Chapitre 5 : Architecture & Conception de logiciel

Plan Chapitre 5

- **Partie 1 : Conception logicielle :**
  - Définition.
  - Processus de conception.
- **Partie 2 : Architecture d'un logiciel :**
  - Architecture logique.
  - Architecture physique.

Objectifs Chapitre 5

- Concevoir l'architecture logique et physique d'un logiciel.
- Etablir la conception détaillée d'un logiciel.
- S'assurer de l'adhérence aux exigences.
- Garantir la qualité du logiciel.

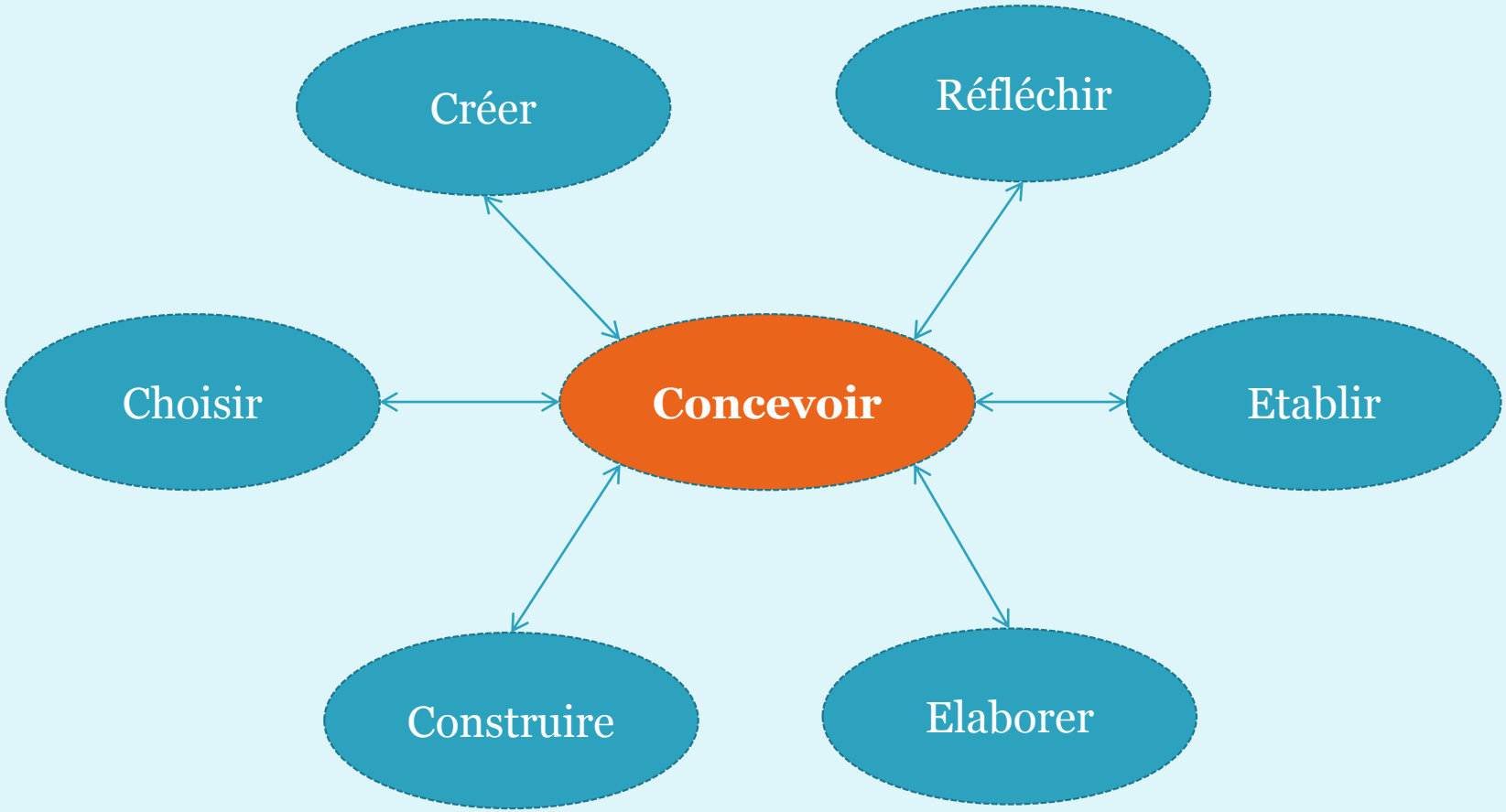
Partie 1 – Conception logicielle

- Définition.
- Processus de conception.
  - Conception globale.
  - Conception détaillée.

Conception logicielle - Définition

- **Spécification :**
  - Qu'est-ce que le logiciel doit faire?
  - Comment s'assurer qu'il le fait?
  - Comment s'assurer qu'on développe le bon logiciel?
- **Conception :**
  - Comment organiser le logiciel pour qu'il fasse ce qu'il doit faire?
  - Quelles choix techniques faut-il faire pour que le logiciel fasse ce qu'il doit faire?
  - Comment s'assurer que le logiciel est organisé et construit de manière à faire ce qu'il doit faire?

Conception logicielle - Définition



Conception logicielle – Processus de conception

- **Conception logicielle :** Processus d'analyse et de résolution des problèmes

Identifier la meilleure façon d'implémenter les exigences fonctionnelles

Respecter l'ensemble des contraintes système

Conception logicielle – Processus de conception

Modéliser le logiciel dans son futur système

- Méthode
- Formalisme
- Outils

Conception logicielle – Processus de conception

- **Modèle :** Abstraction du monde réel :
  - **Analyser avant de construire**.
  - Retrouver les informations nécessaires lors de modifications ou extensions.
  - **Simplifier la complexité** du problème d'origine.
  - Offrir des points de vue et **des niveaux d'abstraction** plus au moins détaillés selon les besoins.

Conception logicielle – Processus de conception

- **Exemple :**
  - **Modèle :** orienté objets.
  - **Méthode :** UP (Unified Process).
  - **Formalisme :** Diagrammes UML.
  - **Outils :** Rational Rose, StarUML, etc.

Conception logicielle – Processus de conception

- Conception architecturale (ou conception globale).
- Conception détaillée.

Processus de conception – Conception architecturale

- Architecture de haut niveau.
- Structure et organisation générale du système à concevoir.
- **Décomposer le logiciel** en **composants** plus simples, définis par leurs **interfaces** et leurs **fonctions** (les services qu'ils rendent) ainsi que **leur déploiement** sur les différents **nœuds physiques**.

Processus de conception - Conception détaillée

- Détailler la conception générale.
- Fournir pour chaque composant une description de la **manière dont les fonctions ou les services sont réalisés** : structures de données, algorithmes, etc.

Partie 2 – Architecture d'un logiciel

- Architecture logique :
  - Définitions & concepts.
  - Approche de résolution.
  - Critères de qualité de la conception de l'architecture logique.
  - Découpage en couches.
  - Frameworks/Patrons.
- Architecture physique.

Architecture logique

Architecture logique – Définitions & Concepts

- **L'architecture logicielle est le processus de conception de l'organisation globale du système et incluant :**
  - La subdivision du logiciel en sous-systèmes.
  - Les décisions à prendre concernant leur interactions.
  - La détermination des interfaces.
- **L'architecture est le cœur du système, tous les ingénieurs impliqués doivent donc bien la maitriser.**
- **L'architecture va souvent définir l'efficacité, la réutilisabilité et la maintenabilité du système :**
  - Meilleure compréhension du système.
  - Différents concepteurs peuvent travailler isolement sur différents composants du système.
  - Facilité à tendre les fonctionnalités du système.
  - Composants réutilisables.

Architecture logique – Définitions & Concepts

- Un **composant est une unité autonome** faisant partie d'un système ou d'un sous-système qui encapsule un comportement et qui offre une ou plusieurs interfaces publiques.
- Un composant a une vocation bien déterminée et est censé fournir **un service** bien précis : les fonctionnalités qu'il encapsule doivent être cohérentes.
- Les fonctionnalités d'un composant peuvent être appelées depuis une entité externe. Pour pouvoir être utilisé, le composant fournit **une interface** : l'ensemble de fonctions lui permettant de communiquer avec l'entité cliente.
- Un composant peut être sujet lui-même à composition.
- Un composant peut être isolé et remplacé par un autre composant ayant des fonctionnalités équivalentes. La plupart des composants devraient être **réutilisables**.

Architecture logique - Approche de résolution

- **De haut en bas**
  - D'abord, la structure générale du design est conçue.
  - Puis les éléments de plus bas niveau sont étudiés.
  - Finalement pour en arriver aux détails fins du design : le format des données & les algorithmes.

- **De bas en haut**
  - Identifier les éléments de bas niveau.
  - Prendre des décisions concernant la réutilisation.
  - Puis décider comment ces éléments seront assemblés pour créer des structures de plus haut niveau.

- **Un mélange de ces deux approches est normalement suivi:**
  - Une approche de haut en bas est nécessaire afin de garantir une bonne structure au système.
  - Une approche de bas en haut est utile afin de s'assurer que des composantes réutilisables soient concevable et réalisables.

Critères de qualité de la conception de l'architecture logique - Faible couplage 1/3

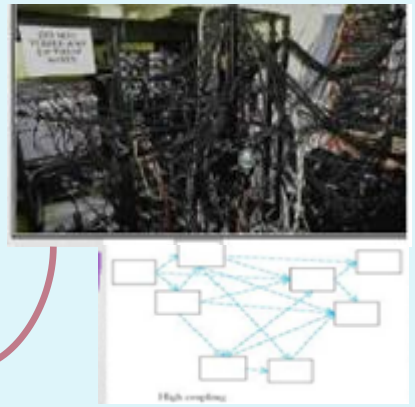
- ***Problème :*** *comment réduire l'impact des modifications?*

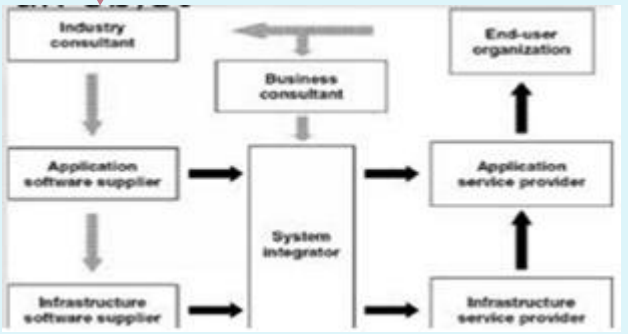
  ➡ **Affecter les responsabilités de sorte à éviter tout couplage inutile.**

- Le couplage est une mesure de degré auquel un élément est lié à un autre, en a connaissance ou en dépend.

- S'il y a couplage ou dépendance, l'objet dépendant peut être affecté par les modifications de celui dont il dépend.
  - Exemple : une sous-classe est fortement dépendante de sa super-classe.

- Un objet A faisant appel aux méthodes d'un objet B a un couplage aux services de B





Critères de qualité de la conception de l'architecture logique - Faible couplage 2/3

Exemple : Facturation

Dans un logiciel de gestion de vente, nous avons les classes suivantes :

- **Facture :** Contient un ensemble de produits facturés et est associée à un mode de paiement.
- **Paiement :** Décrit un mode de paiement (espèces, chèque, carte bancaire, à crédit).
- **Client :** Effectue les commandes.

On ajoute une méthode payer() à la classe Client. On étudie le couplage dans les deux cas suivants :

1. La méthode payer() créer une instance de Paiement et l'assigne à l'objet Facture.
2. La méthode payer() délègue l'action à la classe Facture qui crée une instance de Paiement et l'assigne.

Critères de qualité de la conception de l'architecture logique - Faible couplage 3/3

Le couplage et plus faible dans la deuxième cas car la méthode Payer() de la classe Client n'a pas besoin de savoir qu'il existe une classe Paiement, c'est-à-dire qu'elle ne dépend pas de l'existence ou non de cette classe

Critères de qualité de la conception de l'architecture logique - Forte cohésion

- Un système a une cohésion si:
  - ✓ Les éléments inter reliés sont groupés ensemble.
  - ✓ Les éléments indépendants sont dans des groupes distincts.

- Exemple :
  - Considérons la modélisation d'une classe Eléphant ayant des propriétés particulières (hauteur et température corporelle).
  - Ajouter des classes de type énumération relatives à l'hauteur et à la température.

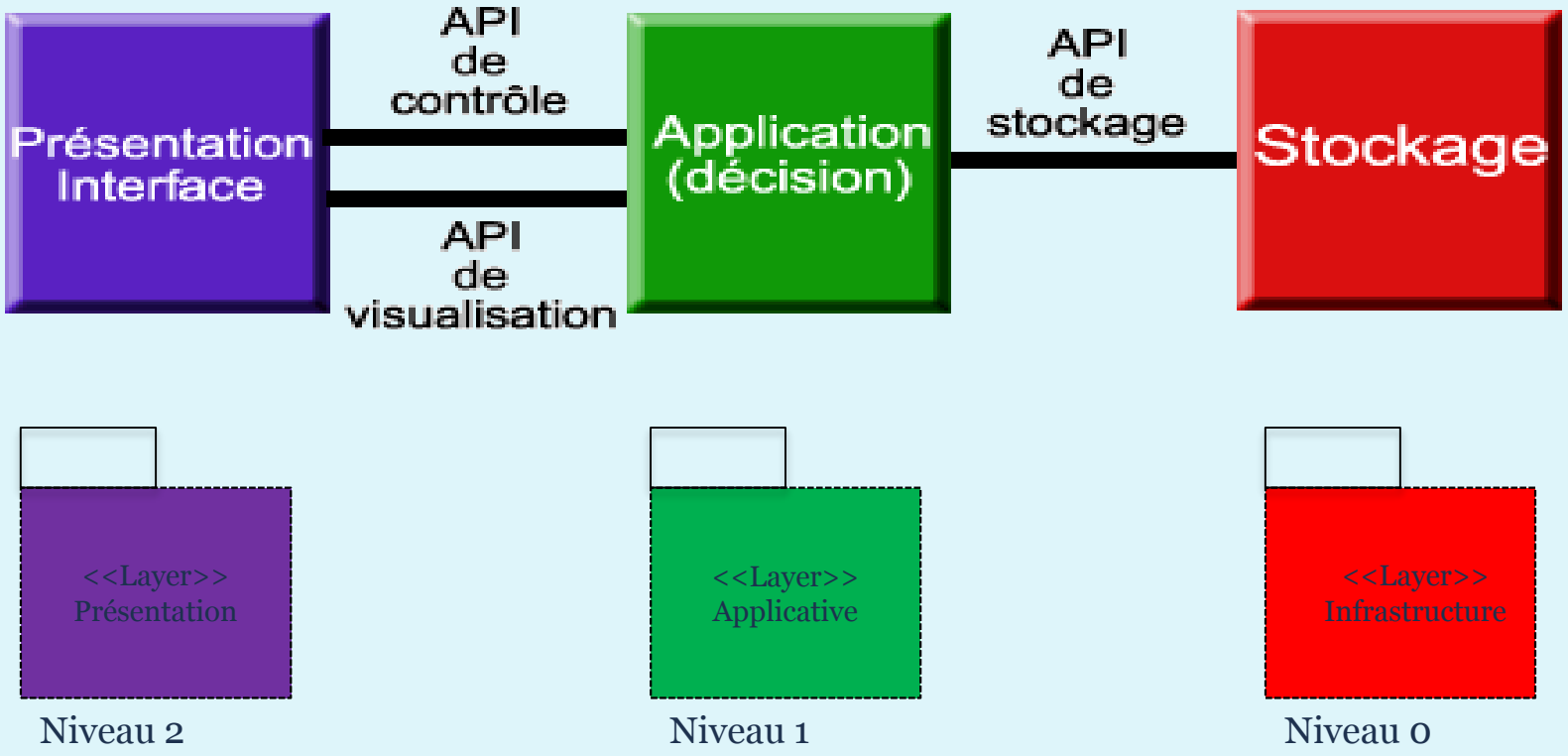
Architecture logique – Découpage en couches

- Modèles standards de structuration qui couvrent les types classiques d'application.

- Modèle de référence : modèle en couches :
  - S'applique aux applications munies d'une interface graphique manipulant des données persistantes.
  - Architecture logique en 3 couches.
  - Architecture logique en 5 couches.

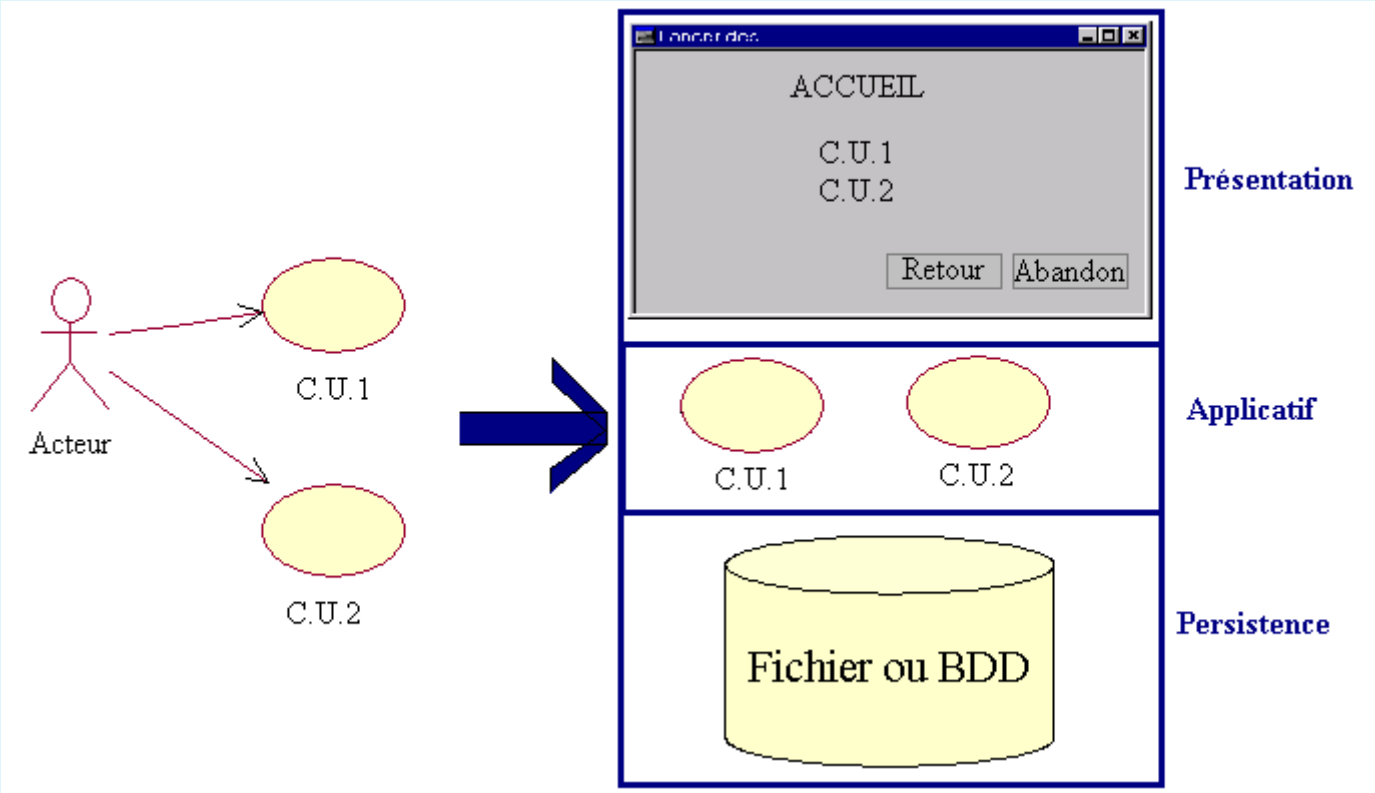
Découpage en couches – Modèle en 3 couches

3 couches de bases :



Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Exemple :



Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Principes :

Ce type d'architecture permet de faire évoluer distinctement l'IHM (couche présentation) et/ou le métier (couche applicative) et/ou la base de donnée (couche infrastructure) sans remettre en question les autres niveaux.

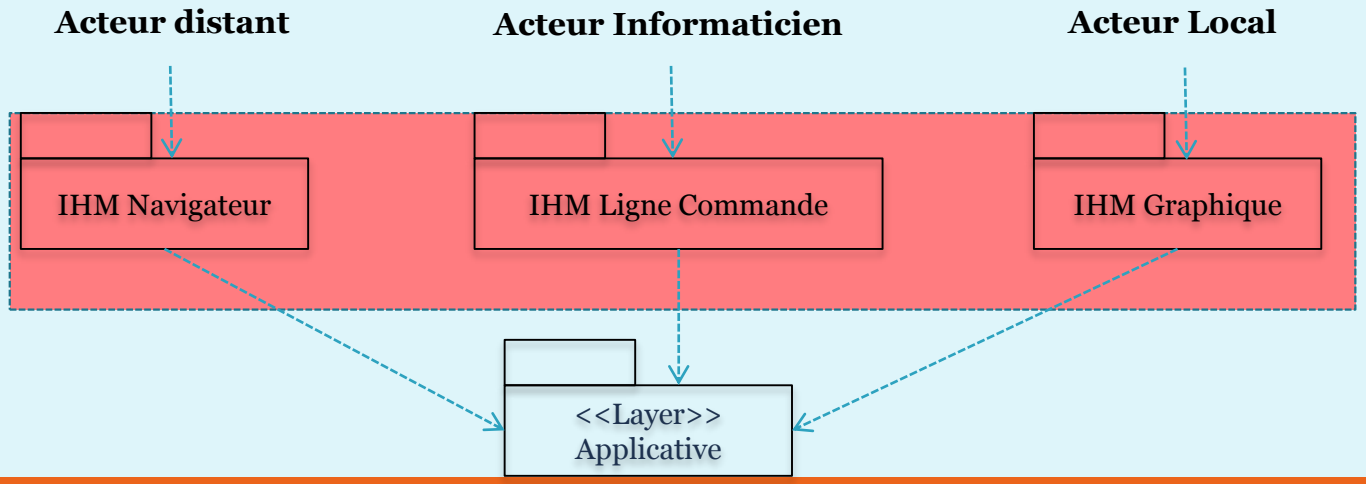
- L'architecture en 3 couches définit une dépendance bi-directionnelle entre « IHM » et « Metier »
- La « BDD » n'a aucune dépendance sur la couche « Metier » donc les modifications que nous apporterons la couche « Metier » n'auront pas d'impact sur « BDD ».

En revanche le package « BDD » devra répondre aux besoins de « Metier ».

Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Couche présentation :

  - Prend en charge les interactions entre l'utilisateur et le logiciel.
  - Permet de visualiser les informations.
  - Permet de traduire les commandes de l'utilisateur en actions sur les autres couches.
  - Une application peut avoir plusieurs présentations (incarnations) :
    - Une couche présentation basée sur **une interface graphique** (swing ou GTK)
    - Une couche présentation basée sur l'utilisation d'un **navigateur web** (html, jsp, php, etc.)
    - Une interface de **commandes en ligne.**
  - Chaque incarnation est contenu dans un paquetage indépendant.



Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Couche applicative :
  - Correspond à la partie fonctionnelle de l'application.
  - Décrit les opérations que l'application opère sur les données en fonction des requêtes des utilisateurs, effectuées au travers de la couche présentation.
  - Offre des services applicatifs et métiers à la couche présentation :
    - S'appuie sur les données de la couche inférieure.
    - Renvoie à la couche présentation les résultats qu'elle a calculés.

Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Couche infrastructure :
  - Ce niveau se compose de serveurs de bases de données.
  - Permet de stocker les informations et de les récupérer.
  - Conserve les données neutres et indépendantes de serveurs d'applications ou de la logique métier (couche applicative).
  - Elle peut être :
    - Des acteurs systèmes externes,
    - Des serveurs BD,
    - Des systèmes de messagerie, etc.

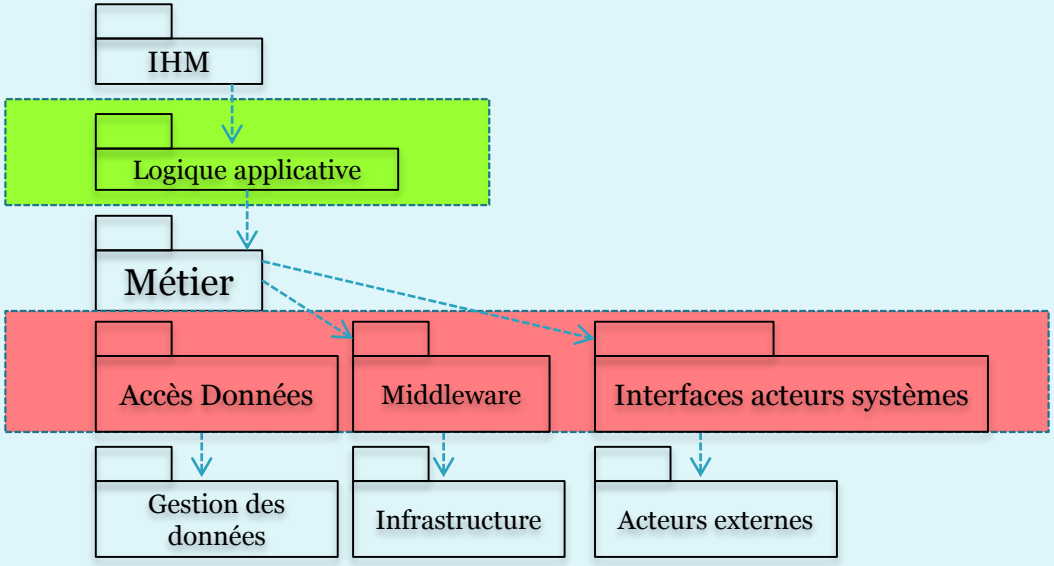
Découpage en couches – Modèle en 3 couches

- Découpage conforme à une démarche structurée par les cas d'utilisation.
- On peut s'occuper d'une couche sans savoir à connaitre le détail des autres couches.
- Minimise les indépendances entre couches.
- Favorise la standardisation (framework).
- Facilite la réutilisation et la substitution (couplage plus faible et mieux contrôlé).
- La sécurité peut être renforcée.

- Complexe.
- Plus d'exigence.
- Problèmes au niveau des performances.

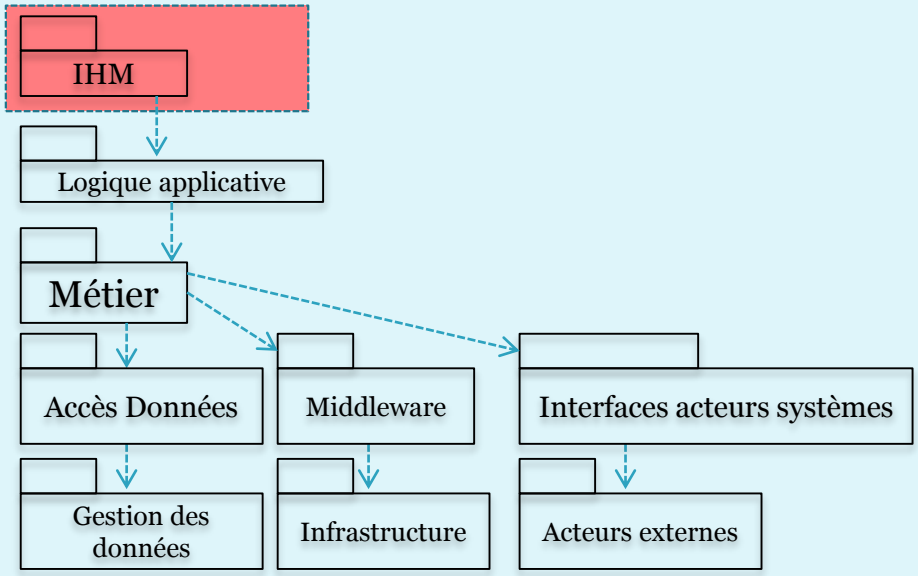
Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- Autres découpage en couches : Modèle en 5 couches
  - Modèle en 3 couches + couches intermédiaires : logique applicative + accès données.
  - Objectifs :
    - Réduire la complexité.
    - Faciliter la réutilisation et la substitution.



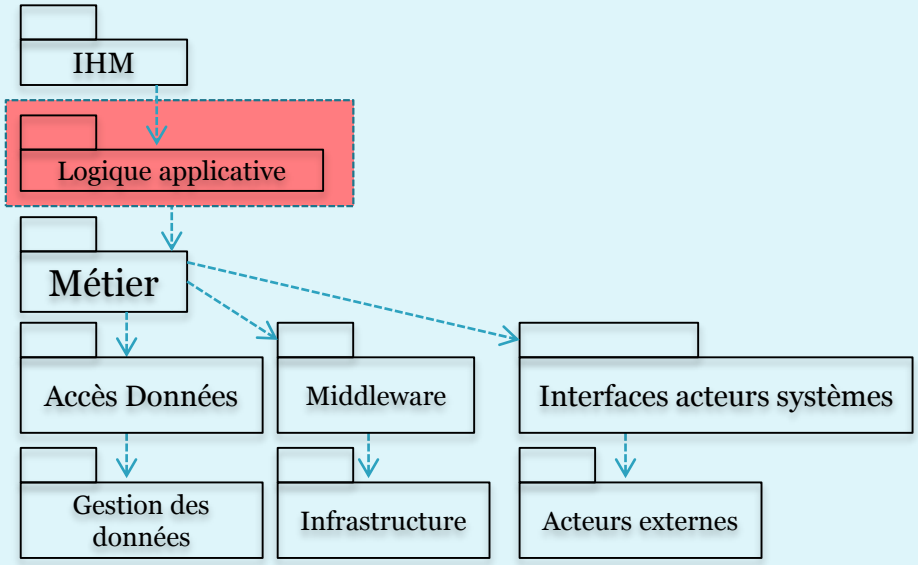
Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- La couche IHM (Présentation) : Gérer le dialogue Humain-machine :
  - Capter, sous forme d'évènements, les requêtes provenant de l'utilisateur (clavier, souris, voix, etc.)
  - Retranscrire ces évènements sous forme d'envoi de message à destination de la couche applicative.
  - Récupérer la réponse et afficher les résultats.



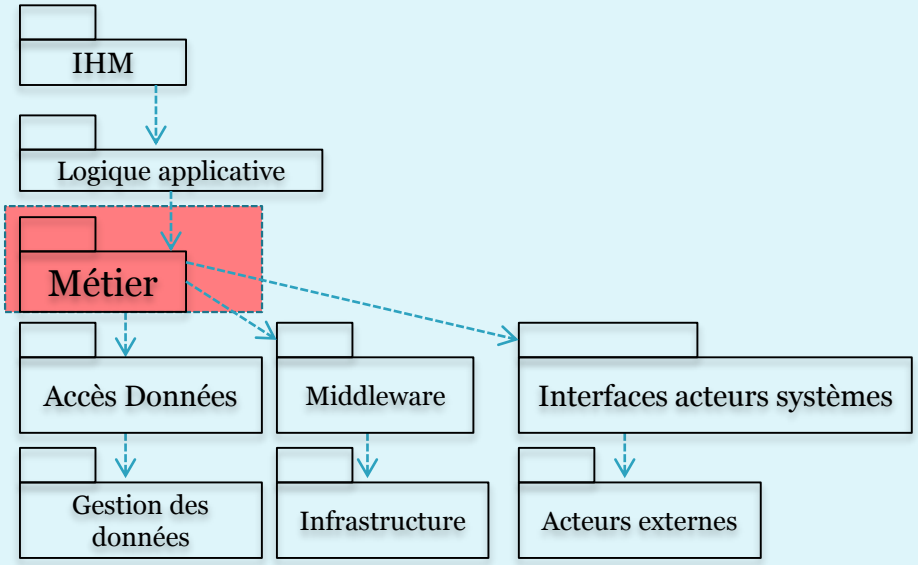
Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- La couche Applicative : Implémenter les services (cas d'utilisation) demandés par l'utilisateur.
  - Utilise les services métier (propres au domaine de l'application, couche inférieure).
  - Utilise les services techniques (authentification, autorisation, etc.).
  - Sollicitée la plupart du temps par l'IHM.
  - Moyennement réutilisable



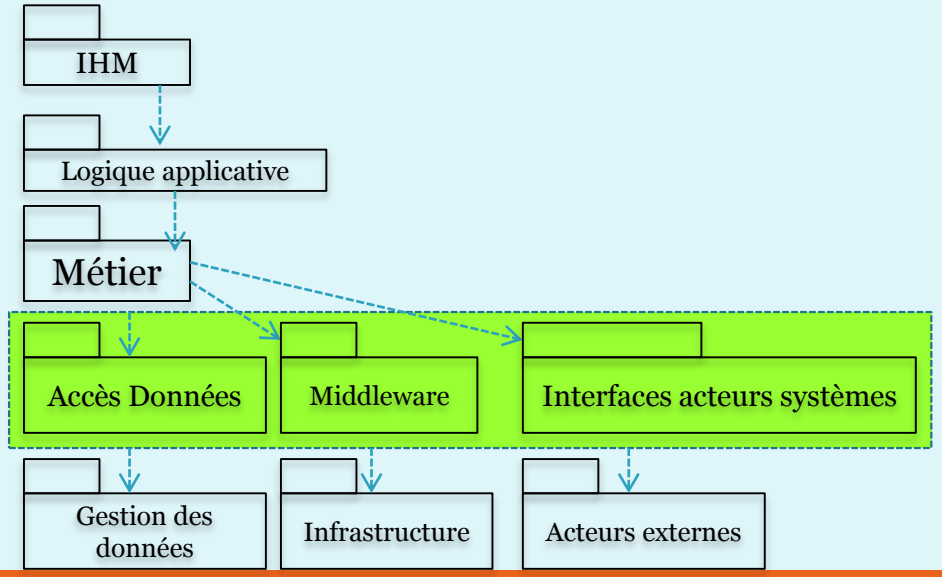
Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- La couche Métier : Implémenter les services atomiques métiers propres au domaine et réutilisables par les applications.
  - Permet de capitaliser le savoir faire de la structure en matière de règles métiers, de règles de gestion et de contrôle de cohérence.
  - Sollicitée par la couche applicative.
  - Potentiellement réutilisable.



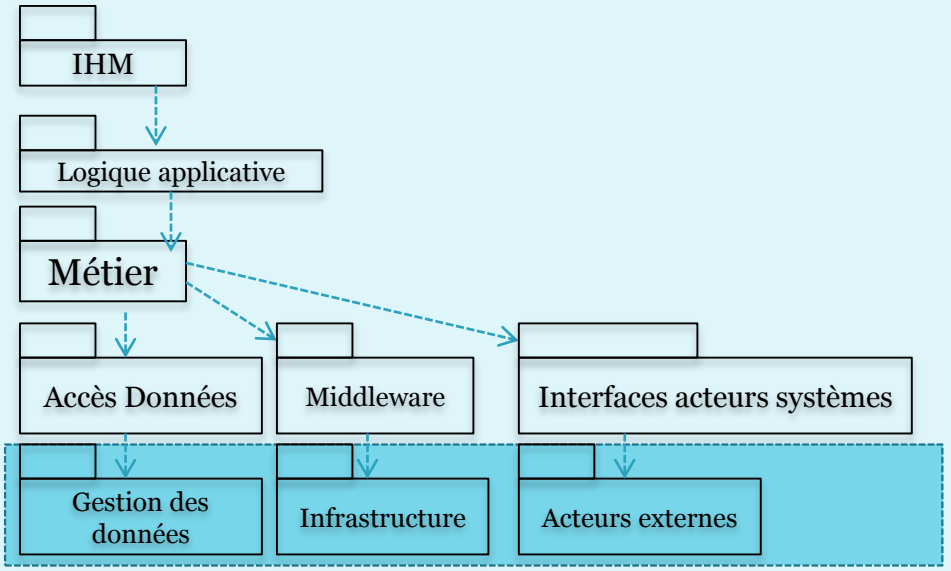
Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- La couche d'accès aux données : consiste en la partie gérant l'accès aux données du système.
  - Ces données peuvent être propres au système, ou gérées par un autre système.
  - La couche métier n'a pas à s'adapter à ces deux cas, ils sont transparents pour elle, et elle accède aux données de manière uniforme.
  - Permet d'éviter un couplage trop fort entre le modèle Objet et le modèle Physique des données.



Découpage en couches – Modèle en 5 couches

- La couche de gestion des données : Stocker les données de manière persistante.
  - Exemples :
    - Base de données relationnelle, SGBD/R.
    - Base de données Objet.
    - Fichiers.

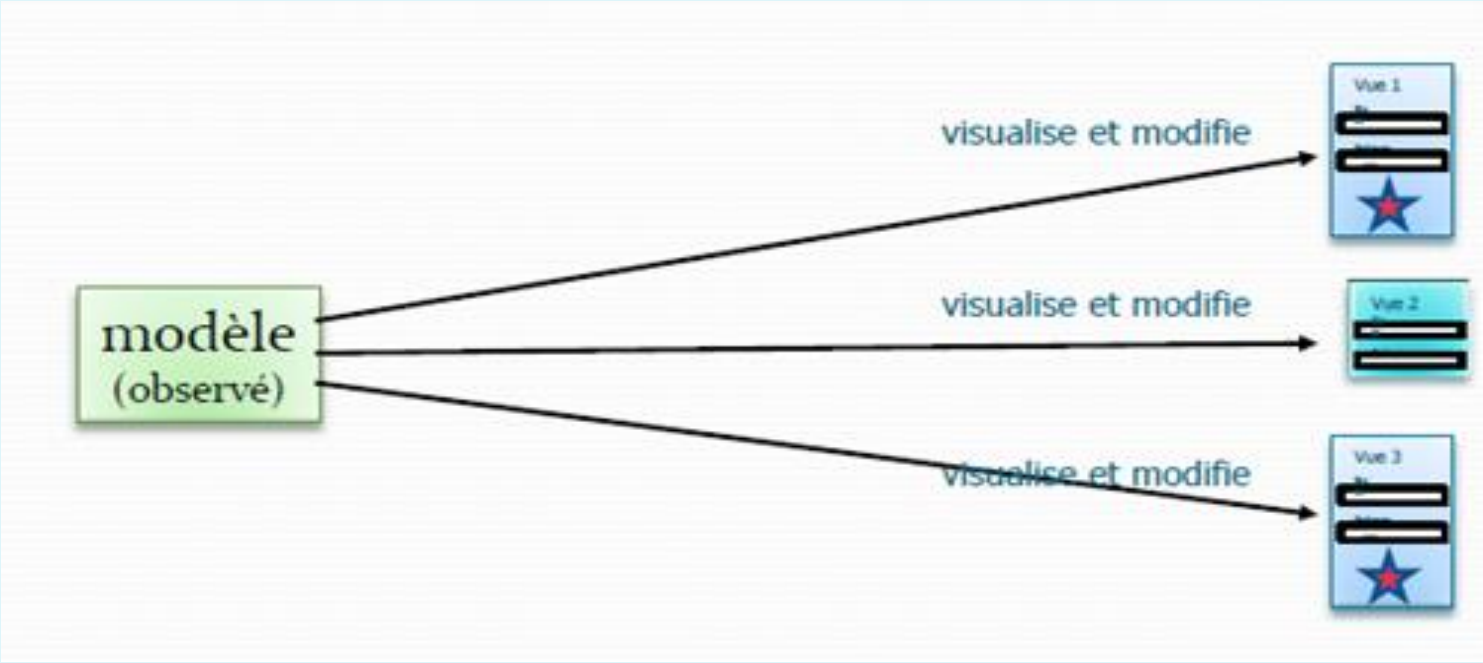


Exemple : Architecture logique en couches: Système d'information orienté web

Nom du niveau	Responsabilité	Technologie d'implémentation
Présentation	Affichage interface utilisateur	JSP/ASP/PHP/HTML/DHTML/EcmaScript,Flash
Application	Flux cas d'utilisation UI, validation, interaction avec les services	Servlets, Script CGI
Services	Contrôle transactionnel, logique métier/flux procédural, comportement façade	Composant de session : Bean Session, Web Service
Domaine	Modèle du domaine, logique domaine/métier, validation sémantique	Composant d'entité : Bean entité, simple objet, SDO
Persistance	Stockage persistant de l'état des objets du domaine	O/R mappers, BDDOO, EJB CMP/BMP, JDO

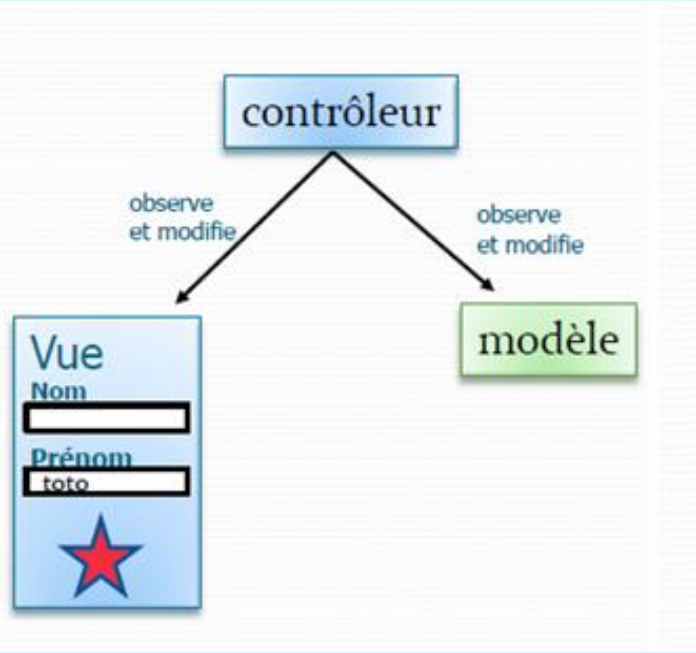
Exemple de patron d'architecture : MVC

- Problème :
  - Un modèle (=un ensemble de données) peut être visualisé à l'aide de différentes vues.
  - Le modèle peut être modifié à partir de n'importe laquelle de ces vues.
  - Quand le modèle est modifié, toutes les vues doivent être rafraichies.



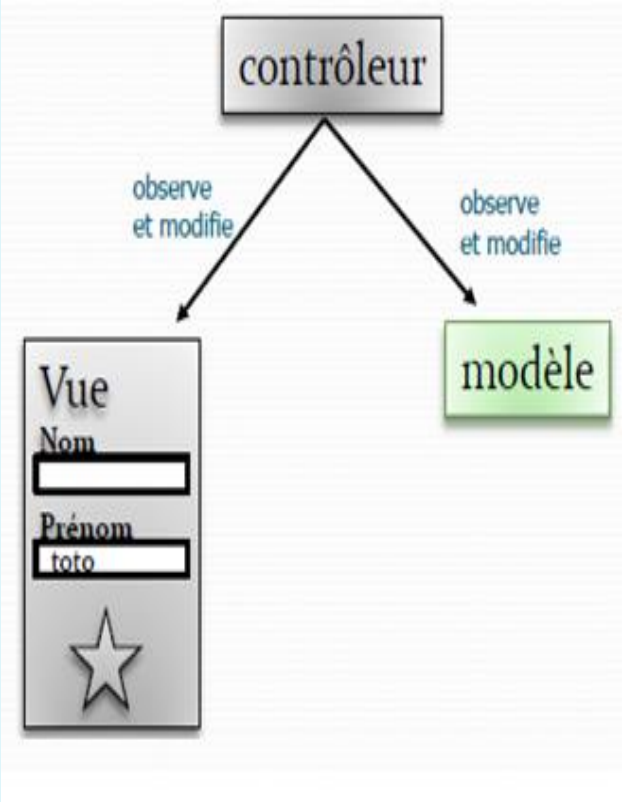
Exemple de patron d'architecture : MVC

- Solution :
  - On utilise 3 entités :
    - Modèle-contient les données à afficher
    - Vue- fait l'affichage
    - Contrôleur-coordonne les deux
  - MVC : le plus connu des patrons d'architecture.
  - Utilise le patron de conception observateur-observé.



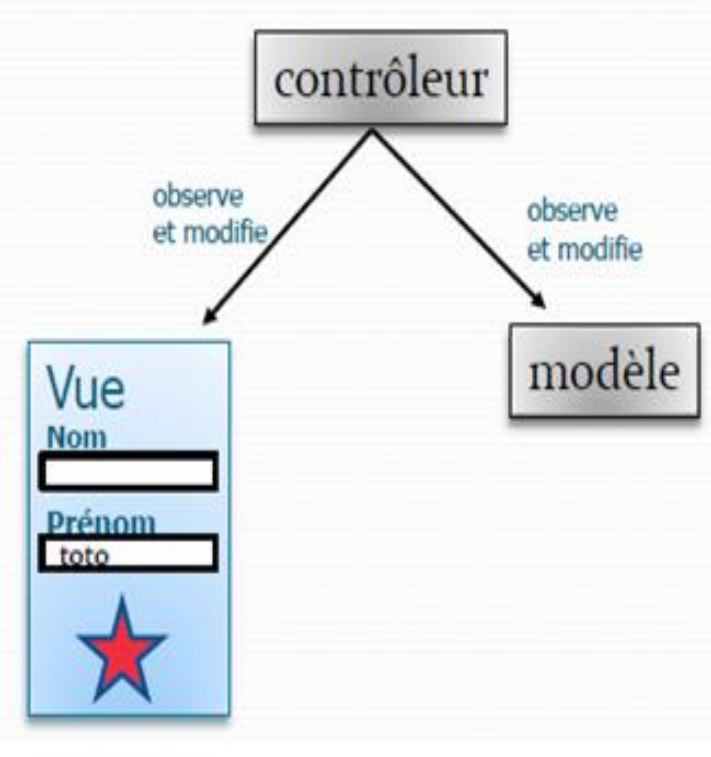
Exemple de patron d'architecture : MVC

- Le Modèle :
  - Contient les données à afficher et à modifier.
  - Définit la logique de manipulation de ces données.
  - Envoie des événements quand les données sont modifiées.
  - Ne connait ni la vue ni l'API du contrôleur :
    - Le contrôleur et la vue sont des observateurs,
    - Le modèle est l'observé.



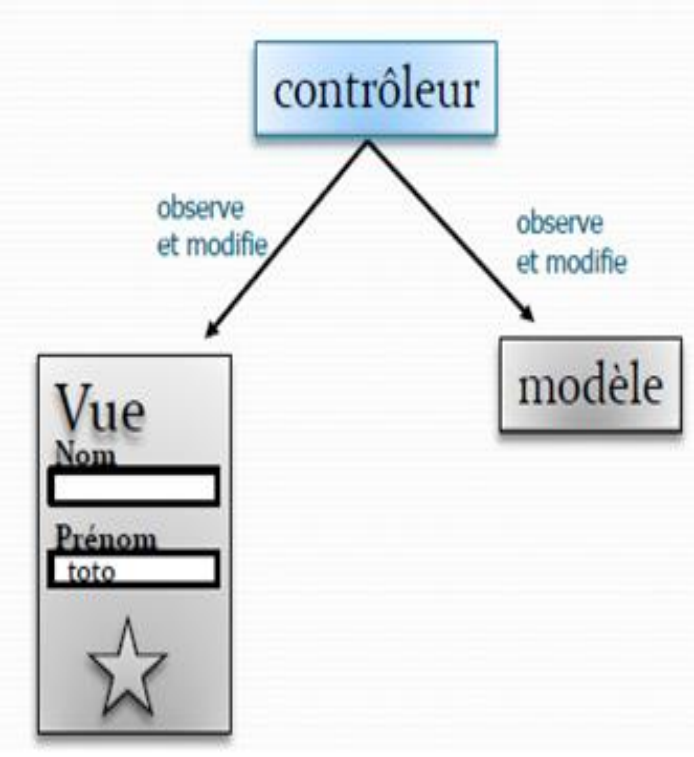
Exemple de patron d'architecture : MVC

- La Vue :
  - Est chargée de l'affichage à l'écran.
  - Envoie des événements correspondants aux actions de l'utilisateur (click, survol, sélection, etc.)
  - Ne connait ni l'API du contrôleur, ni le modèle.



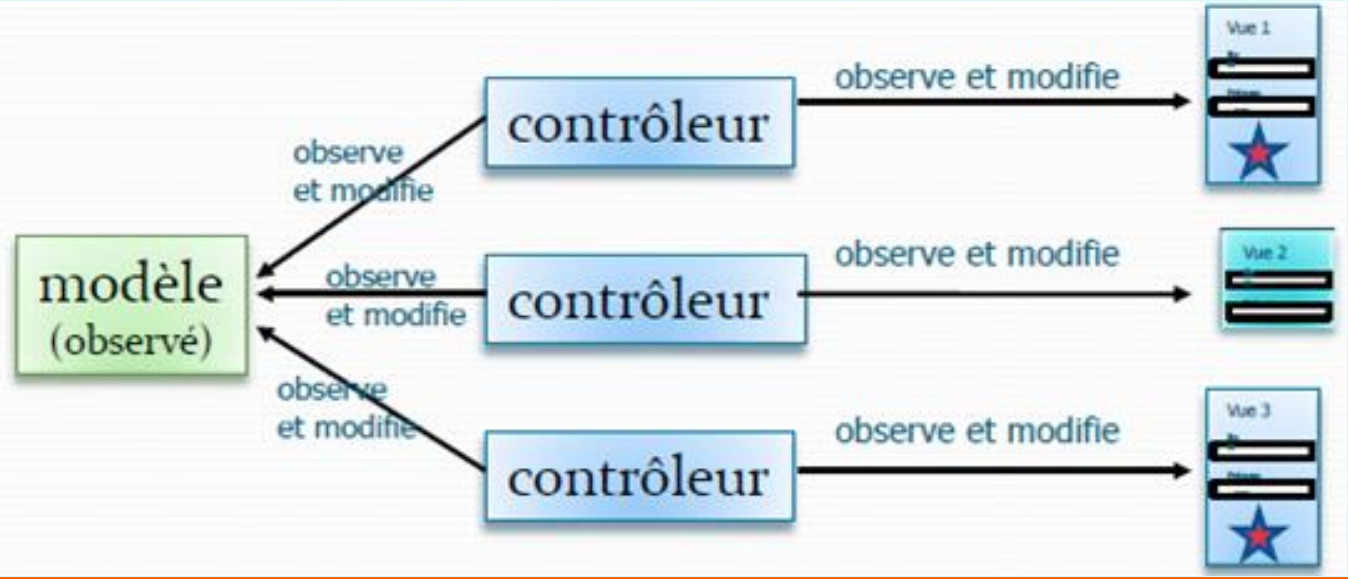
Exemple de patron d'architecture : MVC

- Le contrôleur :
  - Assure l'interaction entre données et vue.
  - Connait la vue et le modèle.
  - Observe le modèle, modifie la vue en conséquence.
  - Observe la vue, modifie le modèle en conséquence.



Exemple de patron d'architecture : MVC

- Avantages du MVC :
  - Il peut y avoir plusieurs vues sur le même modèle
  - Plusieurs contrôleurs peuvent modifier le même modèle.
  - Toutes les vues seront notifiées des modifications.



Frameworks / Patrons

- La normalisation des architectures est grandement facilitée par l'utilisation de Canevas (Framework) et de Patrons (Patterns).
  - Ils favorisent:
    - La réutilisation
    - La capitalisation d'expérience.

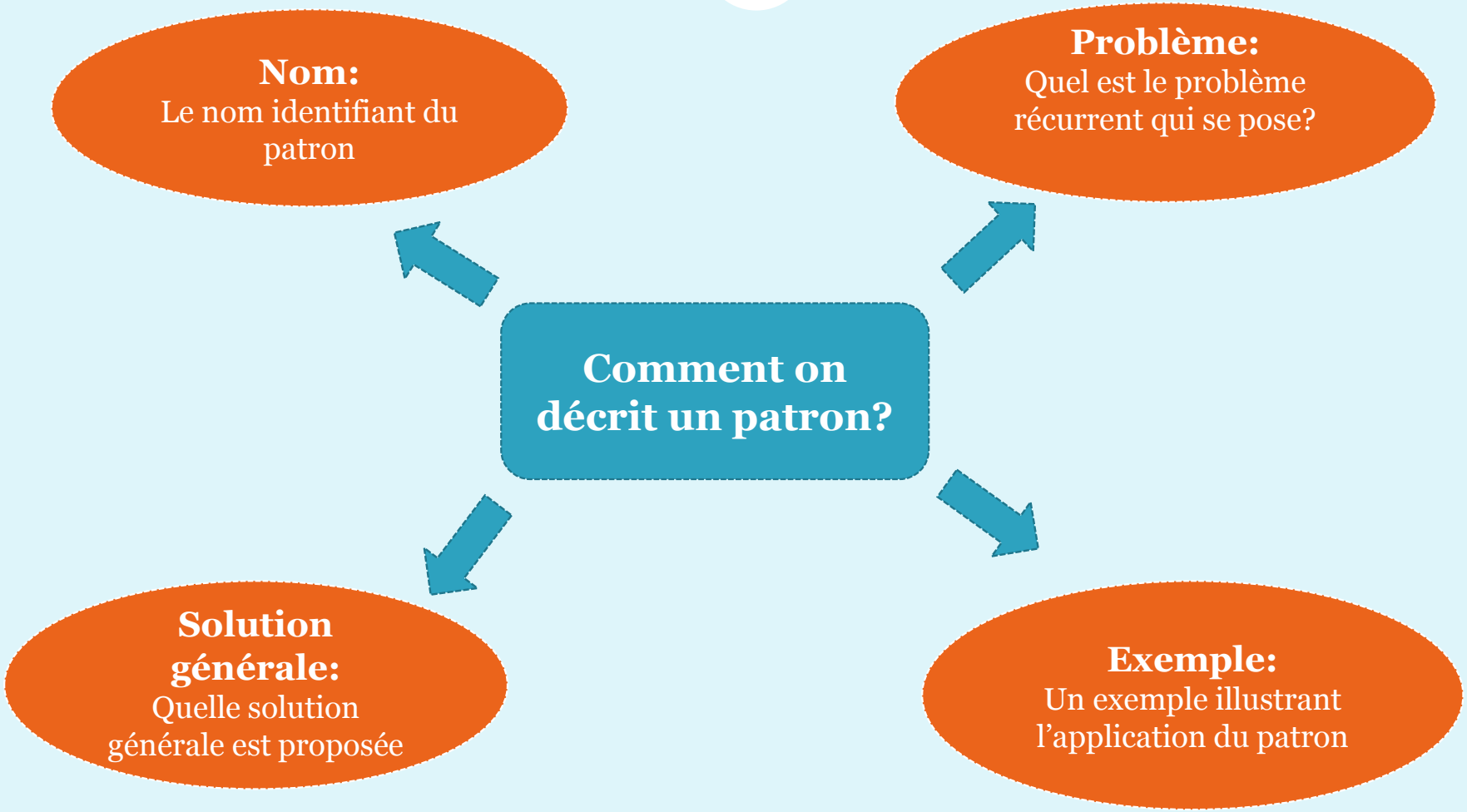
Frameworks

- Framework (ou canevas) :
  - C'est un squelette qui peut être utilisé ou adapté pour une famille d'applications.
  - Il met en œuvre un modèle.
  - Il comprend un ensemble de classes, souvent abstraites
    - À adapter à des environnements ou contraintes spécifiques.
  - Est plus orienté implémentation que les patrons.
  - Se situe au niveau des composants:
    - Fichier source, exécutable, fichier XML, répertoires, etc.
    - Par comparaison, le patron se situe au niveau du concept.
  - Un Framework utilise des patrons
  - Exemple de frameworks :
    - J2EE, Spring, Struts, GEF, etc.

Patrons

- Patrons (Patterns) :
  - Solution générique à un problème(générique).
  - Solution éprouvée.
  - Permet de capitaliser sa propre expérience et celle des autres.
  - L'utilisation de patrons renforce l'abstraction.
    - Le patron fournit une solution à un problème (abstrait) indépendant du domaine.
  - Il existe différents types de patrons :
    - Les patrons d'analyse.
      - Fournissent des solutions réutilisables pour les étapes d'analyse.
    - Les patrons architecturaux.
      - Exp. : MVC (Model View Controller).
    - Les patrons de conception (Design Pattern).
      - Exp. : Singleton, Observer, Factory, etc.

Patrons

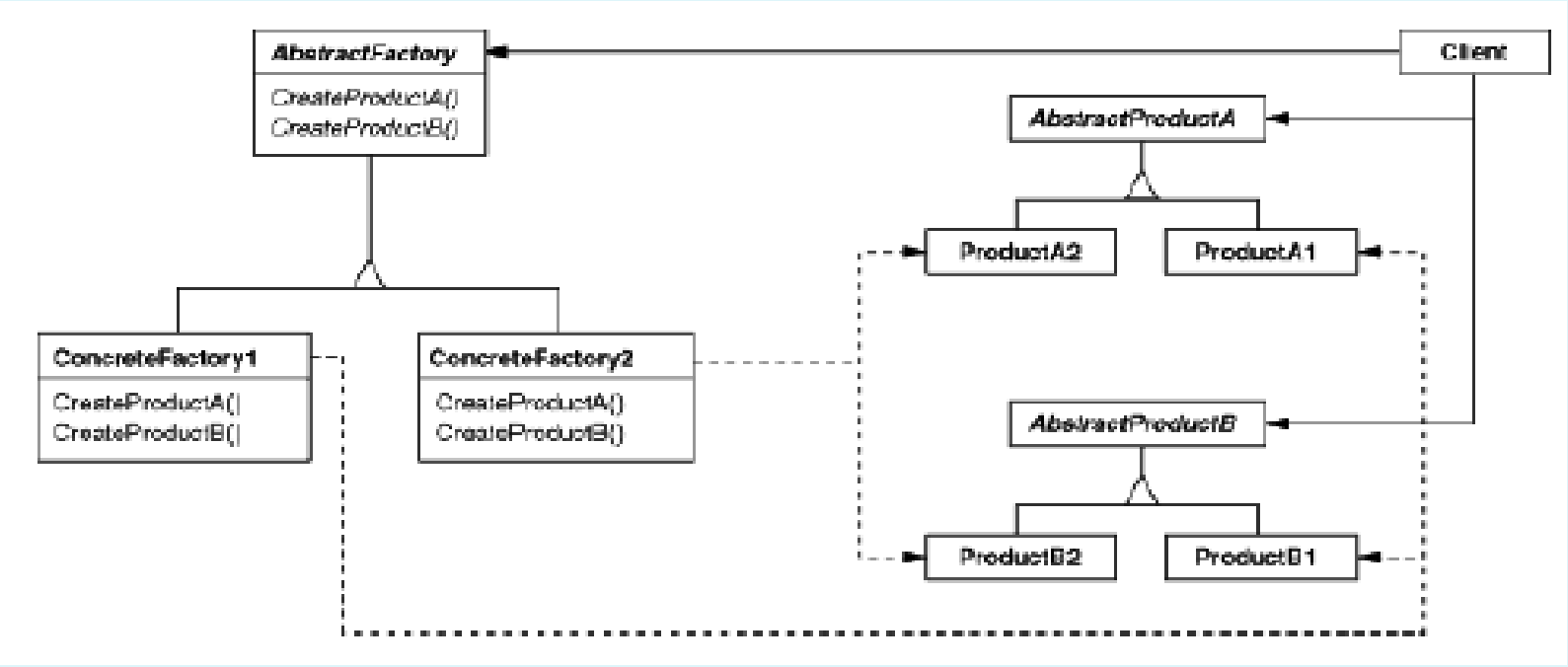

Nom:
Le nom identifiant du patron
Problème:
Quel est le problème récurrent qui se pose?
Comment on décrit un patron?
Solution générale:
Quelle solution générale est proposée
Exemple:
Un exemple illustrant l'application du patron

Exemple 1 de design pattern de création

- **Abstract Factory :**
  - Une super-fabrique permettant de créer d'autres fabriques.
  - Création des fabriques à travers une interface.
  - Les objets d'une fabrique sont créés sans avoir à expliciter leurs classes.

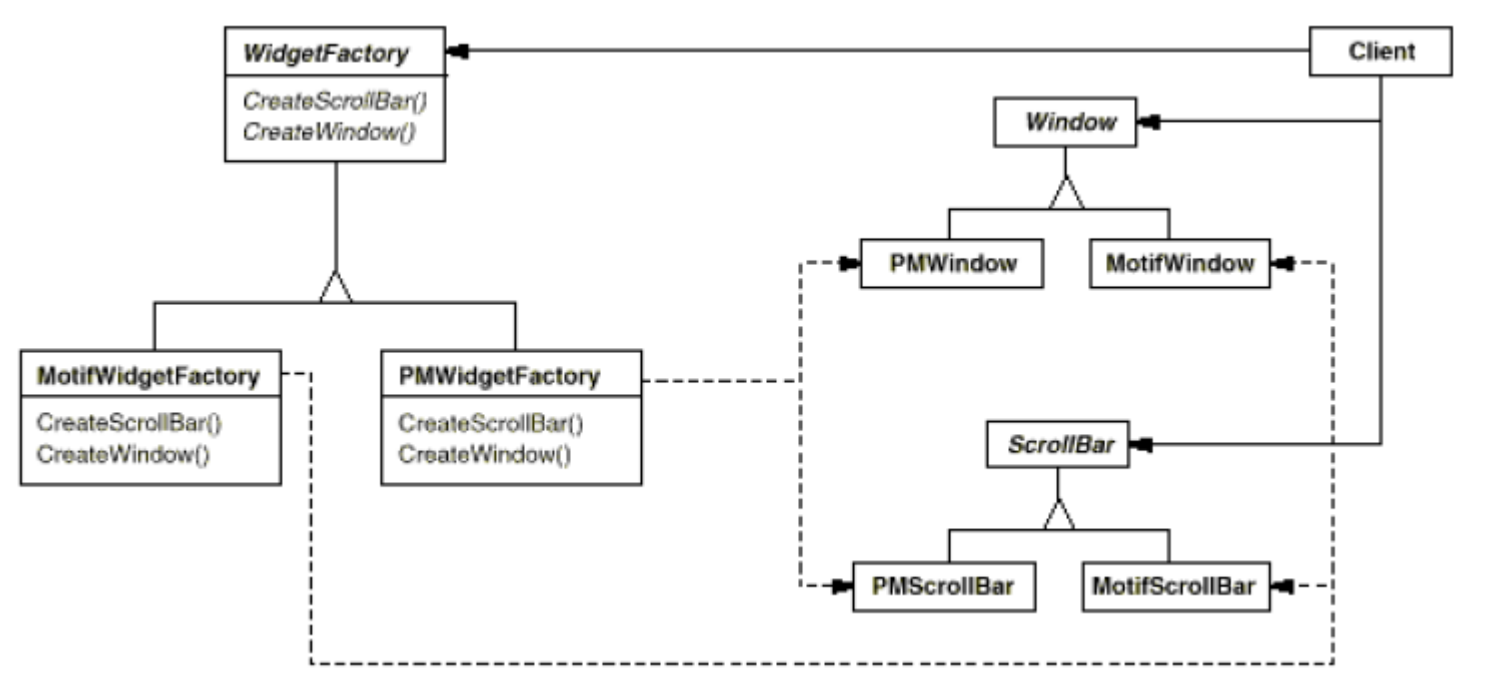
Exemple 1 de design pattern de création

- **Structure de Abstract Factory :**



Exemple 1 de design pattern de création

- **Exemple avec Abstract Factory :**

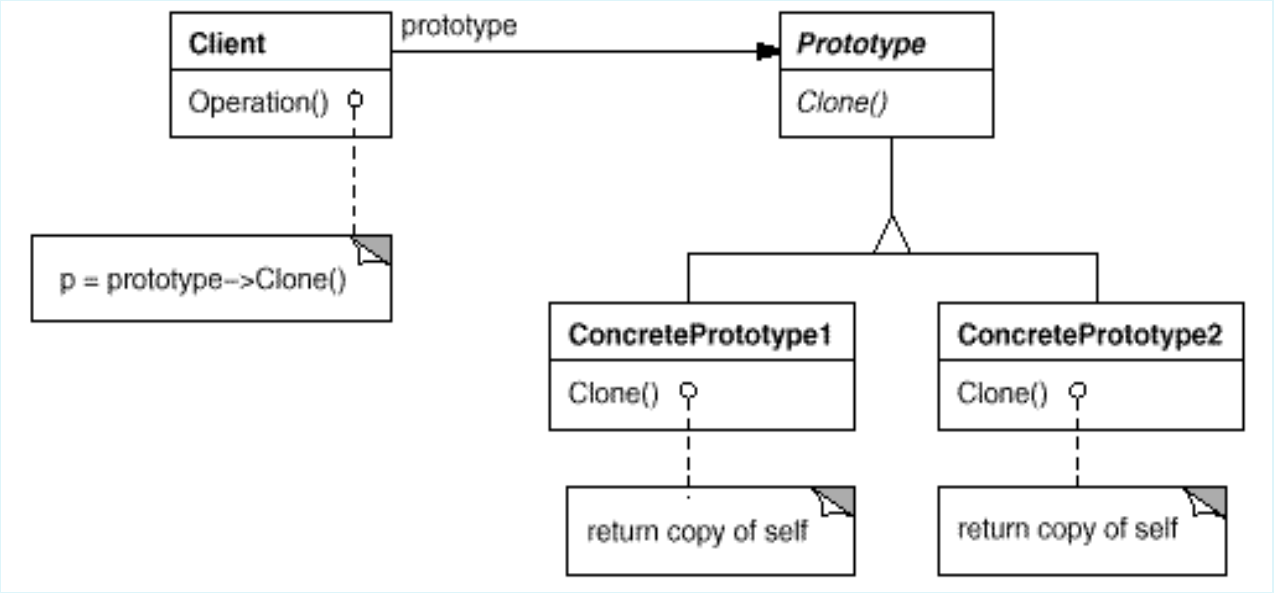


Exemple 2 de design pattern de création

- **Prototype :**
  - Spécifie les types d'objets à créer en utilisant un prototype.
  - Créer de nouveaux objets en copiant le prototype (clonage).
  - Fournir de nouveaux objets par la **copie d'un exemple** plutôt que de produire de nouvelles instances non initialisées d'une classe.

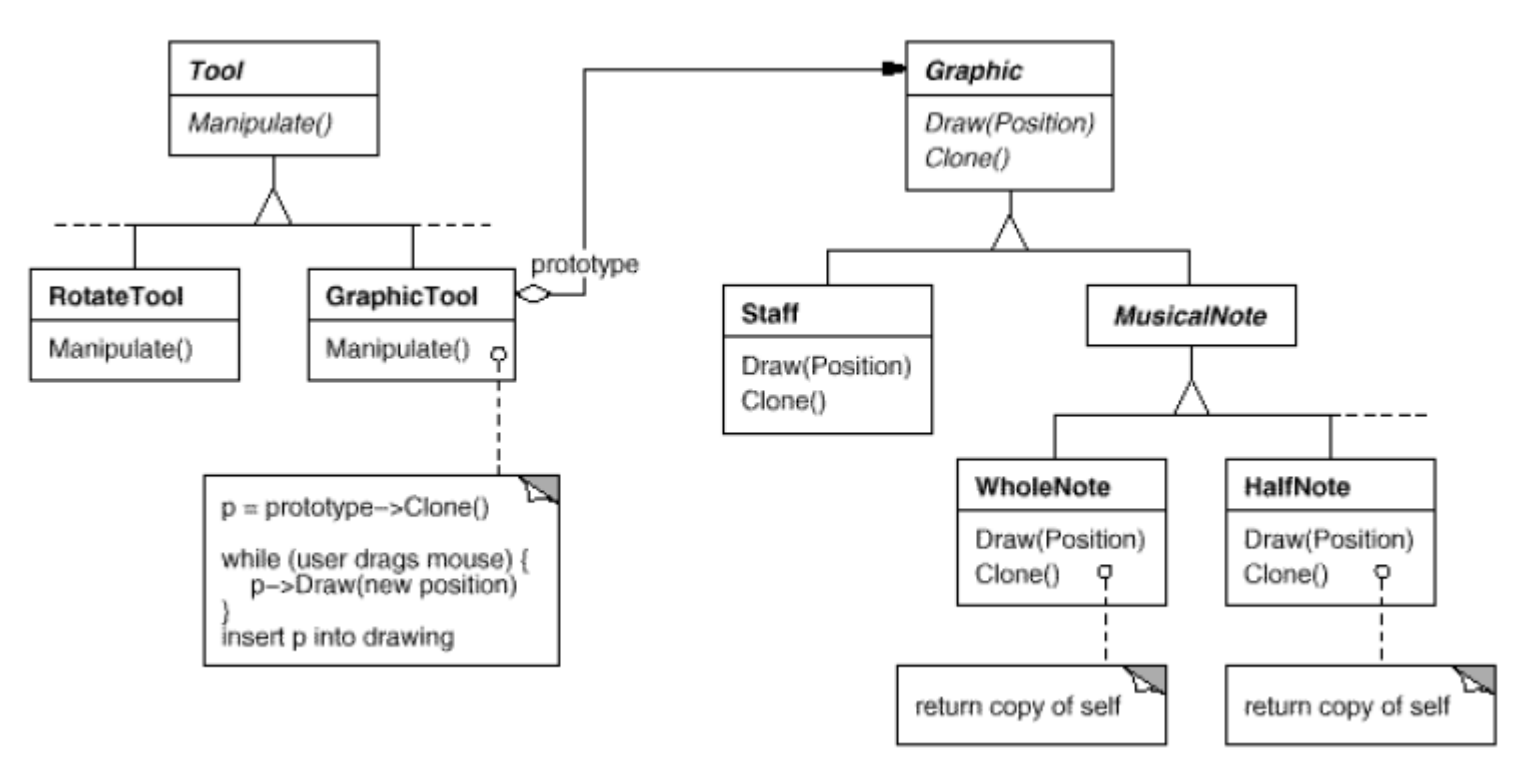
Exemple 2 de design pattern de création

- **Structure du prototype :**



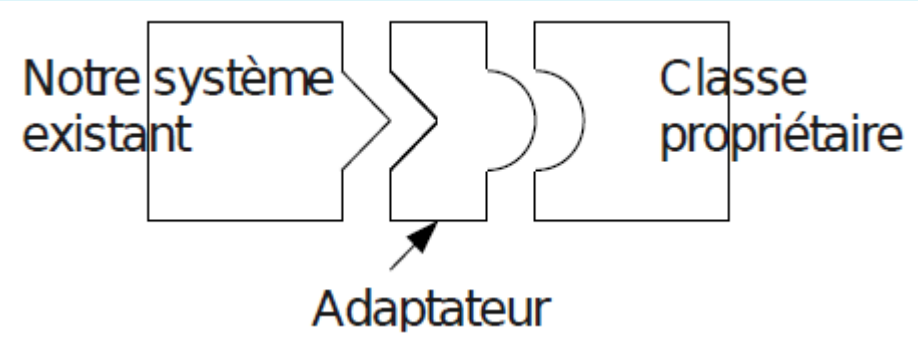
Exemples de design pattern de création

- **Exemple avec Prototype :**



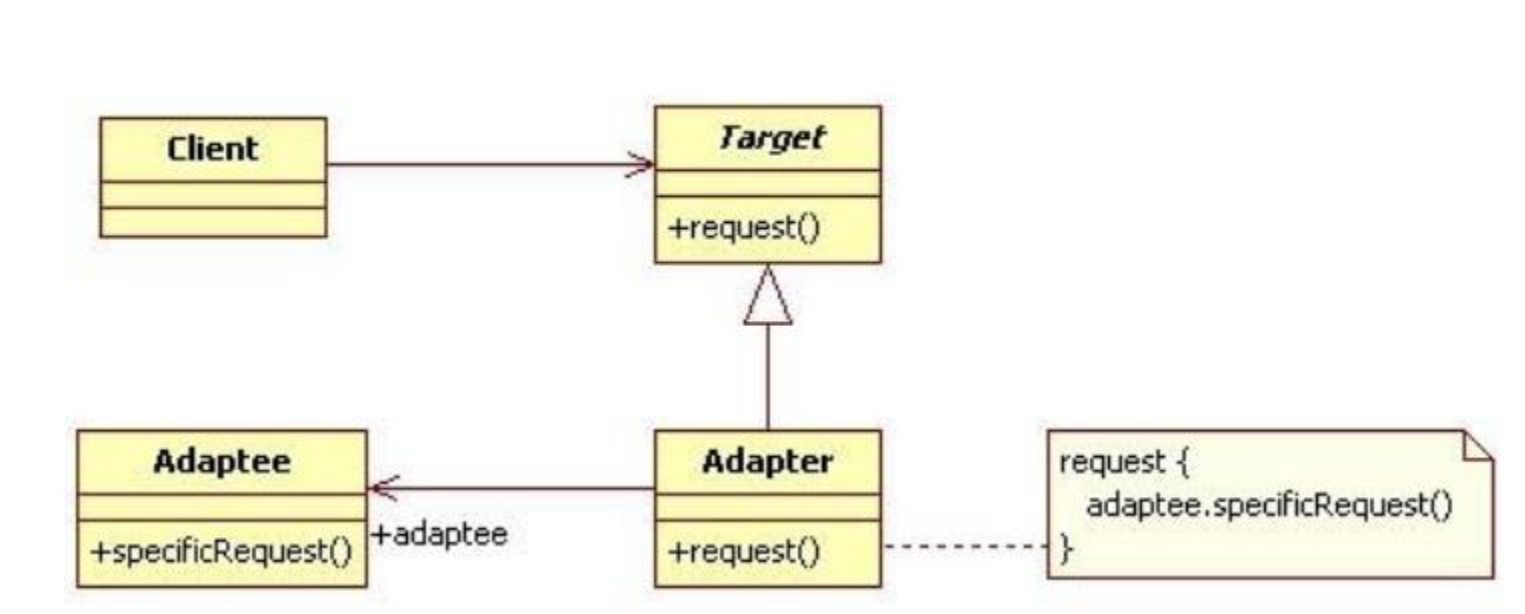
Exemple 1 de design pattern de structure

- **Adapter :**
  - Permet de faire le pont entre deux interfaces incompatibles.
  - Jointure des fonctionnalités de différentes interfaces (indépendantes ou incompatibles) à travers une seule classe.
  - Encapsuler un ensemble de fonctions sous la même implémentation (wrapping/emballage).



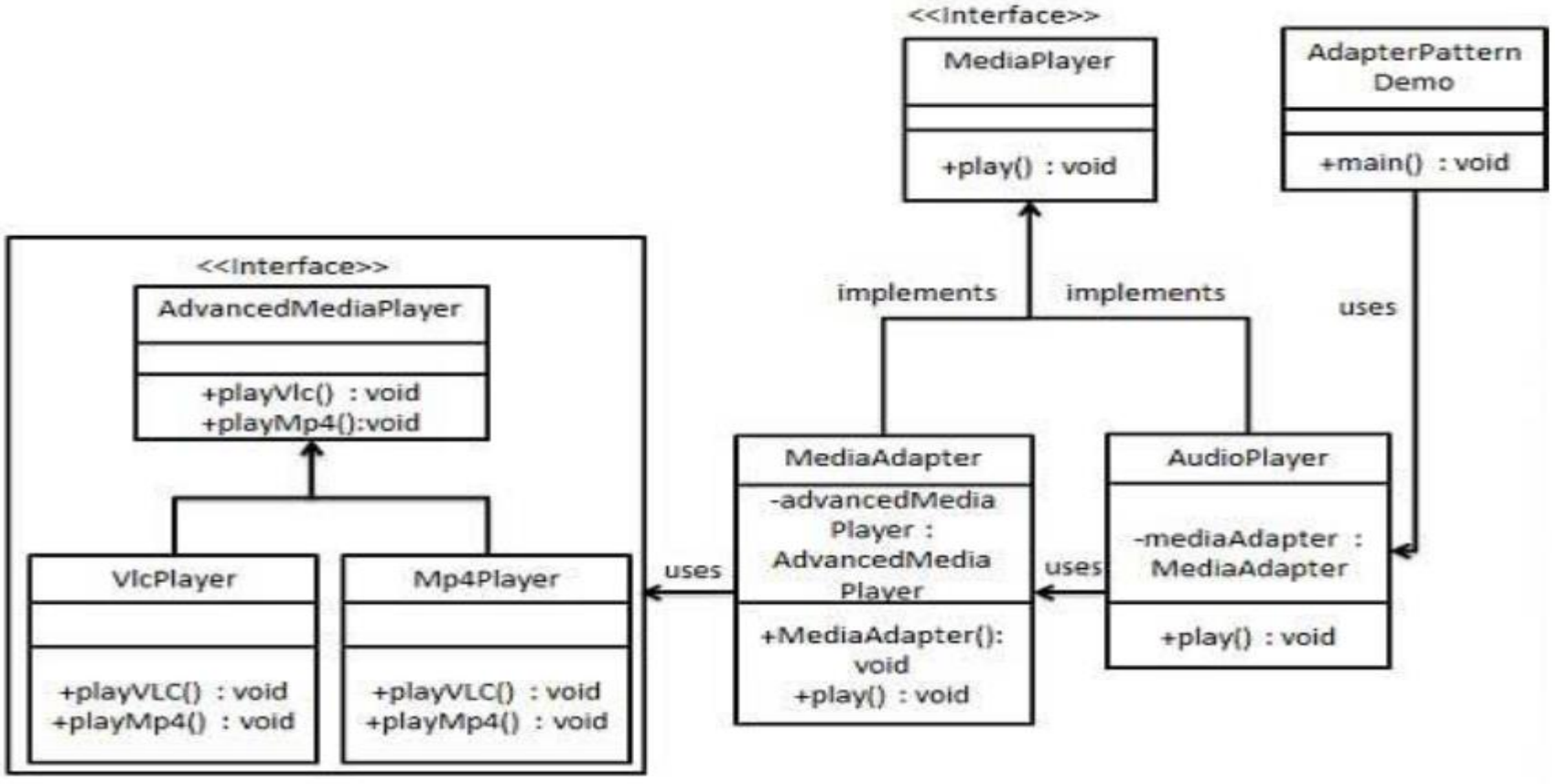
Exemple 1 de design pattern de structure

- **Structure de Adapter :**



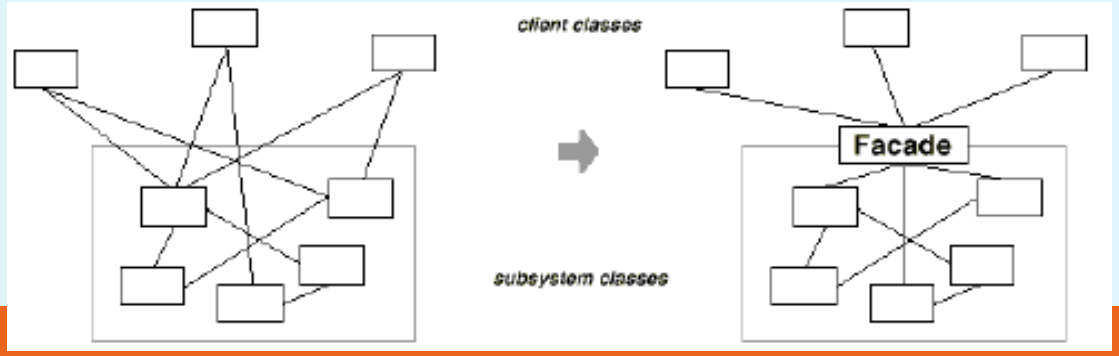
Exemple 1 de design pattern de structure

- **Exemple avec Adapter :**



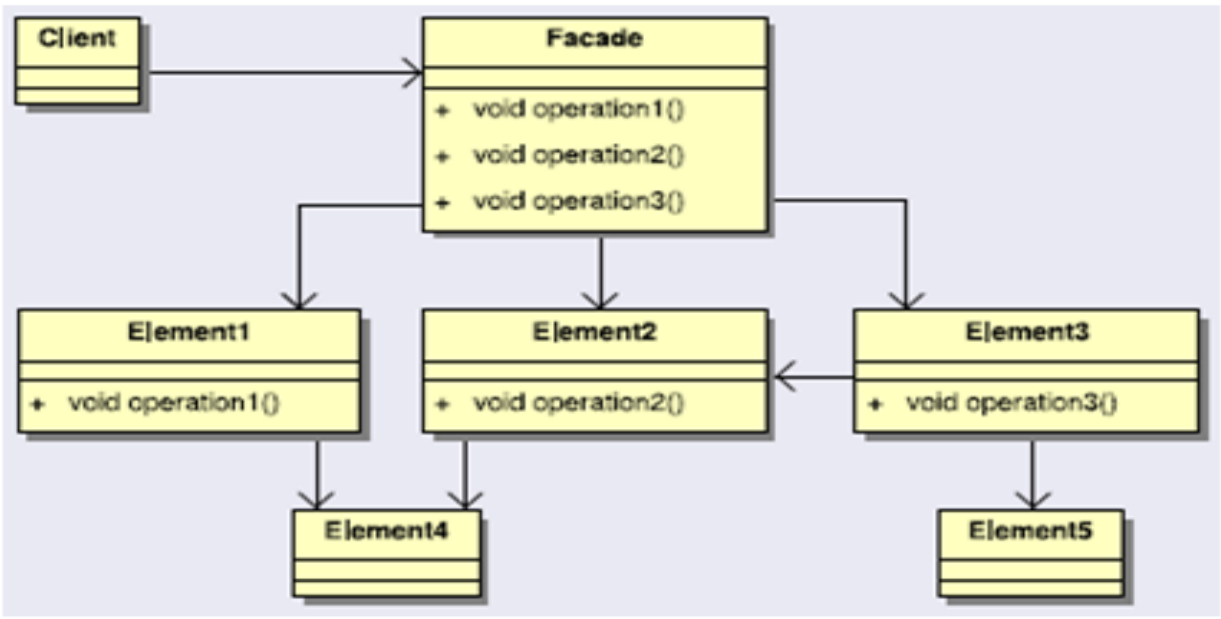
Exemple 2 de design pattern de structure

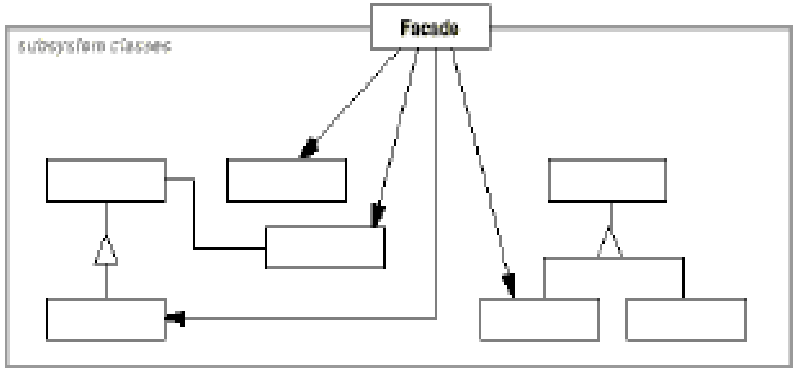
- **Façade :**
  - Cacher la complexité d'un système.
  - Minimiser les communications et les dépendances entre sous-systèmes.
  - Fournir une interface au client à travers laquelle il pourra accéder au système.
  - Fournir au client des méthodes simples à travers une classe unique.
  - Déléguer les appels aux méthodes des classes du système.



Exemple 2 de design pattern de structure

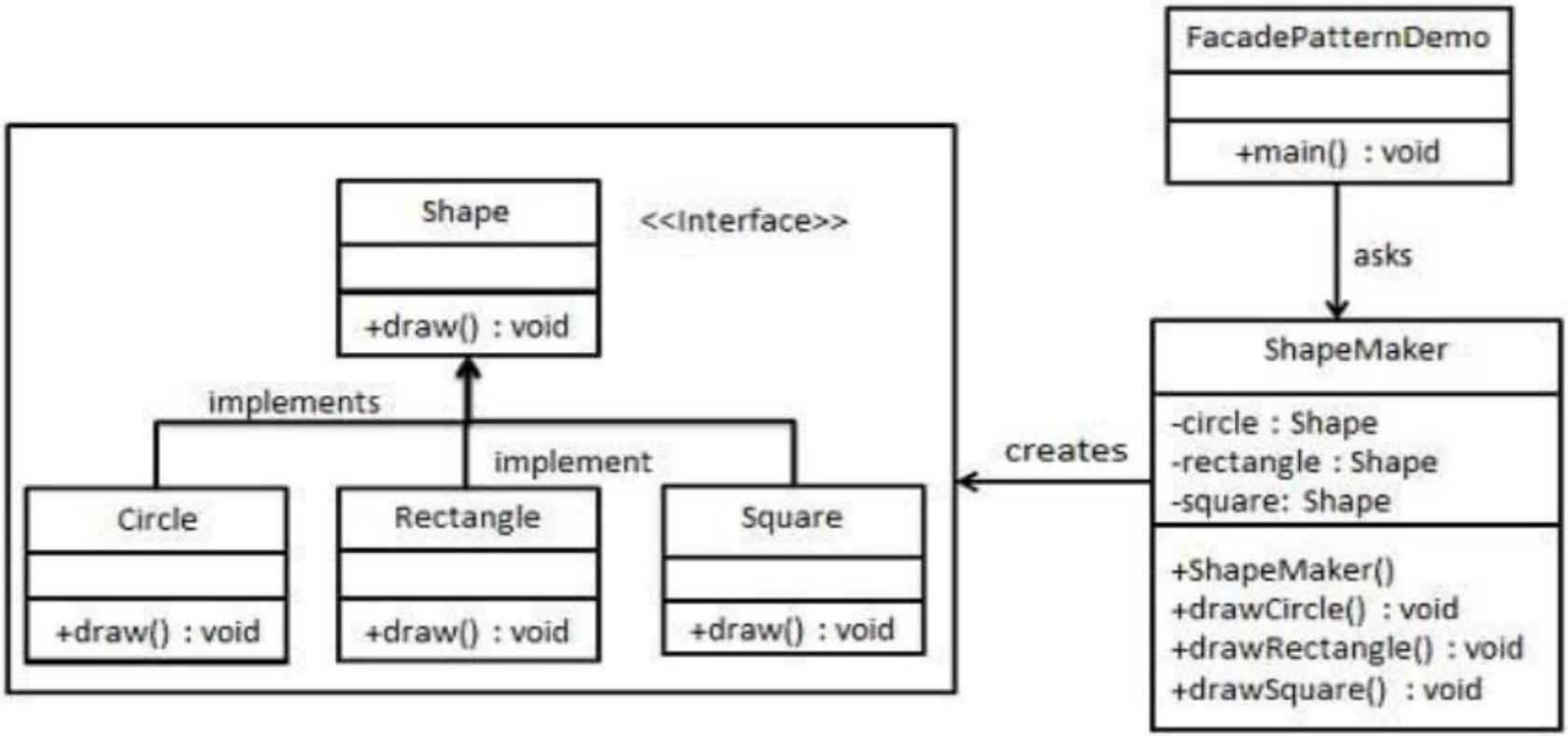
- **Structure de Façade :**





Exemple 2 de design pattern de structure

- **Exemple avec Façade :**

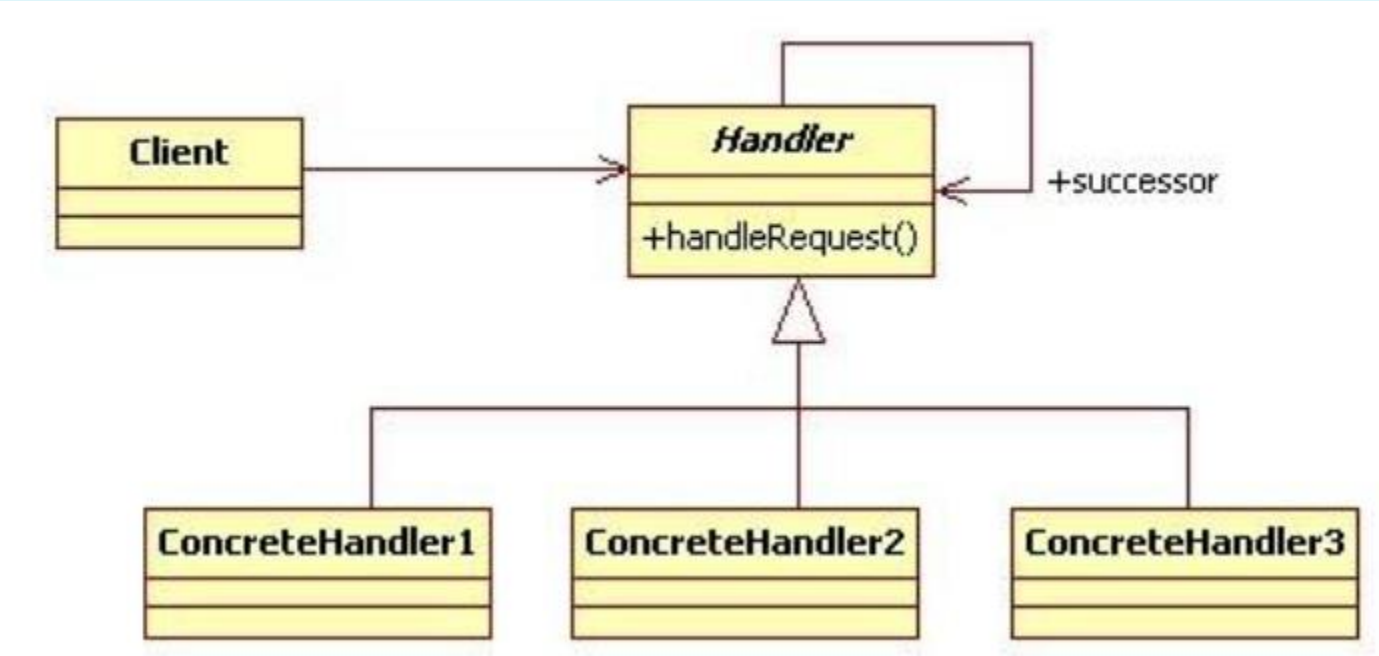


Exemple 1 de design pattern de comportement

- **Chain of Responsibility :**
  - Créer une chaine d'objets receveurs pour une requête donnée.
  - Chaque receveur contient une référence à un autre receveur.
  - Si un objet ne peut pas traiter une requête, il la fait passer au receveur suivant et ainsi de suite.

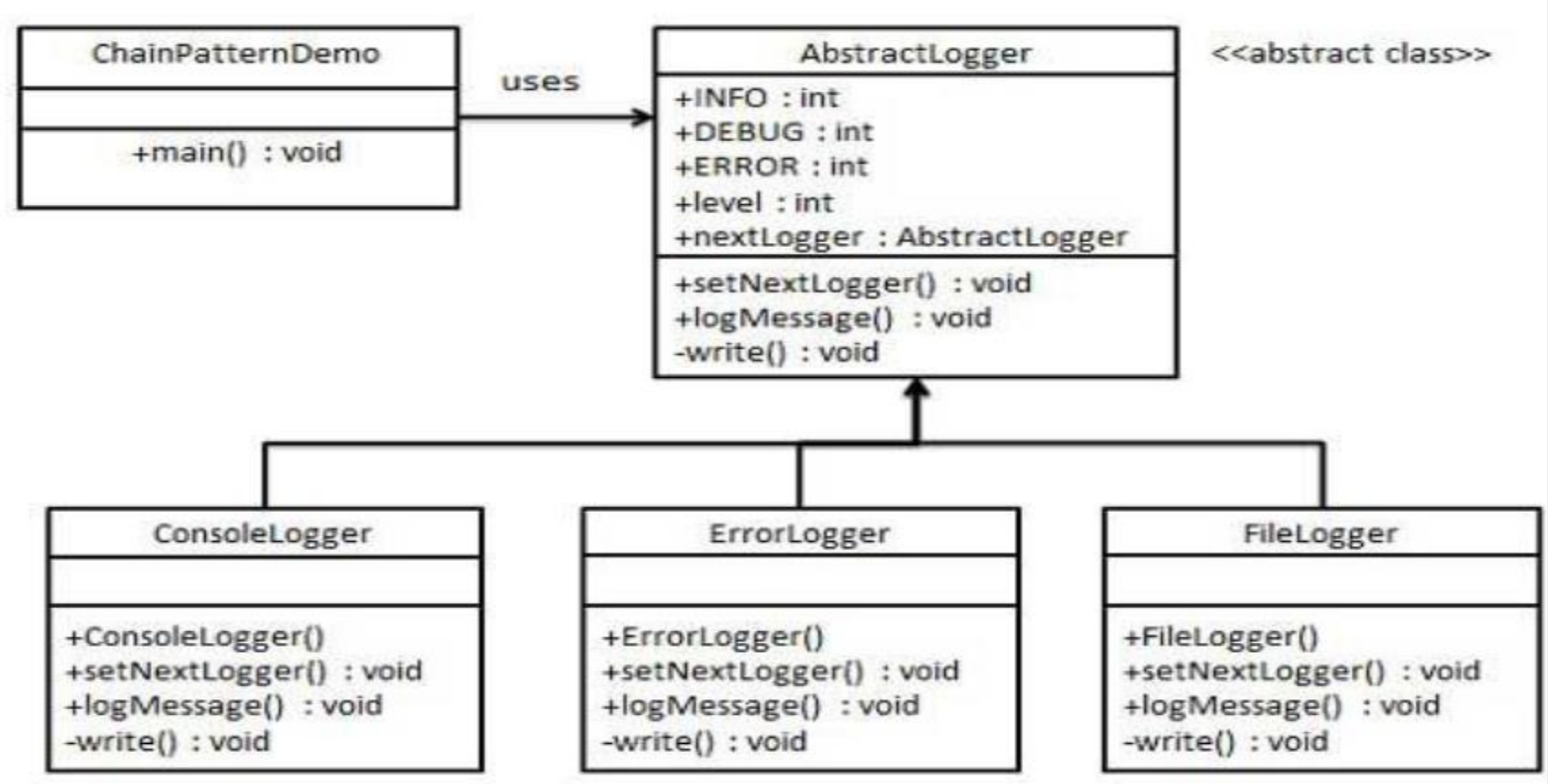
Exemple 1 de design pattern de comportement

- **Structure de Chain of Responsibility :**



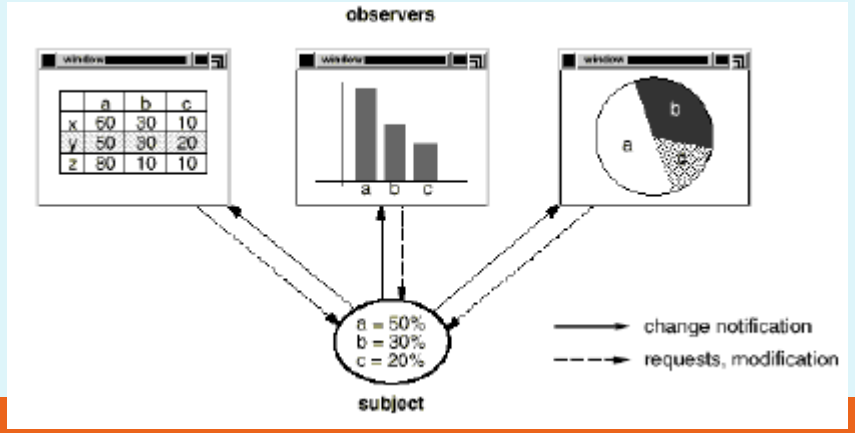
Exemple 1 de design pattern de comportement

- **Exemple avec Chain of Responsibility :**



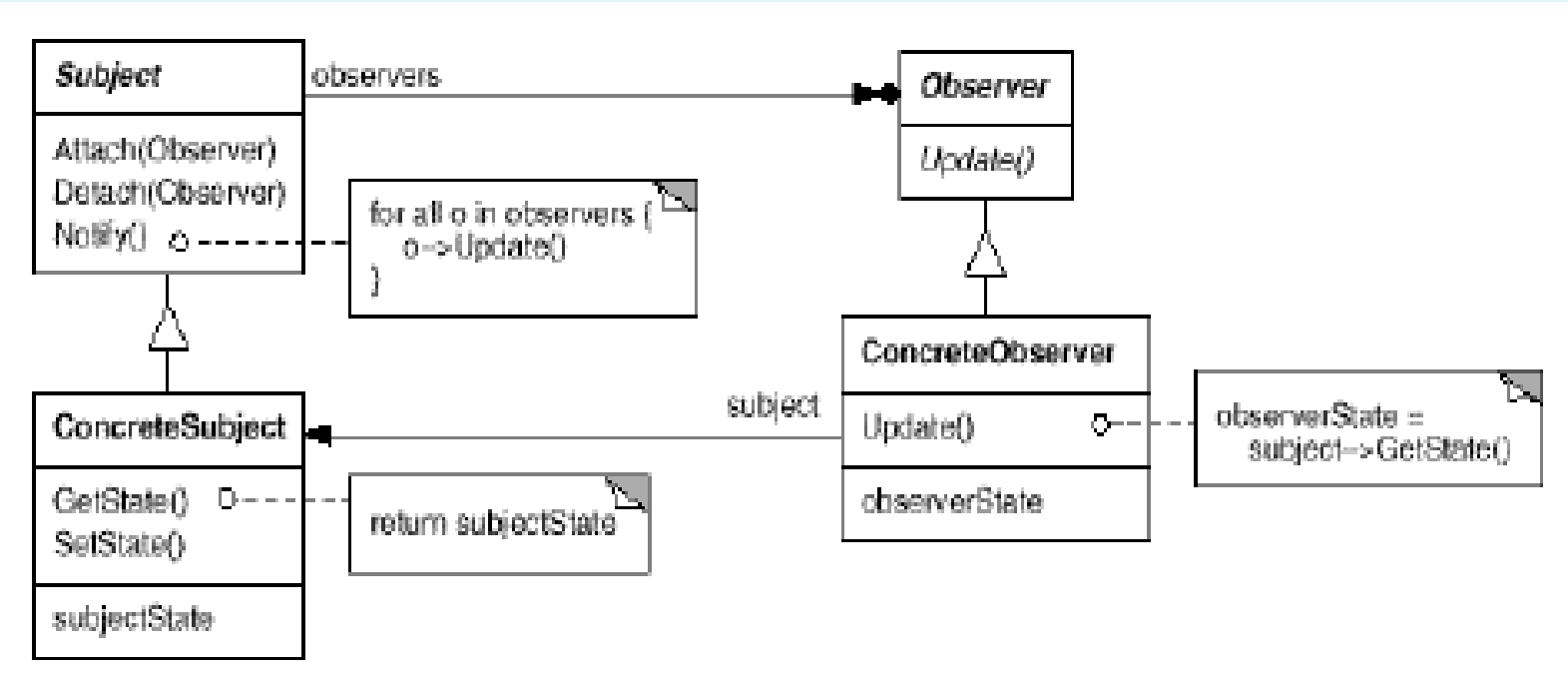
Exemple 2 de design pattern de comportement

- **Observer :**
  - Définit une dépendance « one-to-many » (un à plusieurs) entre objets de sorte que lorsque l'état d'un objet change, tous ses objets dépendants sont **notifiés et mis à jours** automatiquement.
  - L'objet observé (Observable) gère une liste d'observateurs (Observer) dotés d'une méthode de mise à jour (update) et notifie les changements aux observateurs en appelant leurs méthodes de mise à jour.



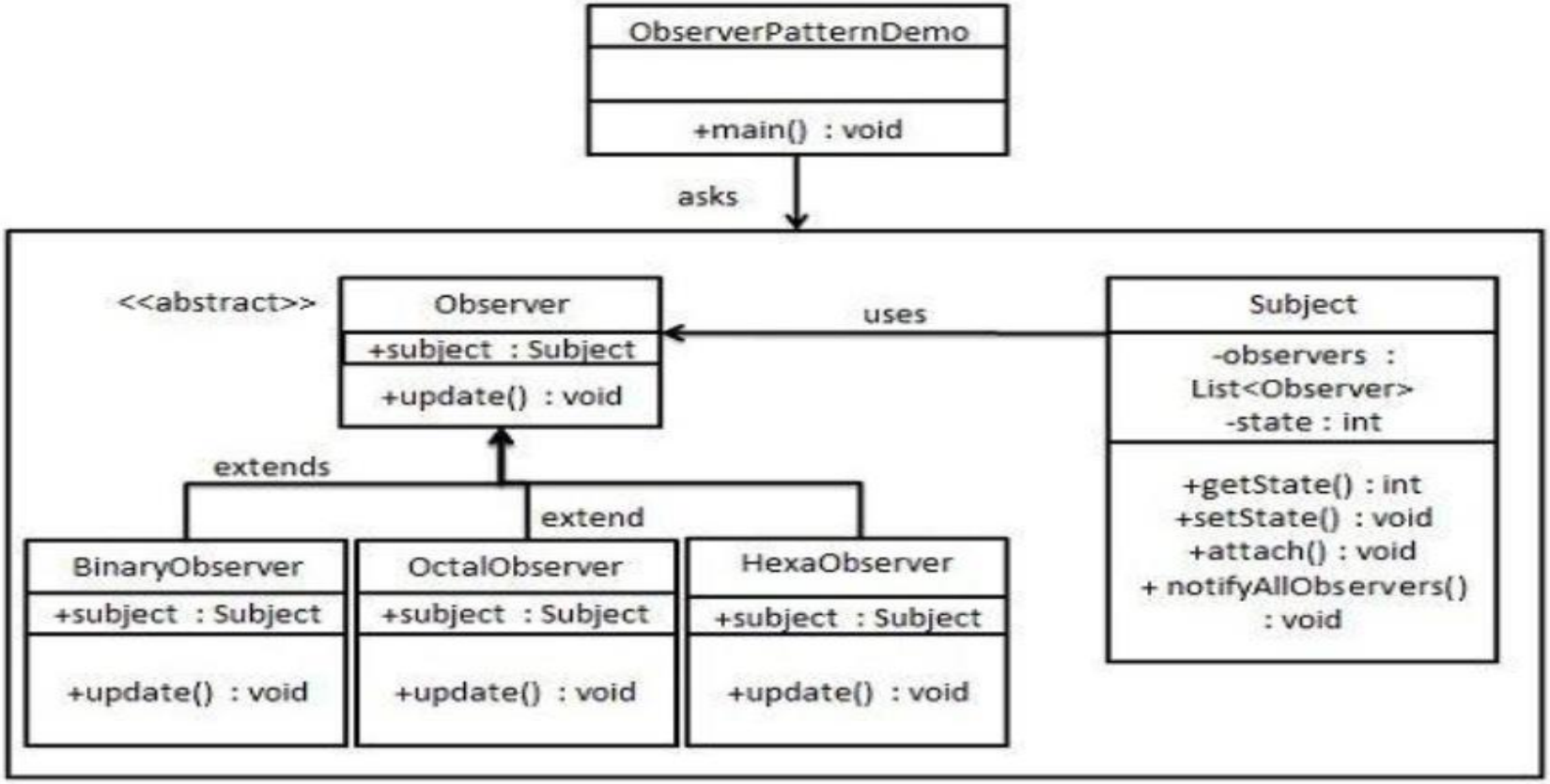
Exemple 2 de design pattern de comportement

- **Structure d'Observer :**

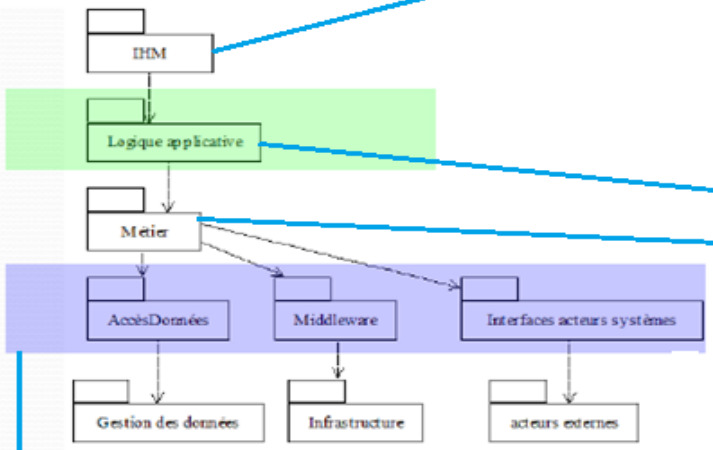


Exemple 1 de design pattern de comportement

- **Exemple avec Observer :**



Exemple : Architecture logique en 5 couches/ frameworks et patrons



Exemple de patrons à utiliser :
- Singleton,
- Observateur

Exemple de Frameworks réutilisables :
- Struts, Spring, ...

Technos
- HTML, PHP

Exemple de patrons à utiliser :
- Singleton,
- fabriques,
- commande,
- chaîne de responsabilités,....

Exemple de patrons à utiliser :
- Singleton,
- fabrique,
- comportement-état, ...

Exemple de patrons à utiliser :
- Singleton,
- Pool (pour le pool de connexion),
- façade pour cacher les implémentations
- factory

Exemple de frameworks réutilisable :
- Hibernate
- EJB
- Java Persistance API (JPA)

Architecture physique

Architecture Logique vs Physique

Architecture Logique

Découpage logique de l'application

- Ex: découpage en paquetages

Architecture Physique

Ensemble de ressources physiques nécessaires à l'exécution de l'application (ordinateurs, etc.)

L'architecture logique est répartie sur l'architecture physique.

Les architecture 1-niveau (1-tiers)

- Toutes les couches logiques sont situées :
  - Soit sur la même machine.
    - Un mainfarme avec des postes passifs(terminaux)
  - Soit sur une machine isolée (stand alone).

Les architecture 2-niveaux (2-tiers)

- Les couches logiques sont séparés sur deux sites :
  - Les dispositifs du serveur (BD, service de messagerie, etc.) sur un site
  - Le reste de l'architecture sur les postes client.
- Permet le partage d'information entre utilisateurs :
  - Accès simultanés.
  - Synchronisation des données.
- Existe des variantes pour alléger le poste client (Plus d'applicatifs sur le site serveur).
- Inconvénients :
  - Déploiement et maintenance difficiles.
  - Problèmes de performances.

Exemple de répartition de l'architecture logique sur l'architecture physique