ENSI CAEN
ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

04
Chapitre

# Patrons d'architecture

## 2I1AC3 : Génie logiciel et Patrons de conception

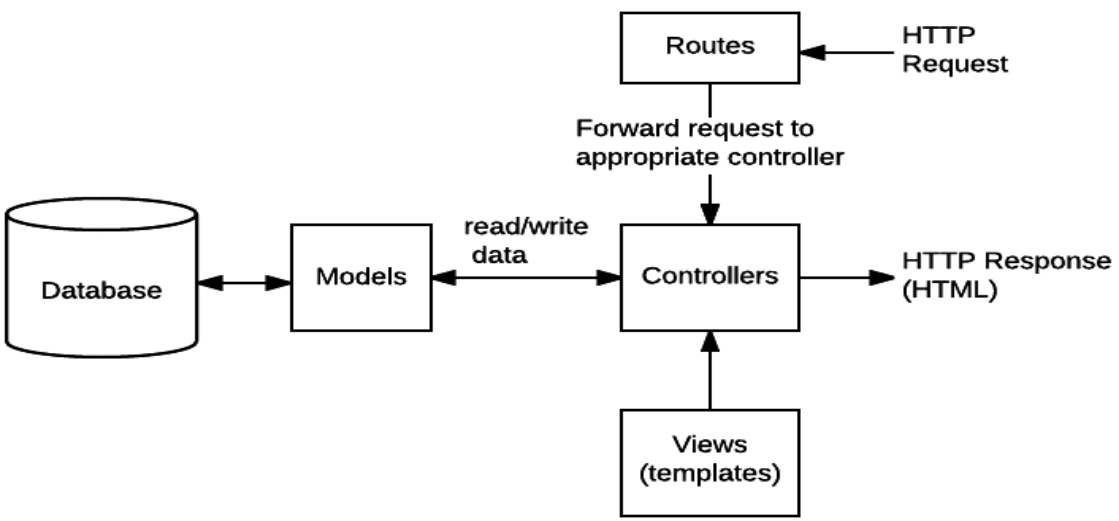
Régis Clouard, ENSICAEN - GREYC

« L'informatique n'est pas plus la science des ordinateurs que l'astronomie n'est celle des télescopes. »
**Michael R. Fellows et Ian Parberry**

# Définition



- Patron d'architecture
  - Se réfère à l'organisation structurelle de l'application
  - D'un niveau d'abstraction supérieur au patron de conception
- L'architecture est la première étape de la conception d'une solution logicielle
  - Définit le *framework* du logiciel
- Exemple d'une architecture type de Node.js



# Enjeux



- Accroître :
  - Développabilité
  - Maintenabilité
  - Testabilité
  - Réutilisabilité

# Préoccupations pour le choix d'une architecture

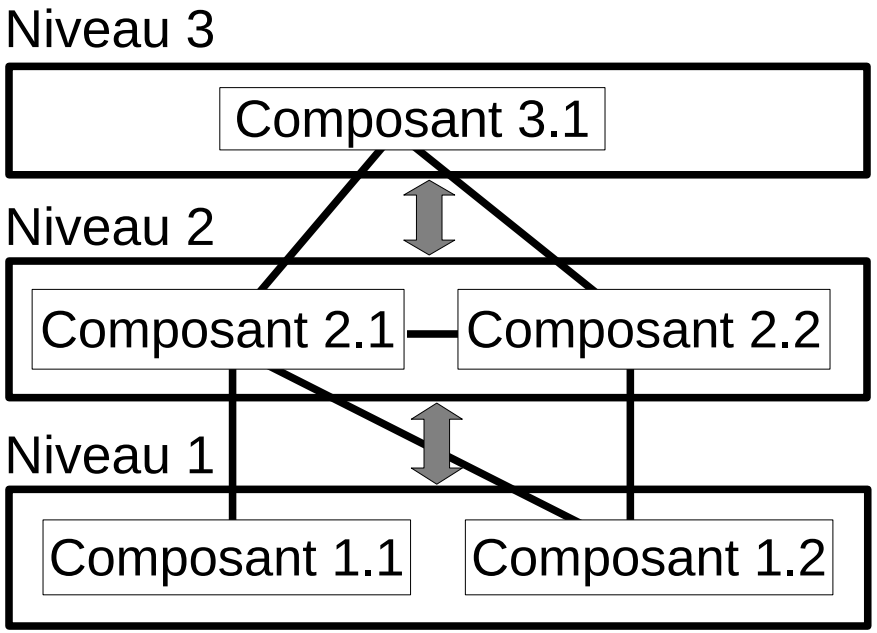


- L'architecte logiciel doit se poser les questions suivantes :
  - Le système est-il interactif ?
  - Nécessite-t-il de fréquents changements ?
  - Le système est-il réparti sur le réseau ?
  - Comment les fonctionnalités sont-elles décomposées entre les composants ?
  - Y a-t-il une architecture générale à utiliser ?
  - Quelles exigences non fonctionnelles sont importantes ?
    - Limitation des performances du matériel.
    - Haute disponibilité : tolérance aux pannes.
    - Risques d'entreprise (économique, financier, santé, compétitivité, etc).
    - Sécurité.
    - …
- Note : Dans un rapport de projet, ces questions doivent être adressées dans la description des objectifs.

# 1. Architecture en étages (*n-tier*)



- **Organisation verticale**




- Quand l'utiliser ?
  - Plusieurs niveaux d'abstraction dans les responsabilités.
    - Les couches supérieures : interactions avec les utilisateurs (requête).
    - Les couches basses : opération sur les données (réponse).
- Exemple : *modèle OSI d'ISO : 7 étages*

# Caractéristiques

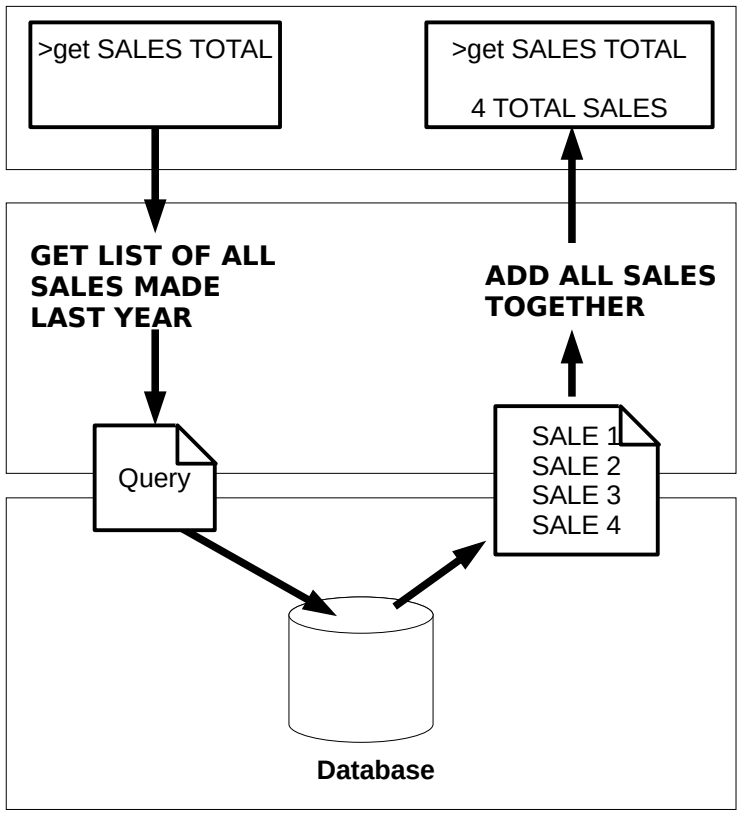


- Recommandation
  - Un étage est formé par un groupe de classes qui sont **réutilisables dans les mêmes conditions**.
  - Les relations d'un étage à un autre sont décrites par des **interfaces**. Le but est de créer des pare-feux entre étages.
  - Aucun composant ne peut s'étaler sur deux étages.
  - Les échanges sont limités entre deux étages consécutives.
- Avantages
  - Étages réutilisables et interchangeables.
  - Dépendances uniquement locales entre deux étages consécutifs.
  - Les développeurs et utilisateurs de chaque niveau peuvent ignorer les autres étages ; tout passe par les interfaces.

# P. ex. Trois étages (*Three-tier*)



- Organisation verticale (cas particulier du n-tier)
  - Niveau **présentation** (interface utilisateur)
    - Visualise les données.
  - Niveau **application** (règles métier)
    - Coordonne les décisions et évaluations logiques, et effectue les calculs.
  - Niveau **données** (ORM)
    - Les données sont stockées et extraites de bases de données.
- Quand l'utiliser ?
  - Architecture client-serveur présentant une interface utilisateur.
- Exemple : *sites Web de commerce électronique*



# P. ex. Réflexion (*Reflection*)

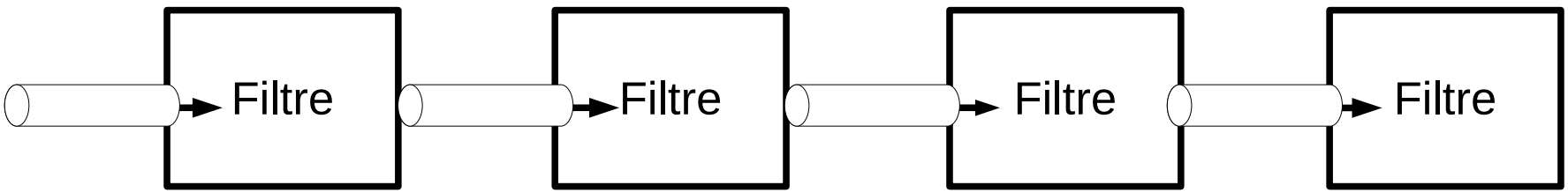


- Sémantique bien précise :
  - Niveau **logique** : présentation des données aux utilisateurs
  - Niveau **physique** : implémentation des données.
- Quand l'utiliser ?
  - Recherche d'efficacité quand la représentation des données diffère de la présentation qui en est faite à l'utilisateur.
- Exemple : *Système de gestion de bases de données*

# 2. Tubes et Filtres (*Pipes & Filters*)



- **Organisation horizontale**




- Quand l'utiliser ?
  - Les fonctionnalités procèdent par traitement des données en flux.
    - Les données passent d'un filtre à un autre par des tubes.
    - Chaque étape de traitement est encapsulée dans un composant filtre.
- Exemples : C*ompilateur, Chaîne de traitement d'images*

# Caractéristiques

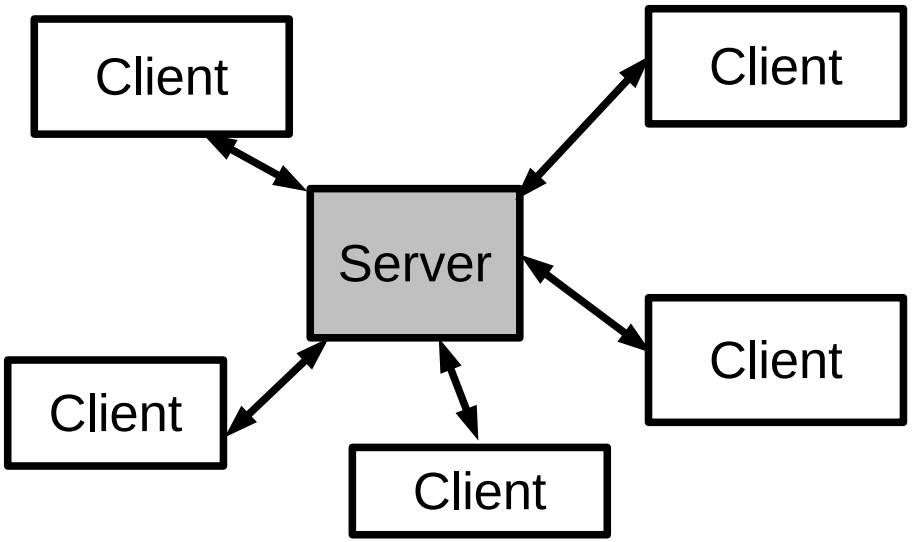


- Recommandation
  - Les tubes sont classiquement des « pipes » de communication entre processus ou des fichiers.
- Caractéristiques
  - Il n’y a plus de relation hiérarchique.
  - Le comportement général du système est une succession de comportements individuels.
- Avantages
  - Les contraintes de communication sont limitées à deux composants.
  - Facilité pour remplacer un filtre.
  - Facilité pour implémenter la concurrence entre filtres.

# 3. Clients - Serveur



- **Organisation centralisée**

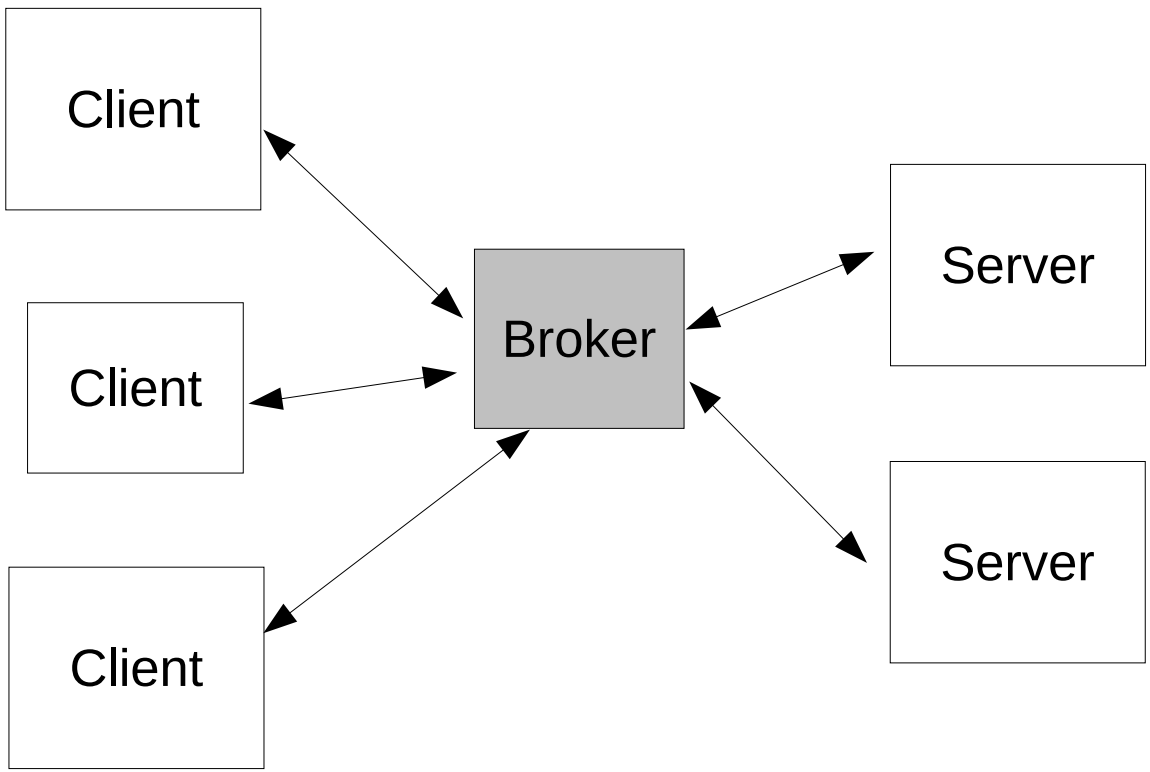



- Quand l'utiliser ?
  - Système distribué qui interagit par invocation de services localisés.
    - Le serveur est un fournisseur de services et de ressources. Il est généralement composé d'une base de données.
    - Le client interagit avec l'utilisateur et formule des requêtes au serveur.
- Exemple : *Guichet Automatique Bancaire*

# Version multi-serveurs : Le patron Broker



- Multi-serveurs : un Broker est responsable de la communication. Il fait l'intermédiaire pour localiser le serveur qui possède le service. Les clients envoient les requêtes au broker qui les redirigent vers le bon serveur.



# Caractéristiques

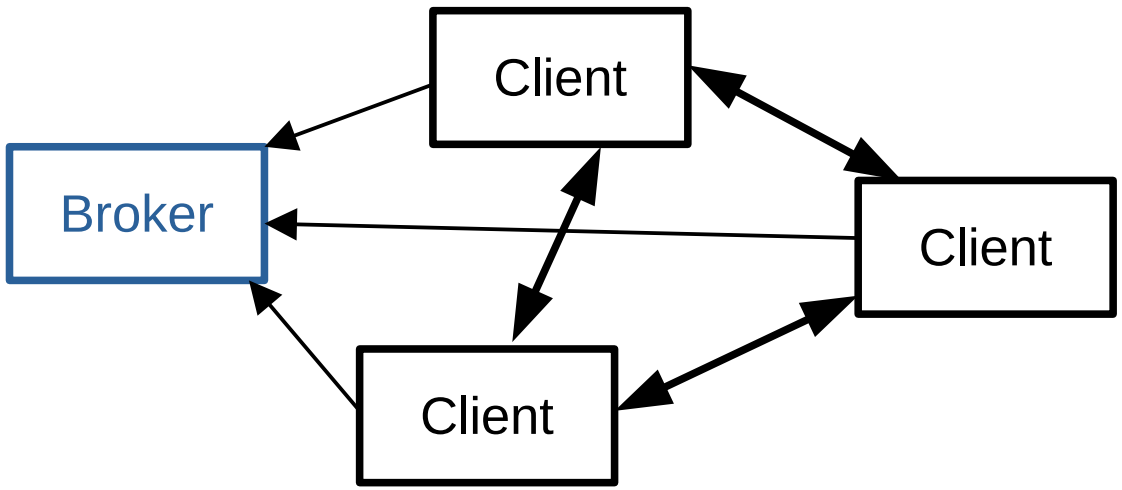


- Variations
  - Clients lourds / Clients légers. Le client le plus léger ne fait que l'affichage des résultats de requête retournés par le serveur.
  - Le serveur et les clients sont généralement distribués sur des nœuds différents et la communication utilise le réseau mais tout peut très bien être localisé sur un même nœud et la communication utilise la mémoire.
- Avantages
  - Indépendance des composants pour le fonctionnement et le développement.
    - Côté serveur / Côté client.
  - Centraliser et sécuriser les accès aux données.
- Inconvénients
  - Faible tolérance aux erreurs. Tout repose sur la disponibilité du serveur.
  - Sensible à la montée en charge.
  - Difficile à tester.

# 4. Pair-à-Pair (*Peer to peer*)



- **Organisation décentralisée**




- Quand l'utiliser ?
  - Constat : avec une architecture client-serveur, plus une donnée est demandée moins elle est disponible sur le serveur.
  - L'architecture pair-à-pair inverse la tendance : chaque client qui a récupéré la donnée devient un serveur.
  - Un « broker » se charge du routage.
- Exemple : *BitTorrent*

# Caractéristiques

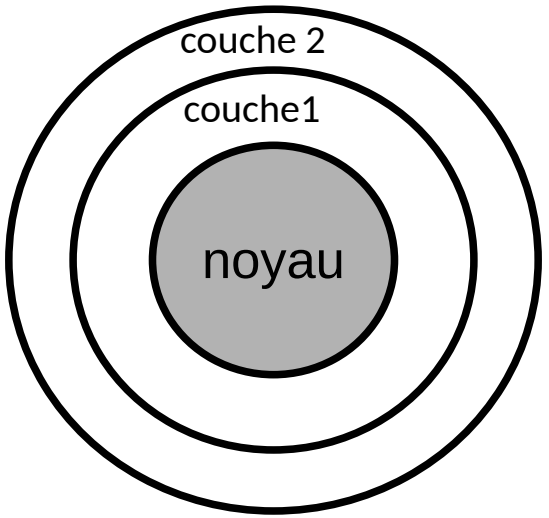


- Recommandations
  - Si la donnée est volumineuse, elle est divisée en segments. Un nœud du réseau distribue alors une liste de ces segments.
- Avantages
  - Grande tolérance aux fautes.
  - Rapidité de communication.
  - Autorise le parallélisme.
  - Plus une donnée est demandée plus elle est disponible.

# 5. Micro-noyau (*Microkernel*)



- **Organisation en couches**
  - Noyau fonctionnel
    - Encapsule tous les services fondamentaux.
  - Services externes
    - Utilisent les couches inférieures.
- Quand l'utiliser ?
  - Le système doit être adaptable au remplacement ou au changement de l'environnement d'accueil (p. ex. architecture matériel, OS).
- Exemples : *Windows NT, Machine virtuelle Java (JVM)*



# Caractéristiques

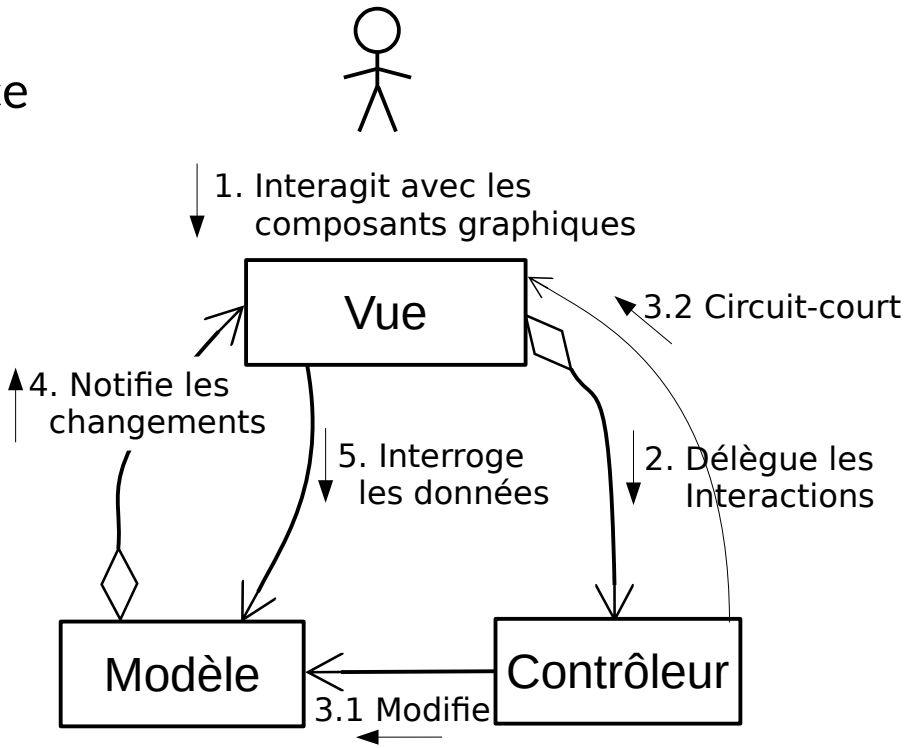


- Recommandation
  - Minimiser la taille du noyau et déporter la plupart du code vers les couches externes.
- Avantages
  - Extensibilité.
  - Portabilité : seul le noyau a besoin d'être changé.

# 6. Modèle-Vue-Contrôleur (MVC)



- **Organisation en boucle**
  - **Modèle**
    - Stocke les données et l'état de l'interface
    - Détient le modèle du domaine et la logique métier
  - **Vue**
    - Affiche les informations aux utilisateurs
    - Détient la logique de présentation
  - **Contrôleur**
    - Gère les interactions avec les utilisateurs
- Quand l'utiliser ?
  - Une interface graphique multi-fenêtrée (GUI)



# Les logiques dans une interface graphique



- Logique métier (cf modèle du domaine)
  - Code de l'application qui crée, stocke et modifie les données et qui leur donne un sens.
  - Elle est spécifique du domaine d'application.
  - Elle ne se préoccupe pas de la façon de présenter ses données.
- Logique de présentation
  - Code relatif à la façon de réagir aux interactions avec l'utilisateur et de présenter les informations.

# Les logiques dans une interface graphique

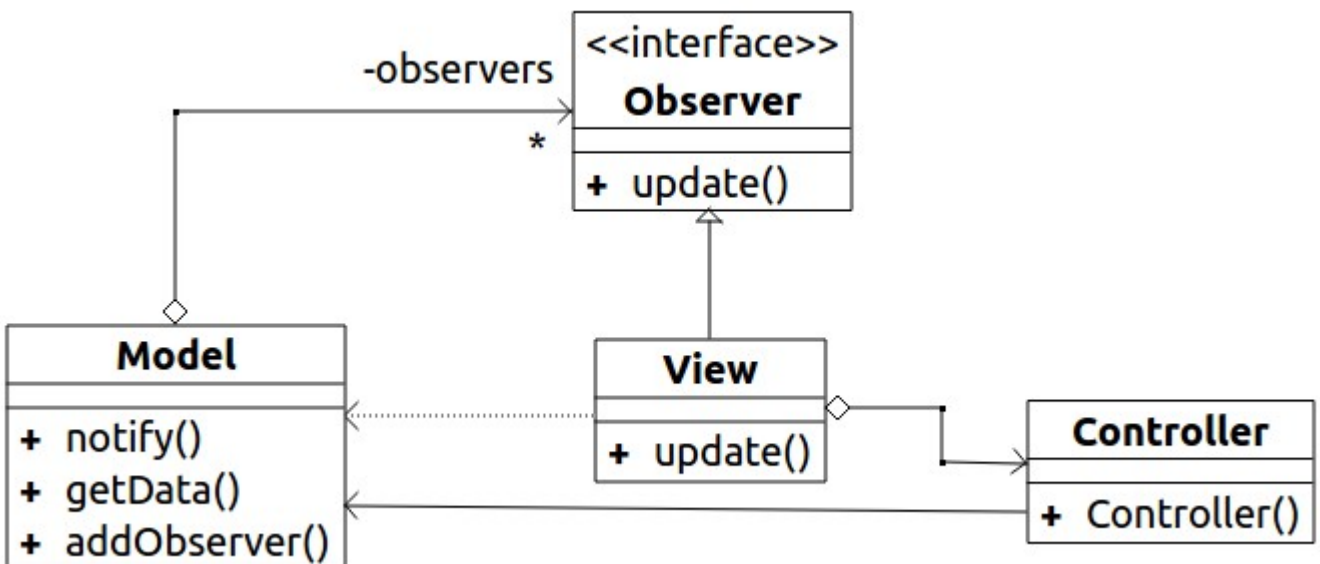


- Exemple d'une application qui gère l'évolution d'une température ambiante.
  - Une règle indique que si la valeur de la température dépasse un certain seuil alors elle doit être affichée avec la couleur rouge sinon noire.
  - Nous divisons cette règle en trois parties :
    - 1/ Si la valeur dépasse un certain seuil, elle est trop élevée
      - Logique métier
    - 2/ Si elle est trop élevée, elle devrait être affichée de manière spéciale
      - Logique de présentation
    - 3/ Pour marquer une valeur spéciale, afficher en rouge sinon en noir
      - Code du rendu visuel sans logique

# Implémentation



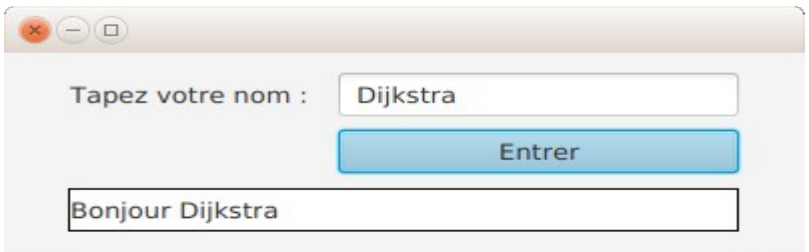
- Découpler les vues du modèle : Observateur
  - Ajouter un protocole de souscription / notification pour les vues au modèle.



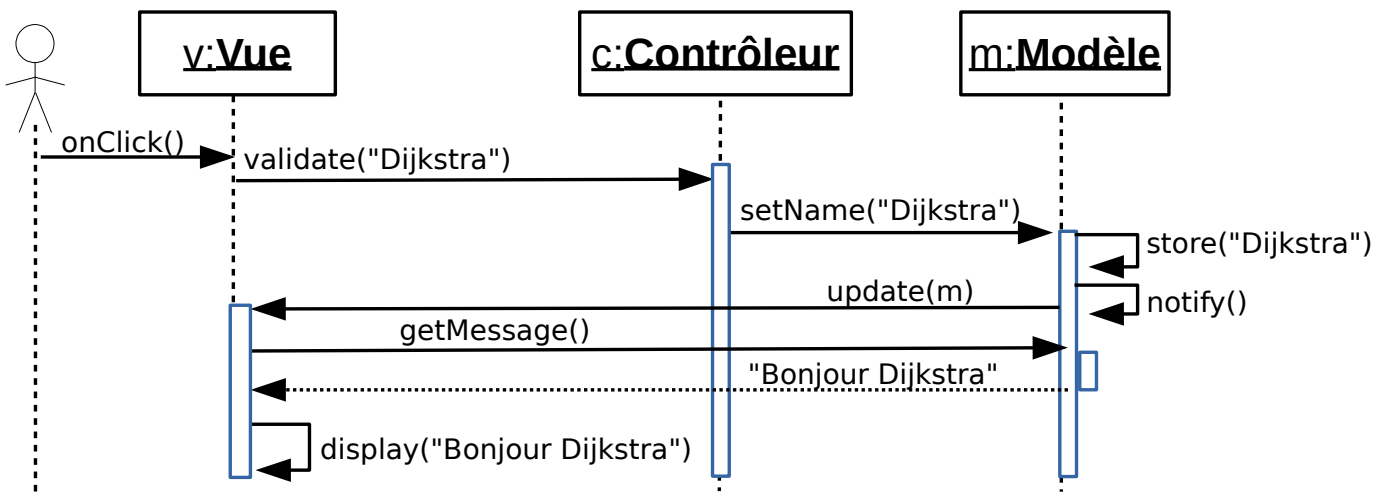
# Exemple d'un écran de connexion



- L'utilisateur renseigne le nom puis appuie sur le bouton « Entrer » et l'écran affiche un message de bienvenue.




- Diagramme de séquence



# Caractéristiques

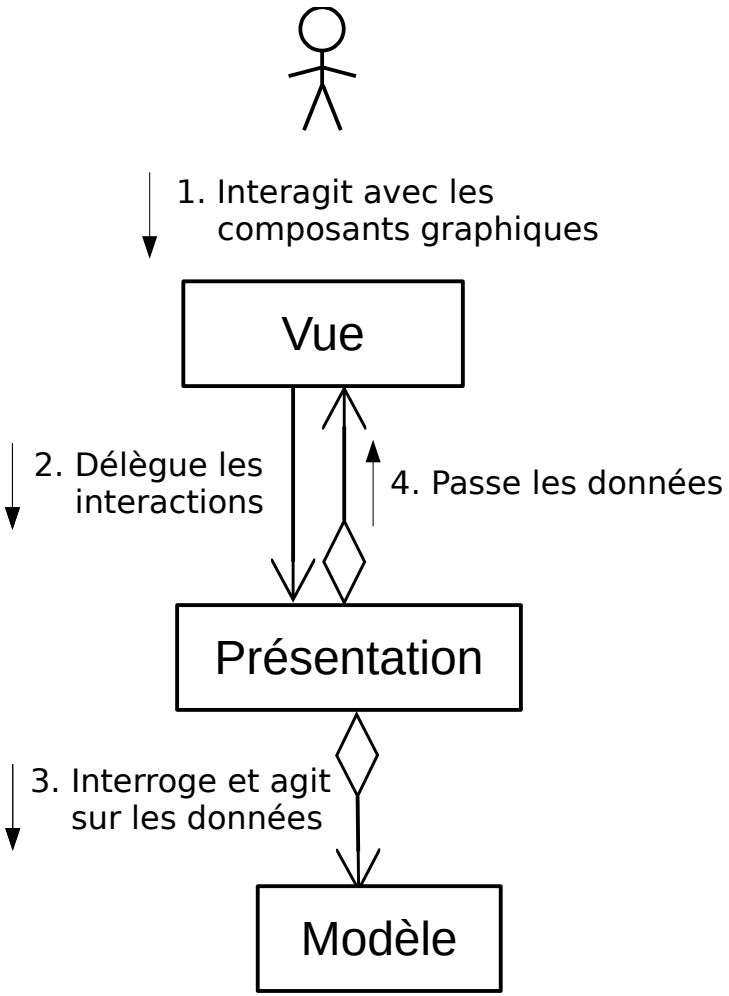


- Avantages
  - Découplage entre les vues et le modèle, qui peuvent évoluer indépendamment.
  - Plusieurs vues sur le même modèle.
  - Une vue peut être ajoutée facilement.
- Inconvénients
  - Mauvaise séparation des responsabilités
    - La vue a 2 responsabilités : affichage et récupération des données.
    - Qui détient l'état courant de l'interface : contrôleur, modèle ou vue ?
  - Difficilement testable (inter-dépendance des unités).
- Conclusion
  - Ce patron est peu utilisé en pratique pour les GUI.
  - On lui préfère des patrons dérivés (MVP et MVVC).
- **Remarque** : Beaucoup de frameworks (eg. Symfony, Node.js) se disent basés sur l'architecture MVC mais en réalité ils sont basés sur une architecture MVP.

# Modèle-Vue-Présentation (MVP)

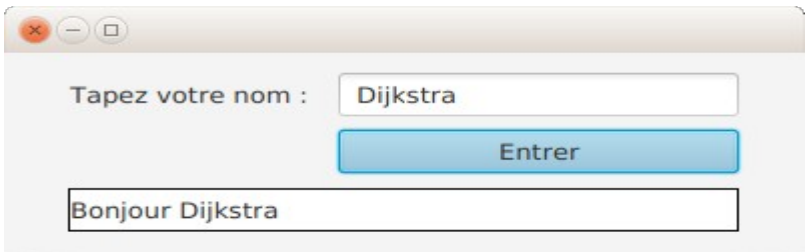


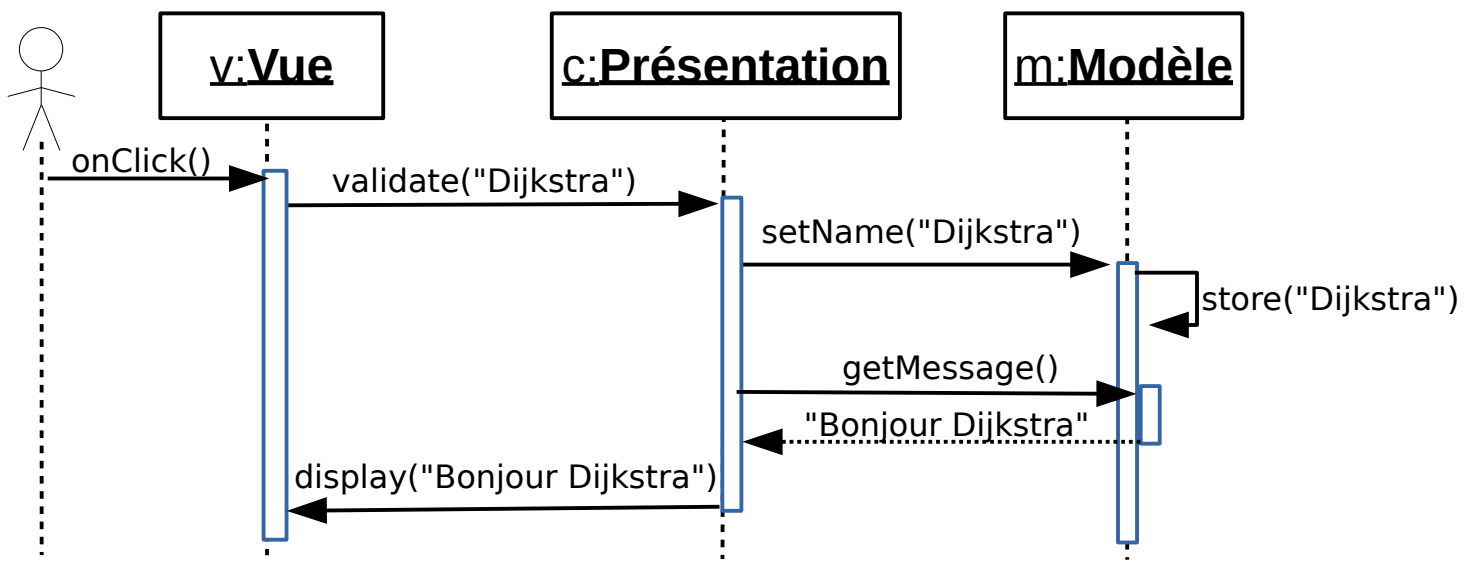
- Variante du modèle MVC mais s'appuyant une architecture en 3 étages (*3-tier*).
  - Intentions :
    - Réduit le couplage Vue – Modèle
    - Meilleure localisation des responsabilités
    - **Modèle**
      - Stocke les données.
      - Modèle du domaine et logique métier
    - **Vue**
      - Passive : ne contient aucune logique interne
    - **Présentation**
      - État de l'interface
      - Logique de présentation



# Exemple d'un écran de connexion





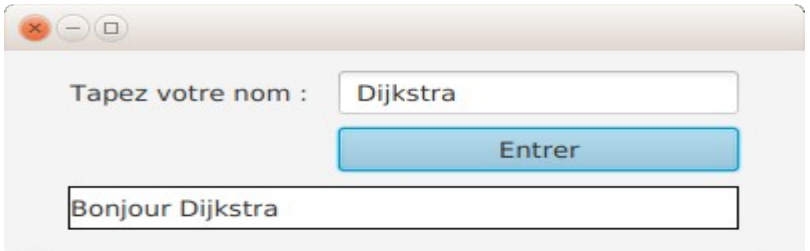
# Caractéristiques

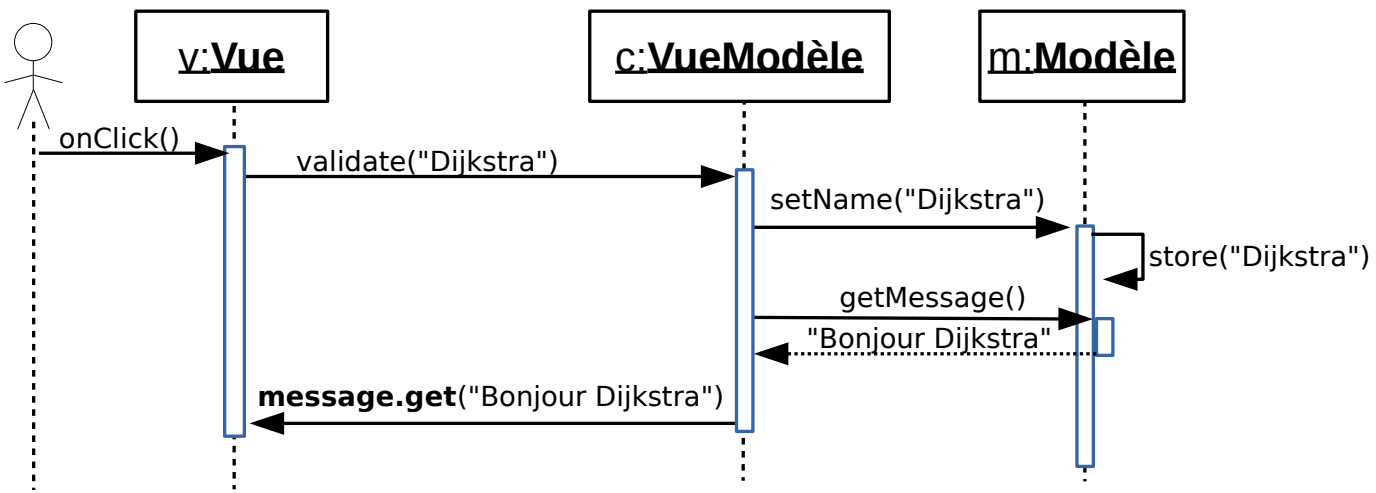


- Avantages
  - Élimine l'interaction entre la vue et le modèle.
  - L'interaction est faite par le biais de la présentation, qui organise les données à afficher dans la vue.
  - Tout est testable sauf la vue mais elle est dépourvue de logique.
  - Le modèle est indépendant des autres composants.
- Inconvénients
  - Beaucoup de code redondant (*boilerplate code*) dans la présentation pour mettre à jour les données dans la vue, du genre :
    - `displayText1(text), displayText2(text)`
    - `setButton1Enabled(true), setButton2Enabled(true)`

# Exemple d'un écran de connexion





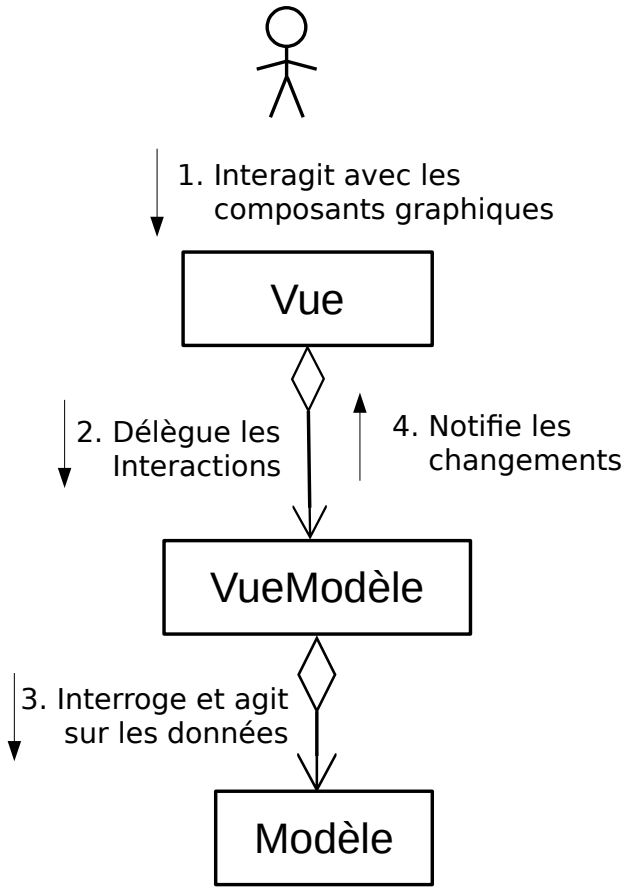




La méthode `message.get()` est appelée par le mécanisme de liaison (binder). Le label de Vue qui affiche le message est lié à l'attribut message de VueModèle.

# Modèle-Vue-VueModèle (MVVM)



- Variante du modèle MVP
  - Intention : Supprimer le code redondant dans la présentation.
- Unique différence avec MVP
  - La mise à jour de la vue est faite par un mécanisme de liaison (*binder*) entre les composants de la vue et les attributs de vue modèle.
  - Quand un attribut de la présentation est modifié, le composant de la vue est mis à jour automatiquement.
  - Le binder est réalisé avec le patron Observateur de MVC qui est réintroduit mais au niveau de chaque attribut.
  - Exemple de « binding » en JavaFX :




```
label.textProperty().bindBidirectional(viewModel.input);
circle.scaleXProperty().bind(slider.valueProperty());
```

# Caractéristiques



- Avantages
  - Exactement les mêmes que pour le patron MVP.
  - Élimination du surcoût de code redondant (*boilerplate code*).
- Inconvénient
  - Généraliser le modèle de vue pour de grandes applications est difficile. La liaison de données peut aboutir à une consommation considérable de ressources.
  - À n'utiliser que si la bibliothèque graphique implémente nativement ces mécanismes de *binder*.
- Modèle de base pour .NET (avec XAML)

# Conclusion

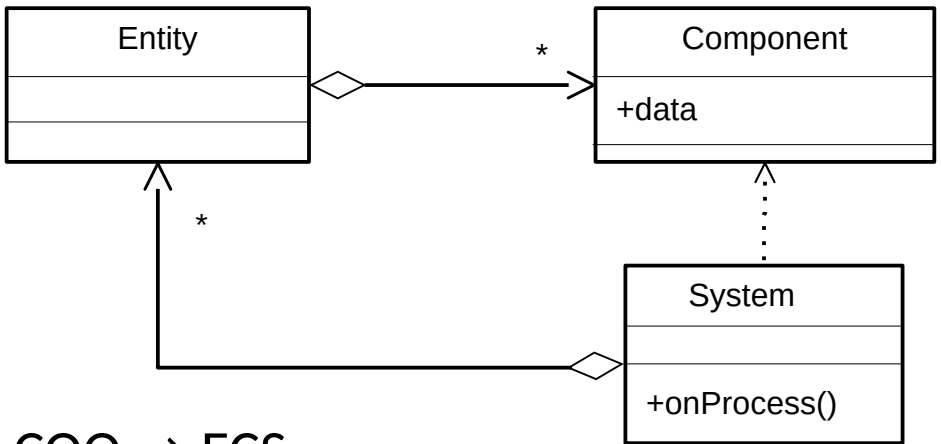


- L'architecture générale doit être choisie très tôt.
  - Premiers temps de l'analyse.
- Une bonne architecture doit permettre de différer les décisions majeures le plus tard possible.
- Elle doit être relativement stable.
  - Elle définit l'organisation du projet.
- Mais, elle évoluera pour s'adapter aux particularités de l'application en cours de conception.
- Utiliser des interfaces comme des pare-feux entre les composants de l'architecture.
- Plusieurs architectures sont en général combinées dans un même projet.

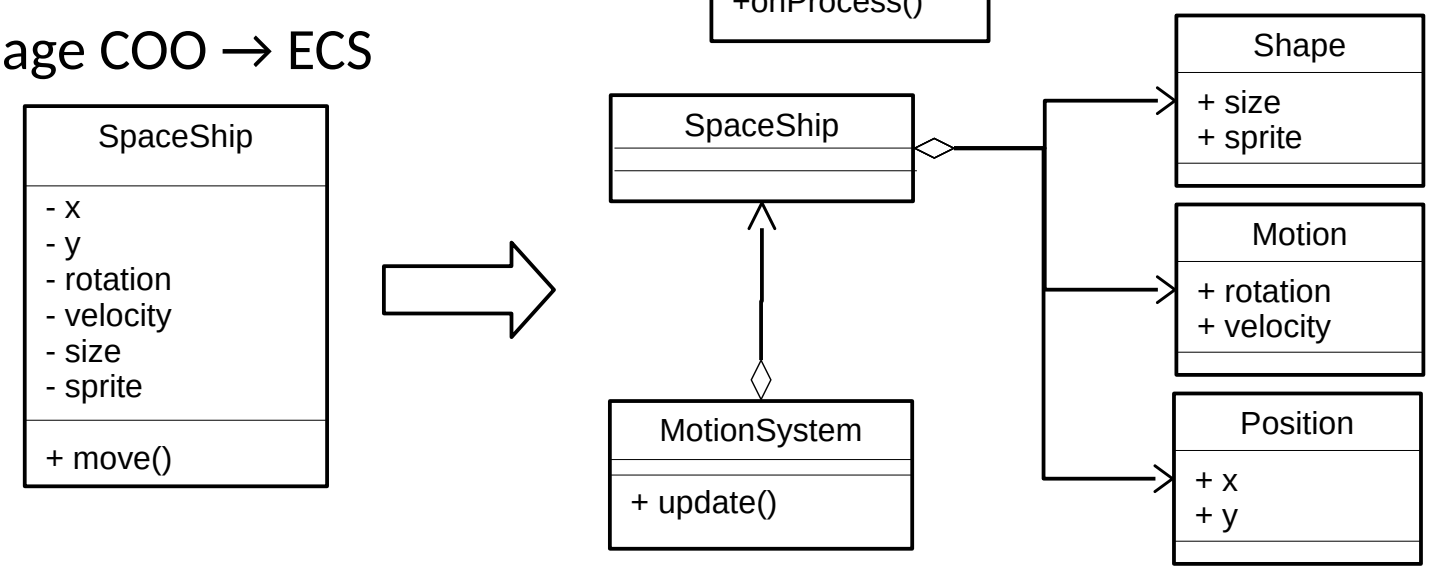
# 5. Entité - Composant - Système



- Nouveau paradigme : programmation orientée données




- Exemple : passage COO → ECS



# Caractéristiques



- COO → ESCS : passer d'un tableau de structures à une structure de tableaux.
  - Entité : la référence à un objet du jeu (eg. combattant, mur). Les implémentations utilisent généralement un entier simple pour cela.
  - Composant : les données brutes pour un aspect de l'objet, et comment il interagit avec le monde (eg. la position). Les implémentations utilisent généralement des structures, des classes ou des tableaux associatifs.
  - Système : les algorithmes portant sur les composants. Chaque système fonctionne en continu (comme si chaque système avait son propre thread privé) et effectue des actions globales sur chaque entité qui possède un composant du même aspect que ce système.
- Organisation
  - Globalement un tableau où les lignes sont les identificateurs, les colonnes les systèmes et l'intersection est un composant.
- Quand l'utiliser ?
  - Vitesse d'accès aux données.
  - Limiter les associations entre les objets.
- Exemple : *moteur de jeux vidéos*