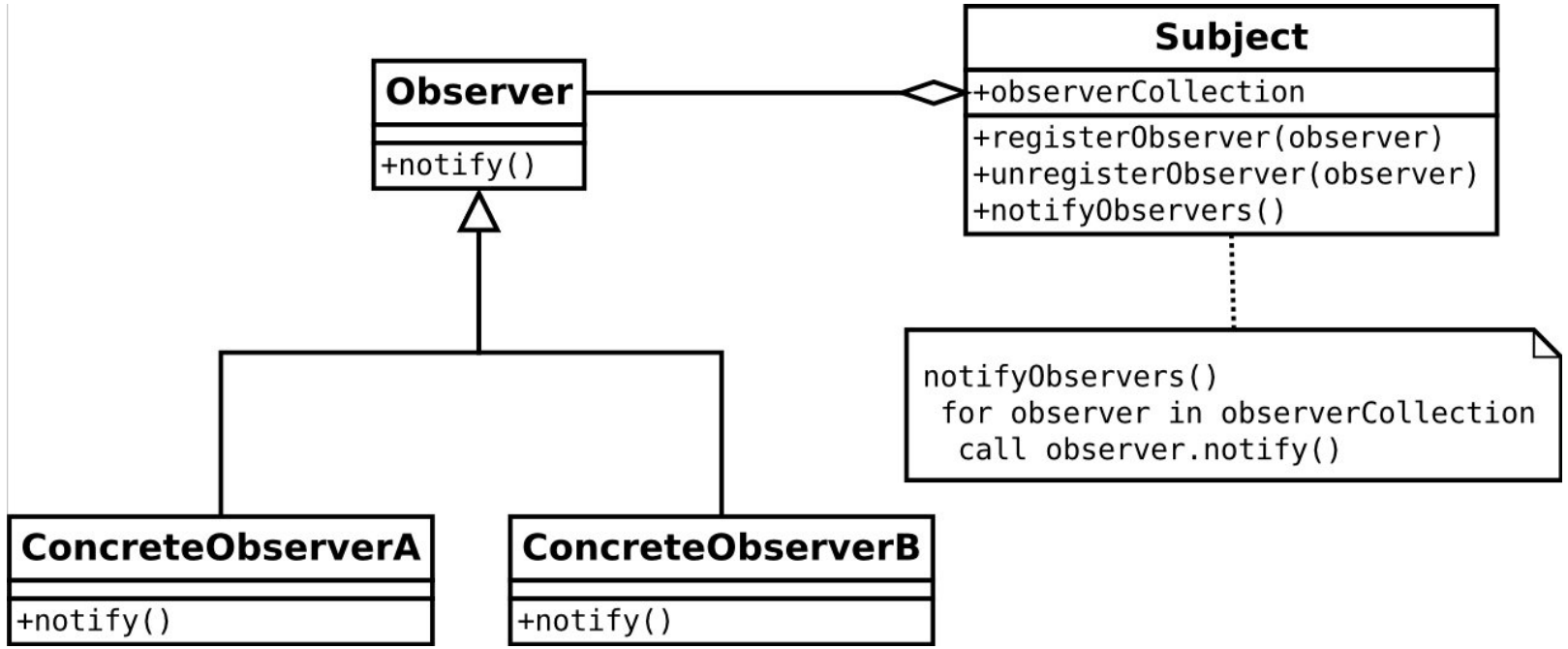
BY-NC

Observateur (Observer)

- Fonctionnement
  - Un *Observateur* s'attache à un *Sujet*
  - Le sujet *notifie* ses observateurs en cas de changement d'état
- En pratique
  - Subject : classe abstraite
  - ConcreteSubject : classe héritant de Subject
  - Observer : classe (utilisée comme classe abstraite)
  - ConcreteObserver : classe héritant d'Observer
- Autres noms
  - Publish-subscribe, ou « Pub/Sub » (Diffusion-souscription)
  - Modèle de délégation d'événements

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Observateur (Observer)



Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Observer_pattern

L. Médini - UCBL
BY-NC

Observateur (Observer)

- Utilisation en Java :
  - Les classes *java.util.Observer* et *java.util.Observable* sont dépréciées depuis avril 2016
    - Modèle événementiel pas assez précis
    - Ordre des notifications non spécifié
    - Implémentation non thread-safe

- **Mais le pattern en lui-même reste valable**
  - Utiliser le modèle événementiel de *java.beans* (*PropertyChangeEvent*, *PropertyChangeListener*)
  - Utiliser les files et sémaphores (*java.util.concurrent*) avec des threads
  - Utiliser votre propre implémentation si besoin

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Fonction de rappel (Callback)

- Objectif
  - Définir un comportement sans savoir à quel moment il sera déclenché
- Exemples d'utilisation
  - Synchrone : déclenchement par une bibliothèque externe
  - Asynchrone : modèle événementiel
- Autre nom
  - Principe d'Hollywood
    « N'appelez pas, on vous rappellera. »

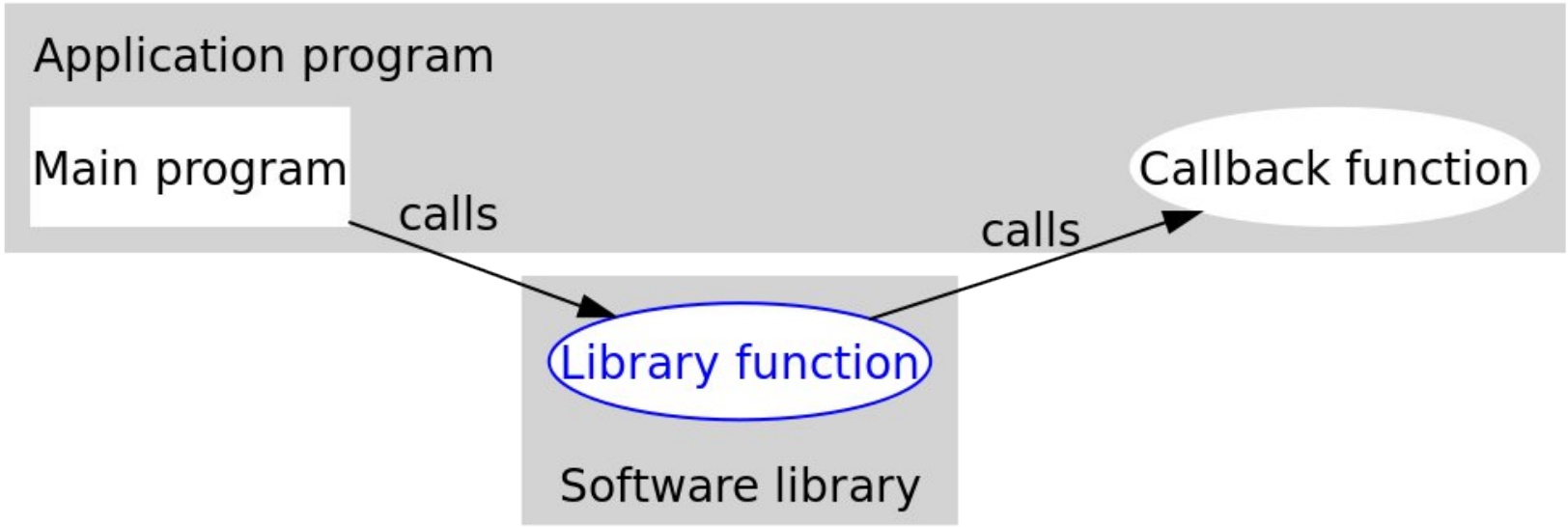
L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Fonction de rappel (Callback)

- Fonctionnement
  - Langages fonctionnels : passer une fonction en paramètre d'une autre fonction (fonctions d'ordre supérieur)
  - Langages objet : passer un objet (qui encapsule un comportement) en paramètre d'une méthode d'un autre objet
- Patterns liés
  - Inversion de Contrôle (IoC), Observer

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Fonction de rappel (Callback)



Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Callback_(computer_science)

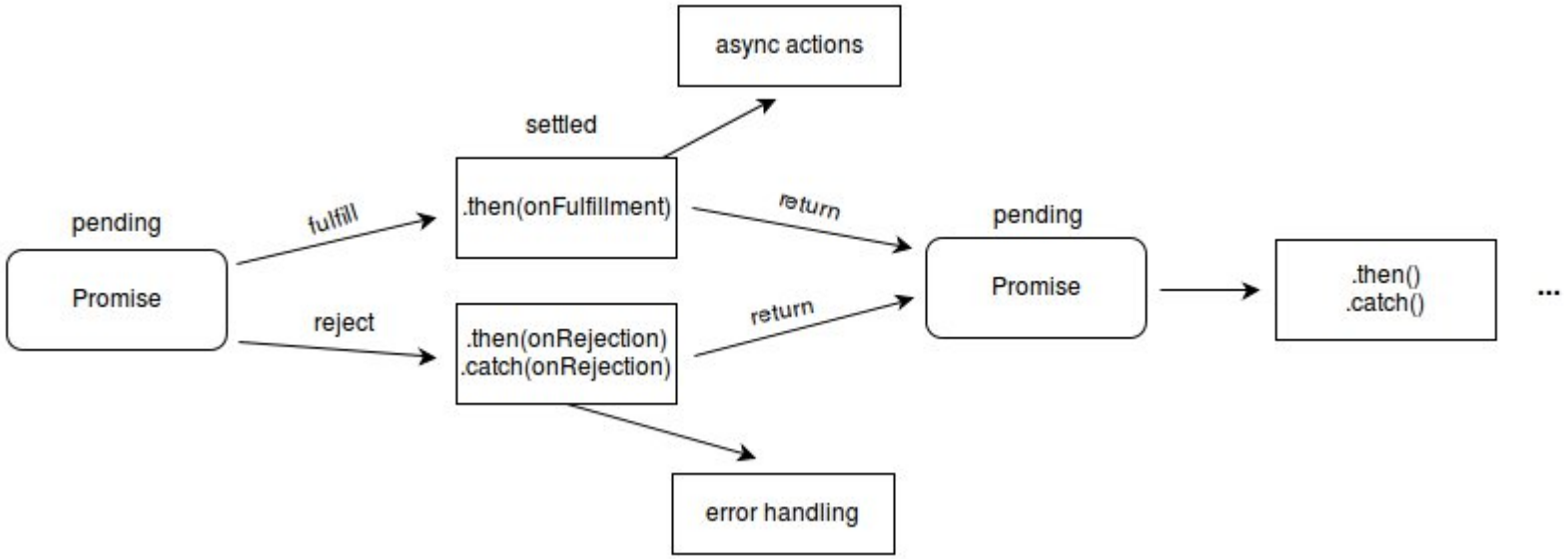
BY-NC

Promesse (Promise)

- Problème
  - Certains objets ont des comportements déclenchés par des événements extérieurs
- Objectif
  - Spécifier le comportement d'un objet
    - Sans savoir comment il sera déclenché (asynchrone)
    - Sans en connaître le résultat
- Fonctionnement
  - Créer un objet *Promise* qui encapsule ce comportement et possède trois états
    - Pending : la promesse n'a pas été appelée
    - Fulfilled : elle a été appelée et s'est correctement déroulée
    - Rejected : elle a été appelée et a échoué

L. Médini - UCBL
BY-NC

Promesse (Promise)



https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Promise

BY-NC

Promesse (Promise)

- Discussion
  - Pattern beaucoup utilisé en JS (intégré) à ES6
  - N'est qu'une simplification de l'encapsulation de callbacks
- Variantes / extensions
  - Promise.all()
  - Promise.race()
- Patterns liés
  - Callback

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Plan

- Introduction
- Principes GRASP
- Design patterns
- Patterns architecturaux
- Conclusion

L. Médini - UCBL
BY-NC

Patterns architecturaux

- Objectif
  - Conception de systèmes d'information
- Principes
  - Organisation d'une société de classes / d'objets
    - Répartition / structuration des rôles
  - Souvent présents dans les frameworks
- Exemples de problèmes abordés
  - Performance matérielle
  - Disponibilité
  - Réutilisation
  - …

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Patterns architecturaux

- Niveau de granularité
  - Au-dessus des patterns précédents
    - Peuvent réutiliser d'autres design patterns
- Références
  - Conception de systèmes d'information pour l'entreprise (« Enterprise Architecture »)
    - Modélisation de l'entreprise par les processus : http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_modelling
    - Enterprise Architecture (en général) : http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_architecture
- Autre nom
  - Patterns applicatifs

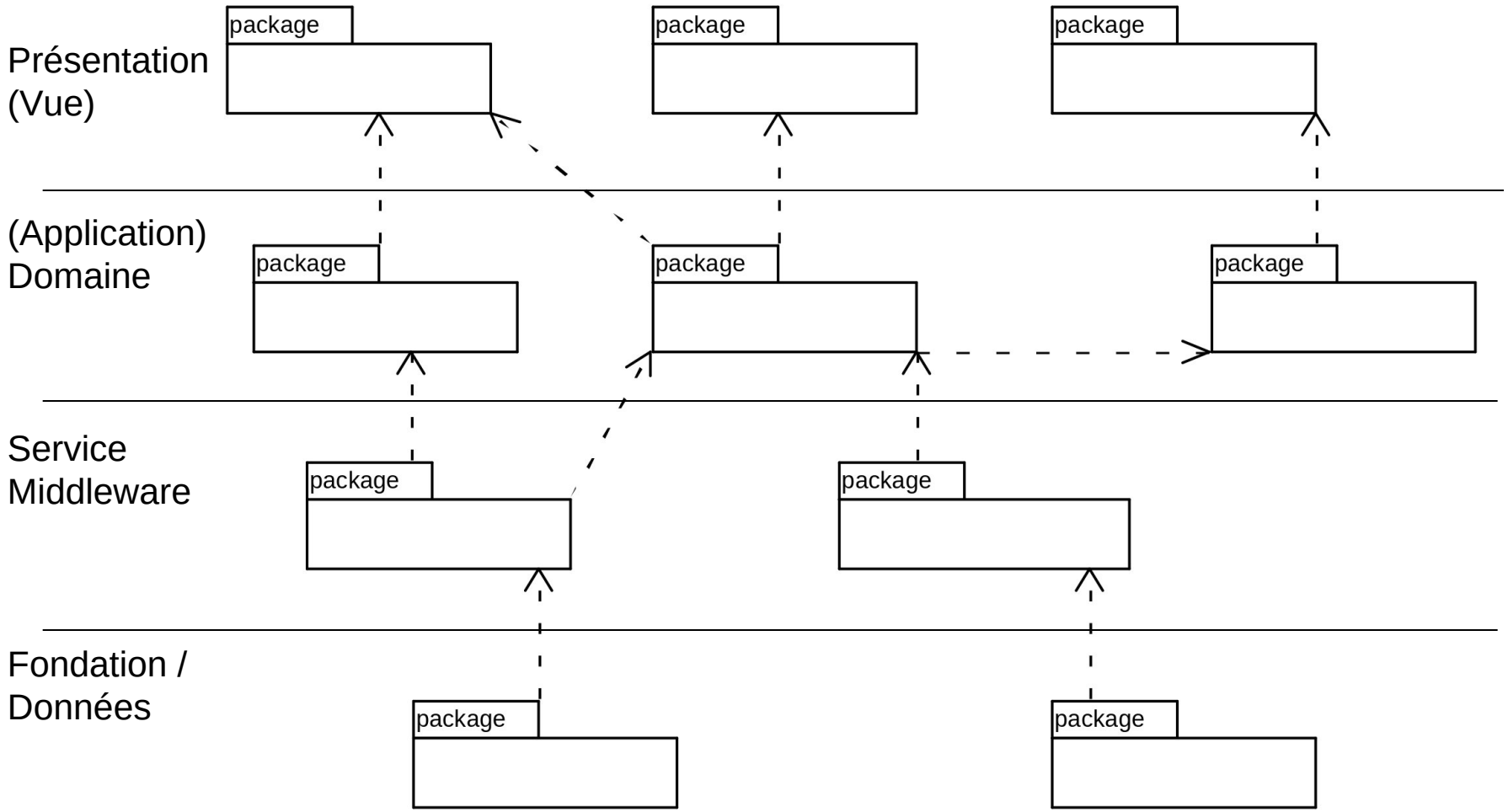
L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Patterns architecturaux

- Exemples
  - Architecture en couches
  - Architecture multi-tiers
  - MV*
  - IoC
  - Contexte
  - Observer ?
  - DAO, DTO

L. Médini - UCBL
BY-NC

Pattern Couches



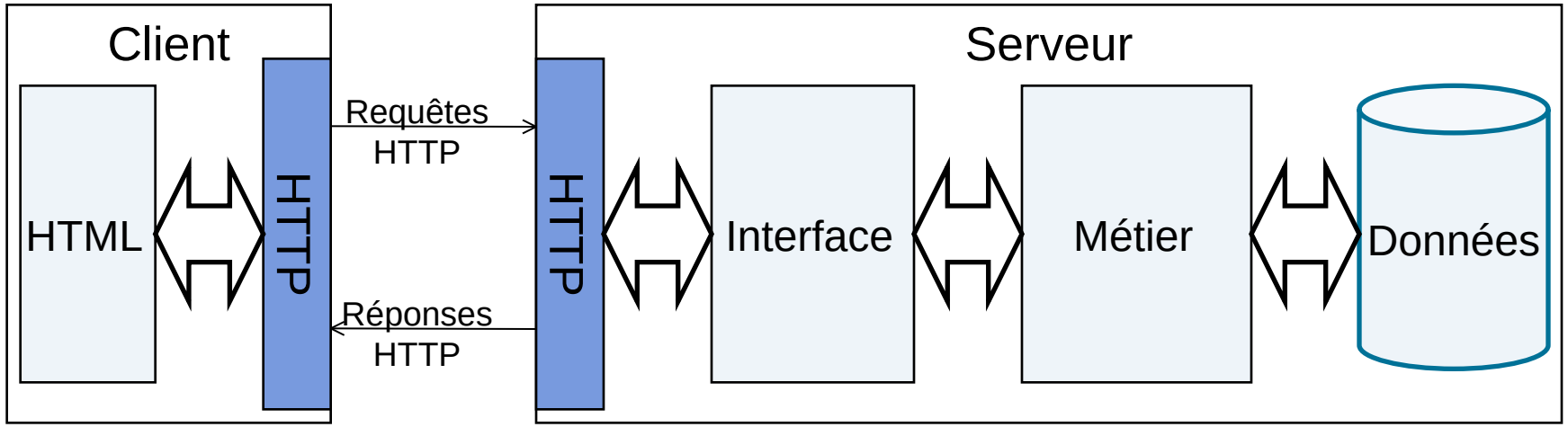
Architecture multi-tiers

- Objectif
  - Découpler les différentes fonctionnalités d'un programme (séparation des préoccupations)
    - Gestion des données, algorithmes métier, présentation…
- Fonctionnement
  - Concevoir séparément chacune de ces fonctionnalités
  - Les isoler les unes des autres (autant que possible)

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Architecture multi-tiers

- Exemple (M1IF03)



- Pattern lié
  - Couches

L. Médini - UCBL
BY-NC

Modèle-Vue-Contrôleur

- Problème
  - Comment rendre le modèle (domaine métier) indépendant des vues (interface utilisateur) qui en dépendent ?
  - Réduire le couplage entre modèle et vue
- Solution
  - Insérer une couche supplémentaire (contrôleur) pour la gestion des événements et la synchronisation entre modèle et vue

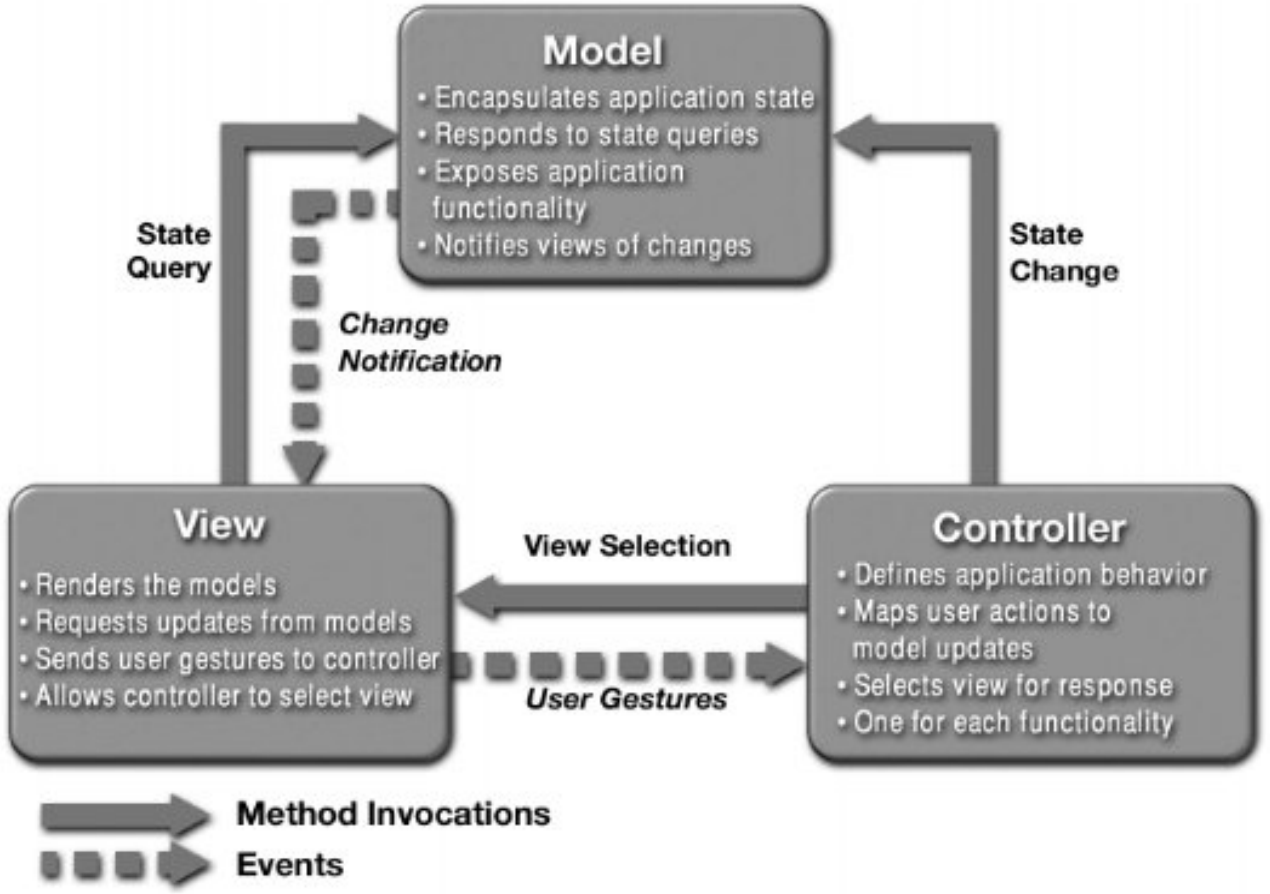
L. Médini - UCBL
BY-NC

Modèle-Vue-Contrôleur (suite)

- Modèle (logique métier)
  - Implémente le fonctionnement du système
  - Gère les accès aux données métier
- Vue (interface)
  - Présente les données en cohérence avec l'état du modèle
  - Capture et transmet les actions de l'utilisateur
- Contrôleur
  - Gère les changements d'état du modèle
  - Informe le modèle des actions utilisateur
  - Sélectionne la vue appropriée

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Modèle-Vue-Contrôleur (suite)



Source originale : BluePrint Java (Sun), non maintenue par Oracle.

CC BY-NC

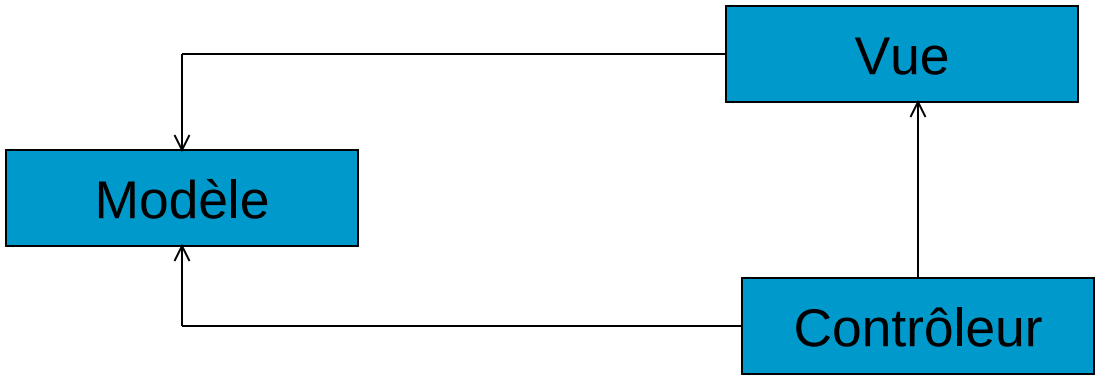
Modèle-Vue-Contrôleur (suite)

- Différentes versions
  - la vue connaît le modèle ou non
  - le contrôleur connaît la vue ou non
  - le vue connaît le contrôleur ou non
  - « Mélange » avec le pattern Observer
  - Un ou plusieurs contrôleurs (« type 1 » / « type 2 »)
  - Push-based *vs.* pull-based
- Choix d'une solution
  - dépend des caractéristiques de l'application
  - dépend des autres responsabilités du contrôleur

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Modèle-Vue-Contrôleur (suite)

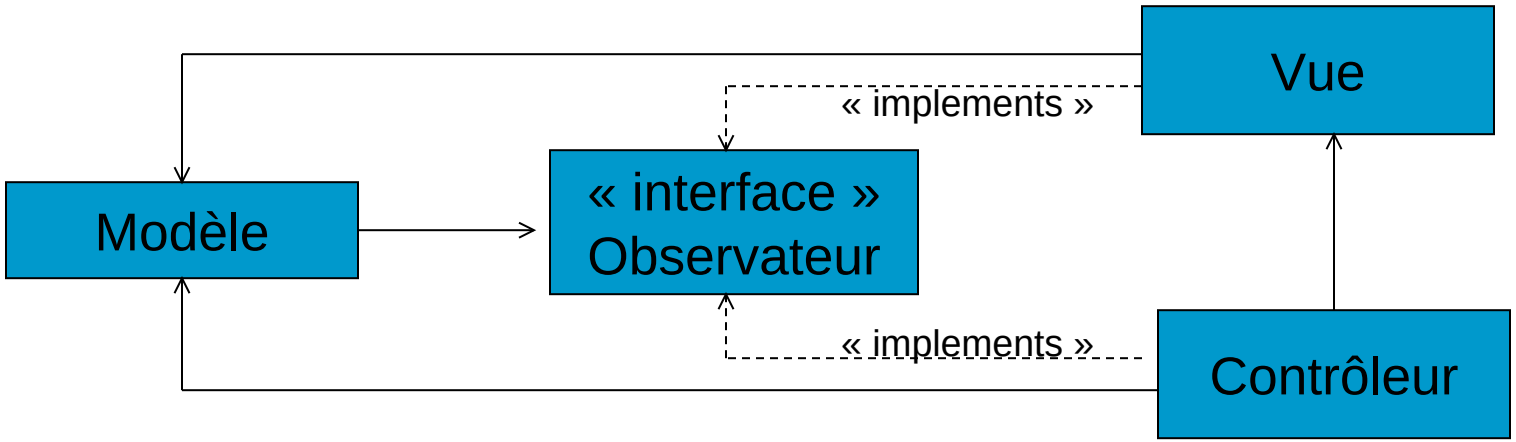
- Version modèle passif
  - la vue se construit à partir du modèle
  - le contrôleur notifie le modèle des changements que l'utilisateur spécifie dans la vue
  - le contrôleur informe la vue que le modèle a changé et qu'elle doit se reconstruire



L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Modèle-Vue-Contrôleur (suite)

- Version modèle actif
  - quand le modèle peut changer indépendamment du contrôleur
  - le modèle informe les abonnés à l'observateur qu'il s'est modifié
  - ceux-ci prennent l'information en compte (contrôleur et vues)



L. Médini - UCBL
BY-NC

Autres patterns MV*

- Model-View-Adapter (MVA)
  - Pas de communication directe entre modèle et vue
    - Un pattern Adapteur (Médiateur) prend en charge les communications
    - Le modèle est intentionnellement opaque à la vue
  - Il peut y avoir plusieurs adapteurs entre le modèle et la vue
- Model-View-Presenter (MVP)
  - La vue est une interface statique (templates)
  - La vue renvoie (route) les commandes au Presenter
  - Le Presenter encapsule la logique de présentation et l'appel au modèle
- Model-View-View Model (MVVM)
  - Mélange des deux précédents : le composant View Model
    - Sert de médiateur pour convertir les données du modèle
    - Encapsule la logique de présentation
  - Autre nom : Model-View-Binder (MVB)

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

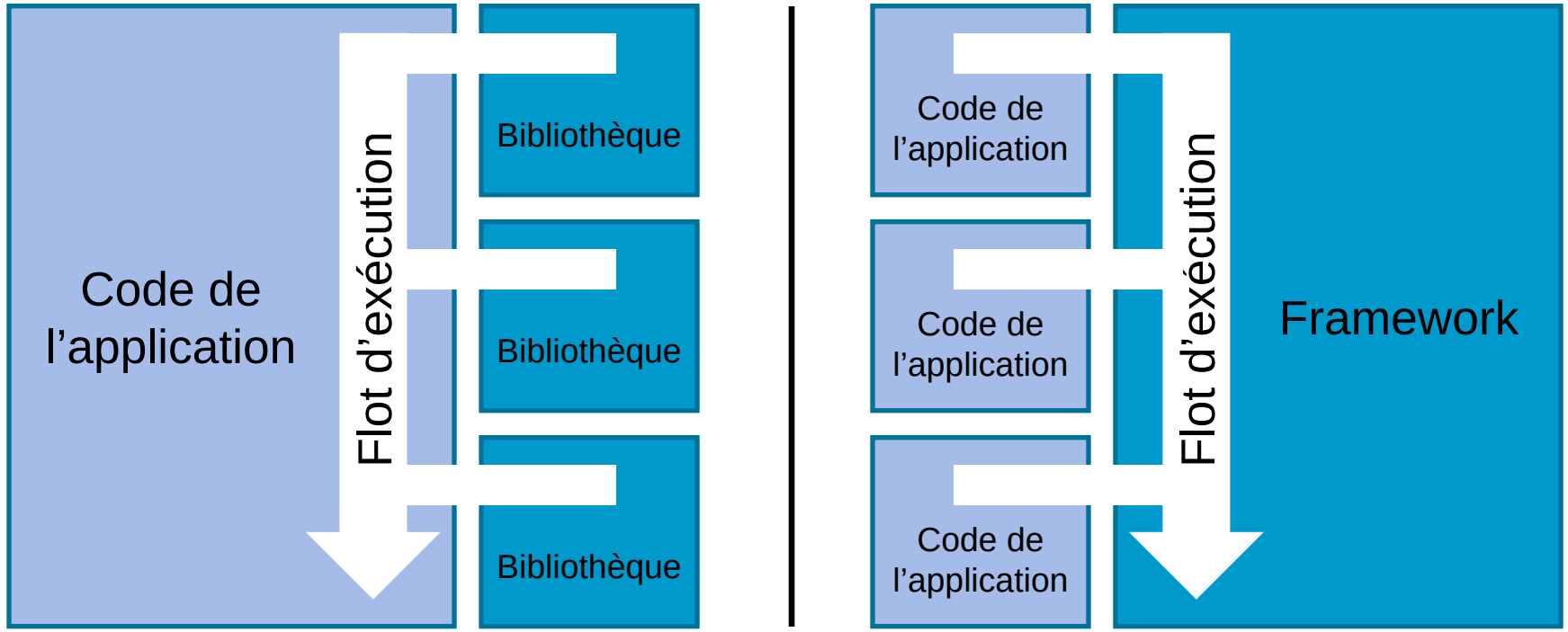
Inversion de Contrôle (IoC)

- Objectif
  - Ne pas réimplémenter le code « générique » d'une application
  - Permettre l'adjonction simple
    - De composants spécifiques métier
    - De services annexes disponibles par ailleurs
- Fonctionnement
  - Utiliser un *Conteneur* capable de
    - Gérer le flot de contrôle de l'application
    - Instancier des *composants*
    - Résoudre les dépendances entre ces composants
    - Fournir des services annexes (sécurité, accès aux données…)

L. Médini - UCBL
BY-NC

Inversion de Contrôle (IoC)

- Exemple



- Autre nom
  - Injection de dépendances

BY-NC

Patrons architecturaux

- Patrons applicatifs (suite)
  - Patrons d'authentification
    - Directe, à l'aide d'une plateforme
    - Single Sign On (CAS)
  - Patrons d'autorisation
    - Rôles, attributs, activité, utilisateur, heure…
  - Patrons de sécurité
    - Checkpoint, standby, détection/correction d'erreurs

L. Médini - UCBL
BY-NC

Patrons architecturaux

- Patrons de données
  - Architecture des données
    - Transactions, opérations, magasins, entrepôts
  - Modélisation de données
    - Relationnelle, dimensionnelle
  - Gouvernance des données (Master Data Management)
    - Réplication, services d'accès, synchronisation

BY-NC

Patrons architecturaux

- Patrons de données
  - Sauvegarde
    - Data Access Object (DAO)
      - Objet (fabrication pure) qui centralise le lien vers un support de persistance
    - Object-Relational Mapping (ORM)
      - Objet (adapter) qui encapsule traduction de la logique métier en opérations de persistance (requêtes)
  - (Dé)sérialisation
    - Data Transfer Object (DTO)
      - Représentation sans comportement (sérialisable) d'un objet métier

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Patrons architecturaux

- Types d'architectures et d'outils
  - Plateformes de composants (frameworks)
  - Architectures orientées services (SOA)
  - Extract Transform Load
  - Enterprise Application Infrastructure / Enterprise Service Bus

BY-NC

Plan

- Introduction
- Principes GRASP
- Design patterns
- Patterns architecturaux
- Conclusion

L. Médini - UCBL
BY-NC

Pour aller plus loin...

- Patterns of Enterprise Application Architecture
  - Origine
    - Livre de Martin Fowler, Dave Rice, Matthew Foemmel, Edward Hieatt, Robert Mee, and Randy Stafford, 2002
  - Contenu
    - Formalisation de l'expérience de développement d'« Enterprise Applications »
    - Généralisation d'idiomes de plusieurs langages
    - Une quarantaines de patterns souvent assez techniques
  - Exemples
    - Service Layer, Foreign Key Mapping, MVC, Front Controller, DTO, Registry, Service Stub…
  - Référence
    - http://martinfowler.com/eaaCatalog/

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Anti-patterns

- Erreurs courantes de conception documentées
- Caractérisés par
  - Lenteur du logiciel
  - Coûts de réalisation ou de maintenance élevés
  - Comportements anormaux
  - Présence de bogues
- Exemples
  - Action à distance
    - Emploi massif de variables globales, fort couplage
  - Coulée de lave
    - Partie de code encore immature mise en production, forçant la lave à se solidifier en empêchant sa modification
  - …
- Référence
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-pattern

L. Médini - UCBL
BY-NC

IDE « orientés-Design Patterns »

- Fournir une aide à l'instanciation ou au repérage de patterns
  - nécessite une représentation graphique (au minimum collaboration UML) et le codage de certaines contraintes
- Instanciation
  - choix d'un pattern, création automatique des classes correspondantes
- Repérage
  - assister l'utilisateur pour repérer
    - des patterns utilisés (pour les documenter)
    - des « presque patterns » (pour les refactorer en patterns)
- Exemples d'outils
  - Eclipse + plugin UML
  - Describe + Jbuilder
  - IntelliJ
  - …

L. Médini - UCBL
BY-NC

Conclusion

- On a vu assez précisément les principes les plus généraux (GRASP)
- On a survolé quelques design patterns
  - un bon programmeur doit les étudier et en connaître une cinquantaine
- On a évoqué les patterns architecturaux
  - Ils permettent de comprendre le fonctionnement des outils (frameworks)
- On a à peine abordé les anti-patterns
  - Les connaître est le meilleur moyen de détecter que votre projet est en train de …

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Remerciements

- Yannick Prié
- Laëtitia Matignon
- Olivier Aubert

BY-NC

Références

- Ouvrage du « Gang of Four »
  - Eric Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1994), *Design patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, 395 p. (trad. française : *Design patterns. Catalogue des modèles de conception réutilisables*, Vuibert 1999)
- Plus orienté architecture
  - Martin Fowler (2002) *Patterns of Enterprise Application Architecture*, Addison Wesley
- En Français
  - Eric Freeman, Elisabeth Freeman, Kathy Sierra, Bert Bates, *Design Patterns – Tête la première*, O'Reilly Eds., 640 p., 2005.

BY-NC

Références

- Sur le Web
  - Généralités sur les Design patterns
    - http://fr.wikipedia.org/wiki/Patron_de_conception
    - http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Software_design_patterns
    - http://en.wikipedia.org/wiki/Architectural_pattern
    - http://stackoverflow.com/questions/4243187/difference-between-design-pattern-and-architecture
    - http://martinfowler.com/eaaCatalog/
    - http://www.hillside.net/patterns
    - http://java.sun.com/blueprints/corej2eepatterns/
  - Historique, classification
    - https://www.javaworld.com/article/2078665/core-java/design-patterns--the-big-picture--part-1--design-pattern-history-and-classification.html
    - http://people.cs.umu.se/jubo/ExJobbs/MK/patterns.htm
    - http://wiki.c2.com/?HistoryOfPatterns

L. Médini - UCBL
CC BY-NC

Références

- Sur le Web
  - Promesse
    - https://www.promisejs.org/
  - Design by Contract
    - https://en.wikipedia.org/wiki/Design_by_contract
    - https://hillside.net/plop/plop97/Proceedings/dechamplain.pdf
  - Enterprise Integration Patterns
    - https://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_Integration_Patterns
    - https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/patterns/messaging/toc.html
    - https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/
  - Antipatterns
    - https://sourcemaking.com/antipatterns/software-development-antipatterns
    - http://c2.com/cgi/wiki?AntiPatternsCatalog

BY-NC

Takeaways…

get pearls of wisdom from
Granny

In 1987, when I was a mite younger than I am today, I saw a list of "programming pearls" from the September 1985 issue of "Communications of the ACM". It was a huge list and I had to take time off from baking cookies for the grandkids to read it. Well, I picked a few out and added some that weren't on the list and ever since, I've always kept a printed version near where I work. Over the years I've added some and deleted some. Here is my current list:

- **Any fool can write code that a computer can understand.**
  Good programmers write code that humans can understand. (Martin Fowler)
- **Debug only code - comments can lie.**
- **If you have too many special cases, you are doing it wrong.**
- **Get your data structures correct first, and the rest of the program will write itself.**
- **Testing can show the presence of bugs, but not their absence.**
- **The fastest algorithm can frequently be replaced by one that is almost as fast and much easier to understand.**
- **The cheapest, fastest, and most reliable components of a computer system are those that aren't there.**
- **Good judgement comes from experience, and experience comes from bad judgement.**
- **Don't use the computer to do things that can be done efficiently by hand.**
- **[Thompson's Rule for first-time telescope makers] It is faster to make a four-inch mirror then a six-inch mirror than to make a six-inch mirror.**
- **If you lie to the computer, it will get you.**
- **Inside of every large program is a small program struggling to get out.**

Source : https://javaranch.com/granny.jsp

BY-NC