

# L'Architecture Logicielle :

Une présentation complète

**Formation :** Master en Informatique

**Étudiant(e) :** Nom Complet

**Directeur(rice) :** Prof. Dr. Nom Complet

Paris, 22 décembre 2025

- 1 Introduction : Entrer dans la Boîte Blanche
- 2 Définition de l'Architecture Logicielle
- 3 Démarche en 4 Étapes
- 4 Les 2 Vues Essentielles
- 5 Les Concepts de l'Architecture Logicielle
- 6 Les Différents Types d'Architectures
- 7 Cartographie de l'Architecture Logicielle
- 8 Conclusion

# Introduction : Entrer dans la Boîte Blanche

# Pourquoi cette présentation ?

**Imaginez que vous avez construit une maison.** Jusqu'à maintenant, nous avons parlé de :

- **L'architecture applicative** : c'est comme le plan des pièces de votre maison (cuisine, salon, chambres...)
- **L'architecture technique** : ce sont les matériaux (briques, béton, tuyaux, électricité...)

Maintenant

Nous allons découvrir **ce qui se passe À L'INTÉRIEUR de chaque pièce !**

# Qu'est-ce que la « Boîte Blanche » ?

## Boîte Noire

- Vue de l'extérieur
- On ne voit pas comment ça fonctionne
- On voit juste que ça marche

## Boîte Blanche

- Vue de l'intérieur
- On découvre les composants
- On comprend l'organisation
- On voit les communications

**Analogie :** C'est comme ouvrir le capot d'une voiture pour voir le moteur!

# Le Couplage Fort entre Architecture Logicielle et Technique

## Important

Les architectures logicielles et techniques sont en « **couplage fort** ».

### Qu'est-ce que ça veut dire ?

- Imaginez deux danseurs qui dansent un tango :
  - Si l'un fait un pas à gauche, l'autre **DOIT suivre**
  - Les choix de l'un influencent directement l'autre
  - Ils sont **couplés** : ils doivent bouger ensemble!

### De la même façon :

- Les choix pour l'architecture **logicielle** (comment organiser le code)
- Influencent directement les choix pour l'architecture **technique** (serveurs, base de données...)
- **Et vice-versa!**

# Les 3 Contraintes Essentielles

En plus de faire fonctionner l'application, l'architecture logicielle doit garantir :

## ① Sécurité

- Comme mettre une serrure sur votre porte
- Empêcher les méchants d'entrer
- Protéger vos données

## ② Disponibilité

- Comme avoir de l'électricité 24h/24
- L'application doit fonctionner tout le temps

## ③ Performance

- Comme avoir une voiture rapide
- Répondre vite, même avec beaucoup d'utilisateurs

# Définition de l'Architecture Logicielle

## Définition Simple

L'Architecture Logicielle, c'est :

**La façon dont on organise et on structure le code d'une application pour qu'elle fonctionne bien**

C'est comme un plan de construction qui explique :

- Comment découper l'application en morceaux
- Comment ces morceaux communiquent entre eux
- Quelles règles ils doivent respecter

# Les Deux Rôles de l'Architecture Logicielle

## Rôle n°1 : Structurer

Elle organise les solutions **les mieux adaptées** pour répondre aux besoins de l'utilisateur.

**Exemple :** Pour une application e-commerce :

- Où mettre le code du panier?
- Où mettre le calcul des prix?
- Où mettre l'affichage?

## Rôle n°2 : Décomposer

Elle découpe l'application en petits morceaux faciles à comprendre et à modifier.

**Analogie :** Comme un puzzle géant!

- Chaque pièce = un morceau de code
- L'architecture = les règles d'assemblage

## 1. Les Couches (Layers)

- Comme un gâteau à étages
- Chaque étage = une couche avec un rôle précis
- **Exemple :** Couche interface → Couche logique → Couche données

## 2. Les Modules

- Un gros dossier qui regroupe des fonctionnalités liées
- **Exemple :** Module « Gestion des Clients », Module « Gestion des Commandes »

## 3. Les Composants

- Un morceau de code réutilisable, comme une brique de LEGO
- **Exemple :** Un bouton « Valider », un formulaire de connexion

## 4. Les Design Patterns

- Une recette de cuisine pour résoudre un problème courant
- **Exemple :**
  - Pattern « Singleton » : une seule connexion à la BD
  - Pattern « Observer » : prévenir tous les intéressés quand quelque chose change

## 5. Les Frameworks

- Une boîte à outils toute prête avec plein de fonctions déjà codées
- **Exemples :**
  - React (pour faire des interfaces web)
  - Spring (pour faire des applications Java)
  - Django (pour faire des applications Python)

# Pourquoi C'est Important?

Une bonne architecture permet :

- ✓ **Comprendre** le code facilement
- ✓ **Modifier** sans tout casser
- ✓ **Réutiliser** des morceaux
- ✓ **Travailler en équipe**
- ✓ **Éviter les bugs**
- ✓ **Améliorer les performances**

Une mauvaise architecture

= un **code spaghetti**

- ✗ Tout est mélangé
- ✗ Impossible de s'y retrouver
- ✗ Ajouter une fonctionnalité = tout casse!

# Démarche en 4 Étapes

# Comment Créer une Architecture Logicielle ?

## Principe

Créer une architecture logicielle, c'est comme construire une maison : on ne commence pas par le toit !

Il faut suivre **4 étapes**, et on les répète plusieurs fois (**de manière itérative et incrémentale**).

**C'est quoi « itérative et incrémentale » ?**

- **Itérative** = on répète les étapes plusieurs fois, en améliorant à chaque fois
- **Incrémentale** = on ajoute des morceaux petit à petit, comme des couches de peinture

# ÉTAPE 1 : Analyser les Besoins

**But :** Comprendre ce que l'application doit faire.

**Questions à se poser :**

- Qui va utiliser l'application ? (des clients ? des employés ?)
- Qu'est-ce que l'application doit faire ? (vendre des produits ? gérer des stocks ?)
- Combien de personnes vont l'utiliser ? (10 ? 1000 ? 1 million ?)
- Quelles sont les contraintes ? (budget ? délai ? sécurité ?)

**Exemple concret : Application e-commerce**

- Les clients doivent pouvoir chercher des produits
- Les clients doivent pouvoir payer en ligne
- L'application doit supporter 10 000 clients simultanés
- Les paiements doivent être ultra-sécurisés

## ÉTAPE 2 : Définir la Structure

**But :** Choisir comment organiser l'application.

**Décisions à prendre :**

**① Quel type d'architecture choisir ?**

- Monolithique ? (tout en un seul bloc)
- Microservices ? (plein de petits services indépendants)
- Client-Serveur ? (un client qui parle à un serveur)

**② Combien de couches ?**

- 3 couches ? (Présentation, Logique, Données)
- 5 couches ? (encore plus de séparation)

**③ Quels frameworks utiliser ?**

- React pour l'interface ?
- Spring Boot pour le backend ?

## ÉTAPE 2 : Définir la Structure (Analogie)

### Analogie

C'est comme décider si votre maison sera :

- Une maison individuelle (monolithique)
- Un immeuble avec plusieurs appartements (microservices)
- Le nombre d'étages (les couches)

## ÉTAPE 3 : Concevoir les Composants (1/2)

**But :** Créer les briques de base de l'application.

**Ce qu'on fait :**

### ① Identifier les composants nécessaires

- Composant « Liste des produits »
- Composant « Panier d'achat »
- Composant « Formulaire de paiement »

### ② Définir comment ils communiquent

- Le panier envoie les infos au paiement
- Le paiement vérifie avec la banque
- La banque renvoie OK ou KO

## ÉTAPE 3 : Concevoir les Composants (2/2)

### ③ Choisir les design patterns

- Pattern MVC pour séparer l'affichage de la logique
- Pattern Repository pour accéder aux données

#### Analogie

C'est comme décider :

- Quels meubles mettre dans chaque pièce
- Où placer les prises électriques
- Comment les pièces sont connectées

## ÉTAPE 4 : Valider et Ajuster

**But :** Vérifier que l'architecture fonctionne bien.

**Ce qu'on vérifie :**

**1 La qualité**

- Est-ce que le code est propre et bien organisé ?
- Est-ce qu'on peut facilement ajouter de nouvelles fonctionnalités ?

**2 Les performances**

- Est-ce que l'application est rapide ?
- Est-ce qu'elle peut gérer beaucoup d'utilisateurs ?

**3 La sécurité**

- Est-ce que les données sont protégées ?
- Est-ce qu'on peut pirater l'application ?

Si ça ne va pas

On retourne à l'étape 2 ou 3 et on améliore !

# Pourquoi « Itératif et Incrémental » ?

Parce qu'on ne peut pas tout prévoir!

Au début du projet, on ne sait pas tout. Donc :

- On fait une première version simple (Itération 1)
- On la teste
- On l'améliore (Itération 2)
- On ajoute des fonctionnalités (Incrémental)
- On teste encore
- Et ainsi de suite...

## Exemple

- **Itération 1** : Afficher une liste de produits
- **Itération 2** : Ajouter un panier
- **Itération 3** : Ajouter le paiement
- **Itération 4** : Ajouter la gestion des comptes clients

# **Les 2 Vues Essentielles**

# Pourquoi 2 Vues ?

Pour comprendre une architecture, on a besoin de 2 points de vue différents, comme pour une maison :

Vue d'architecte

Le plan dessiné sur papier

→ **Vue logique**

Vue du chantier

Les vraies machines et matériaux

→ **Vue physique**

Les deux sont nécessaires!

# VUE N°1 : La Vue en Couches (Layer View) - Vue LOGIQUE

## C'est quoi ?

La vue en couches montre comment l'application est organisée **conceptuellement**, dans notre tête.

### Comme un sandwich

- Le pain du haut = l'interface utilisateur
- La salade = la logique métier
- La viande = les services
- Le pain du bas = la base de données

# Les Couches Typiques (1/3)

## Couche 1 : Présentation / Interface Utilisateur (UI)

- **Rôle** : Ce que l'utilisateur voit et touche
- **Exemples** : Boutons, formulaires, menus, pages web
- **Technologies** : HTML, CSS, JavaScript, React, Angular
- **Analogie** : La vitrine d'un magasin

## Couche 2 : Contrôleur / Logique de Présentation

- **Rôle** : Recevoir les demandes et organiser la réponse
- **Exemple** : Quand vous cliquez sur « Ajouter au panier », c'est le contrôleur qui reçoit la demande
- **Analogie** : Le chef de salle dans un restaurant (il prend votre commande et la transmet à la cuisine)

# Les Couches Typiques (2/3)

## Couche 3 : Logique Métier / Domain

- **Rôle** : Les règles du métier, les calculs, la vraie intelligence de l'application
- **Exemples** :
  - Calculer le prix total (produits + TVA + frais de port)
  - Vérifier si un produit est en stock
  - Appliquer une réduction si le client est VIP
- **Analogie** : Les cuisiniers qui préparent le plat selon la recette

## Couche 4 : Services / Logique d'Application

- **Rôle** : Coordonner plusieurs opérations métier
- **Exemple** : Orchestrer le processus de commande complet
- **Analogie** : Le chef de cuisine qui coordonne tous les cuisiniers

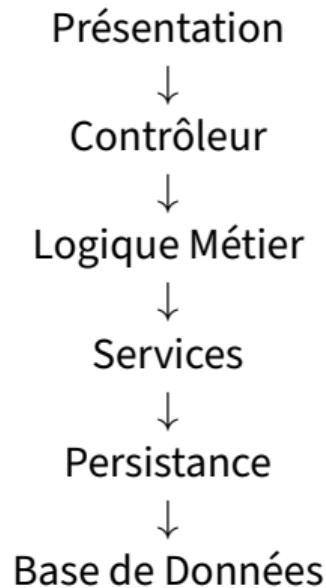
## Couche 5 : Persistance / Accès aux Données

- **Rôle** : Parler à la base de données
- **Exemples :**
  - Sauvegarder une commande
  - Récupérer la liste des clients
  - Modifier un produit
  - Supprimer un compte
- **Technologies** : SQL, Hibernate, JPA, Repository Pattern
- **Analogie** : Le garde-manger où on stocke tous les ingrédients

# Règles de Communication entre Couches

## Règle d'Or

On communique **uniquement avec la couche d'en dessous** (comme une chaîne)



# Règles de Communication : Pourquoi ?

## Pourquoi cette règle ?

- Pour éviter le désordre (code spaghetti)
- Pour pouvoir changer une couche sans casser les autres
- Pour que le code reste propre et organisé

### Mauvaise pratique

L'interface utilisateur qui parle directement à la base de données

→ Si on change la BD, il faut changer l'interface !

### Bonne pratique

Interface → Contrôleur → Logique → Persistance → BD

→ Chaque couche a son rôle bien défini !

## VUE N°2 : La Vue en Niveaux (Tier View) - Vue PHYSIQUE

### C'est quoi ?

La vue en niveaux montre où les morceaux de l'application sont **physiquement installés** (sur quels serveurs, ordinateurs, etc.)

### La différence avec les couches

- **Couches (Layers)** = organisation logique du code (dans notre tête)
- **Niveaux (Tiers)** = organisation physique des machines (dans la vraie vie)

# Architecture 1-Tier (Monolithique)

**Tout est sur la même machine !**

- Interface utilisateur
- Logique métier
- Base de données

**Exemple :** Une vieille application Windows qu'on installe sur son PC.

**Avantages :**

- ✓ Simple
- ✓ Rapide (tout est local)

**Inconvénients :**

- ✗ Si l'ordinateur plante, tout est perdu
- ✗ Impossible de partager
- ✗ Difficile à mettre à jour

# Architecture 2-Tiers (Client-Serveur)

## Séparation entre le client et le serveur

Client Interface utilisateur → Logique métier

Serveur (affichage) ← Base de données

**Exemple :** Une application bancaire

### Avantages :

- ✓ Données centralisées
- ✓ Plusieurs utilisateurs
- ✓ Plus sécurisé

### Inconvénients :

- ✗ Si le serveur plante, tout le monde est bloqué
- ✗ Le serveur peut être surchargé

# Architecture 3-Tiers (Classique Web)

## Séparation en 3 machines

[Client] → [Serveur Web] → [Serveur de Données]  
Navigateur    Logique métier    Base de données

**Exemple :** Un site web e-commerce

### Avantages :

- ✓ Chaque niveau peut être amélioré indépendamment
- ✓ Meilleure performance
- ✓ Plus sécurisé

### Inconvénients :

- ✗ Plus complexe à installer et maintenir
- ✗ Plus cher (3 machines au lieu d'une)

## Séparation en plein de machines

**Exemple :** Netflix

- Votre TV/PC = l'interface
- Des milliers de serveurs web répartis dans le monde
- Des serveurs de cache (pour que la vidéo soit rapide)
- Des bases de données énormes

### Avantages :

- ✓ Très performant
- ✓ Très disponible
- ✓ Scalable

### Inconvénients :

- ✗ Très complexe
- ✗ Très cher
- ✗ Nécessite des experts

# Relation entre Couches et Niveaux

## Important à comprendre

- Les **couches** peuvent être sur le **même niveau** (même machine)
- Ou les **couches** peuvent être sur des **niveaux différents** (machines différentes)

## Exemple 1 : Monolithique

- Toutes les couches sur 1 seul niveau (1 machine)

## Exemple 2 : Architecture 3-Tiers typique

- Niveau 1 (Client) = Couche Présentation
- Niveau 2 (Serveur Web) = Couches Contrôleur + Logique Métier + Services
- Niveau 3 (Serveur BD) = Couche Persistance + Base de Données

# Tableau Comparatif

<b>Aspect</b>	<b>Couches (Layers)</b>	<b>Niveaux (Tiers)</b>
<b>Nature</b>	Logique / Conceptuelle	Physique / Matérielle
<b>Question</b>	Comment organiser le code ?	Où installer les composants ?
<b>Exemple</b>	Couche Présentation	Serveur Web
<b>Communication</b>	Verticale (haut en bas)	Horizontale (réseau)
<b>But</b>	Organiser le code	Distribuer la charge
<b>Diagramme UML</b>	Diagramme de packages	Diagramme de déploiement

# **Les Concepts de l'Architecture Logicielle**

# Les Principes Fondamentaux

Pour créer une bonne architecture, il faut respecter certains principes.

Pensez à eux comme les **règles d'or** de l'architecture logicielle!

Nous allons voir :

- ① L'Abstraction
- ② L'Encapsulation
- ③ La Séparation des Responsabilités
- ④ Le Faible Couplage
- ⑤ La Forte Cohésion
- ⑥ La Modularité
- ⑦ L'Extensibilité
- ⑧ La Réutilisabilité

# Principe 1 : L'Abstraction

**C'est quoi?** Cacher les détails compliqués et ne montrer que l'essentiel.

**Dans le code :**

```
1  envoyer_email(destinataire, message);
```

Interface simple (abstraction)

On ne voit pas les détails : connexion SMTP, encodage, gestion des erreurs...

**Pourquoi c'est important?** Plus facile à utiliser, on peut changer l'implémentation, moins de bugs

## Principe 2 : L'Encapsulation

**C'est quoi ?** Mettre les données et les fonctions qui les manipulent dans une « boîte fermée ».

**Dans le code :**

```
1  public class CompteBancaire {  
2      // Donnée privée (protégées)  
3      private double solde = 1000;  
4      public void déposer(double montant) {  
5          solde += montant;  
6      }  
7  }
```

**Pourquoi c'est important ?** Les données sont protégées, On contrôle comment les données sont modifiées.

## Principe 3 : La Séparation des Responsabilités

**C'est quoi ?** Chaque morceau de code doit avoir **une seule responsabilité** bien définie.

### Mauvais exemple

Une fonction qui :

- Affiche à l'écran
- Calcule le prix
- Sauvegarde en BD
- Envoie un email

[×] Fait TROP de choses !

### Bon exemple

4 fonctions séparées :

- afficher\_progression()
- calculer\_prix()
- sauvegarder\_commande()
- notifier\_client()

[✓] Une responsabilité chacune !

## Principe 4 : Le Faible Couplage

**C'est quoi ?** Les morceaux de code doivent être **le moins dépendants possible** les uns des autres.

### Mauvais (fort couplage)

Code qui appelle directement MySQL

[✗] Si on change de BD, il faut tout changer!

### Bon (faible couplage)

Code qui passe par une abstraction (Repository)

[✓] On peut changer de BD facilement!

# Principe 5 : La Forte Cohésion

**C'est quoi ?** Les éléments d'un même module doivent être **fortement liés** entre eux.

## Bon exemple

Module GestionDesClients :

- creer\_client()
- modifier\_client()
- supprimer\_client()
- trouver\_client()

[✓] Toutes les fonctions concernent les clients!

## Mauvais exemple

Module Utilitaires :

- calculer\_prix()
- envoyer\_email()
- afficher\_menu()
- convertir\_date()

[✗] Aucun lien entre elles!

## 6. La Modularité

- Diviser l'application en **modules indépendants**
- Comme des pièces de LEGO : on peut les assembler de différentes façons
- Plus facile à tester, réutiliser, maintenir

## 7. L'Extensibilité (Open/Closed Principle)

- Le code doit être **ouvert** à l'extension (on peut ajouter des fonctionnalités)
- Le code doit être **fermé** à la modification (on ne touche pas au code existant)

## 8. La Réutilisabilité

- Écrire du code qu'on peut **utiliser à plusieurs endroits**
- Comme une recette de pâte à crêpes : utilisable pour crêpes sucrées, salées, galettes...

## Définition

Les patterns architecturaux sont des **modèles de solutions** pour des problèmes courants.

Nous allons voir :

- ① Pattern MVC (Modèle-Vue-Contrôleur)
- ② Pattern Repository
- ③ Pattern Singleton
- ④ Pattern Observer

# Pattern MVC (Modèle-Vue-Contrôleur)

**Le Problème :** Comment séparer l'affichage de la logique métier ?

**La Solution MVC :**

[VUE] ↔ [CONTRÔLEUR] ↔ [MODÈLE]

- **MODÈLE** = Les données et la logique métier (ex : classe Produit)
- **VUE** = L'affichage (ex : page HTML qui affiche les produits)
- **CONTRÔLEUR** = Le chef d'orchestre qui coordonne

**Pourquoi c'est bien ?**

- ✓ On peut changer l'affichage sans toucher à la logique
- ✓ On peut changer la logique sans toucher à l'affichage
- ✓ Facile à tester

# Pattern Repository

**Le Problème :** Comment accéder aux données sans dépendre de la base de données ?

**La Solution :** Créer une « couche intermédiaire » qui fait le lien.

[Code Métier] → [Repository] → [Base de Données]

**Exemple :**

- Interface : ClientRepository avec trouver\_par\_id(), sauvegarder(), supprimer()
- Implémentation : ClientRepositoryMySQL avec code SQL spécifique

**Pourquoi c'est bien ?**

- ✓ Le code métier ne connaît pas la BD utilisée
- ✓ On peut changer de BD (MySQL → PostgreSQL) facilement
- ✓ Plus facile à tester (FakeRepository)

# Pattern Singleton

**Le Problème :** Comment s'assurer qu'on a **qu'une seule instance** d'un objet?

**Exemple concret :** Une connexion à la base de données : on en veut qu'une seule!

**La Solution :**

- Variable privée qui stocke l'unique instance
- Constructeur privé (on ne peut pas faire new ConnexionBD())
- Fonction statique obtenir\_instance() qui retourne toujours la même instance

**Utilisation :**

```
connexion1 = ConnexionBD.obtenir_instance()
```

```
connexion2 = ConnexionBD.obtenir_instance()
```

→ connexion1 et connexion2 sont LA MÊME connexion!

# Pattern Observer

**Le Problème :** Comment notifier plusieurs objets quand quelque chose change ?

**Exemple concret :** Quand un produit arrive en stock, il faut :

- Envoyer un email aux clients intéressés
- Mettre à jour l'affichage du site
- Enregistrer dans les logs

**La Solution :**

- Le produit a une liste d'observateurs
- Quand le stock change, on notifie tous les observateurs
- Chaque observateur réagit à sa manière

**Avantage :** Les observateurs ne se connaissent pas entre eux !

# Les Qualités d'une Bonne Architecture

<b>Qualité</b>	<b>Description</b>
Maintenabilité	Facile à corriger et à améliorer
Testabilité	Facile à tester
Évolutivité	Facile d'ajouter des fonctionnalités
Scalabilité	Peut gérer plus d'utilisateurs
Performance	Rapide et efficace
Sécurité	Protégé contre les attaques
Simplicité	Facile à comprendre
Réutilisabilité	Les morceaux sont réutilisables

# Les Différents Types d'Architectures

# Introduction

Il existe de nombreux **styles d'architecture logicielle**. Chacun a ses avantages et ses inconvénients.

C'est comme les styles de maison

- Maison individuelle
- Appartement
- Immeuble
- Château

Chaque style est adapté à des besoins différents!

# Architecture Monolithique Traditionnelle

**C'est quoi ?** Une application où **tout est dans un seul gros bloc**, un seul programme.

## Caractéristiques :

- Un seul code source
- Un seul exécutable
- Un seul déploiement
- Tout est fortement couplé

## Avantages :

- ✓ Simple à développer
- ✓ Simple à déployer
- ✓ Rapide
- ✓ Facile à tester

## Inconvénients :

- ✗ Code spaghetti
- ✗ Difficile à comprendre
- ✗ Difficile à modifier
- ✗ Impossible de scaler

**Quand l'utiliser ?** Petite application, équipe réduite, prototype

# Architecture Monolithique Modulaire

**C'est quoi ?** Comme le monolithique, mais **bien organisé en modules indépendants.**

## Analogie

Un immeuble avec plusieurs appartements : tout est dans le même bâtiment, mais chaque appartement est indépendant.

## Caractéristiques :

- Un seul déploiement (comme le monolithique)
- Mais divisé en modules avec frontières claires
- Faible couplage entre modules
- Chaque module a sa responsabilité

**Avantages :** Bien organisé, facile à comprendre, facile à tester, équipes autonomes

**Quand l'utiliser ?** Application moyenne à grande, équipe moyenne

**C'est quoi ?** L'application est divisée en deux parties :

- Le **Client** : l'interface utilisateur
- Le **Serveur** : la logique et les données

**Avantages :** Données centralisées, plusieurs clients, mise à jour facile, sécurité

**Inconvénients :** Dépendance réseau, serveur = point unique de défaillance

**Quand l'utiliser ?** Applications d'entreprise (ERP, CRM), jeux en réseau, applications bancaires

**C'est quoi ?** L'application est divisée en **plusieurs niveaux physiques**, chacun sur des machines différentes.

## Architecture 3-Tiers classique :

- **Niveau 1 : Présentation** (Navigateur Web) : HTML/CSS/JS, Interface UI
- **Niveau 2 : Application** (Serveur Web/API) : Logique, Services, API REST
- **Niveau 3 : Données** (Serveur BD) : MySQL/PostgreSQL, Stockage

**Avantages :** Scalabilité horizontale, indépendance, sécurité, spécialisation

**Inconvénients :** Complexité, coût, latence

**Quand l'utiliser ?** Applications web, beaucoup d'utilisateurs, besoin de performance

C'est quoi ? L'application est **découpée en plein de petits services indépendants**.

Chaque service :

- Fait **une seule chose**
- A sa **propre base de données**
- Peut être **déployé indépendamment**
- Communique avec les autres via **des APIs**

# Architecture Microservices (2/2)

## Avantages :

- ✓ Scalabilité
- ✓ Flexibilité technologique
- ✓ Équipes autonomes
- ✓ Déploiement indépendant
- ✓ Résilience
- ✓ Innovation

## Inconvénients :

- ✗ Très complexe
- ✗ Coût élevé
- ✗ Latence réseau
- ✗ Cohérence des données
- ✗ Tests complexes
- ✗ Monitoring sophistiqué

**Quand l'utiliser ?** Grandes applications (Netflix, Amazon, Uber), grandes équipes (50+ développeurs), millions d'utilisateurs

**C'est quoi ?** Comme les microservices, mais **à l'échelle de l'entreprise**, avec un **bus de services** central.

## Différence avec Microservices

- **SOA** : Communication via un **ESB** (Enterprise Service Bus) - un bus central
- **Microservices** : Communication directe entre services

**Avantages** : Réutilisation, interopérabilité, centralisation, standards

**Inconvénients** : ESB = point unique de défaillance, complexe, lourd, coût

**Quand l'utiliser ?** Grandes entreprises avec beaucoup de systèmes existants, besoin d'intégration, environnements legacy

# Architecture Event-Driven (Orientée Événements)

**C'est quoi?** Les composants communiquent en s'envoyant des **événements** (messages).

## Principe :

- Quelque chose se passe → Un événement est émis
- Les composants intéressés **réagissent** à l'événement

### Analogie

Un système d'alarme :

- **Événement** : « Quelqu'un a ouvert la porte »
- **Réactions** : La sirène sonne, SMS envoyé, police appelée, vidéo enregistrée

Tous ces systèmes réagissent à l'événement, mais ils ne se connaissent pas entre eux!

**Avantages** : Découplage total, scalabilité, asynchrone, résilience, flexibilité

**Quand l'utiliser?** Systèmes temps réel, IoT, e-commerce, systèmes complexes

## Les 3 composants :

- ① **MODÈLE** : Les données, la logique métier, les règles de validation
- ② **VUE** : L'interface utilisateur, l'affichage, les formulaires
- ③ **CONTRÔLEUR** : Reçoit les demandes, interroge le modèle, choisit la vue

## Les 2 Variantes :

- **MVC Push (Action-Based)** : Le contrôleur **pousse** les données vers la vue (ex : Spring MVC)
- **MVC Pull (Component-Based)** : La vue **tire** les données du modèle (ex : JSF)

**Quand l'utiliser ?** Applications web traditionnelles, applications desktop, frameworks (Spring MVC, Django)

# Architecture Domain-Driven Design (DDD)

**C'est quoi ?** Une approche qui met le **domaine métier** au cœur de l'architecture.

## Concept clé : Bounded Context

- Un « Bounded Context » = un **contexte métier** bien délimité
- Chaque contexte a son propre **modèle** et son propre **langage**

## Concepts DDD :

- ➊ **Entities** : Objets avec identité unique (ex : Client avec ID)
- ➋ **Value Objects** : Objets sans identité (ex : Adresse)
- ➌ **Aggregates** : Groupe d'objets traités comme une unité (ex : Commande + Lignes)
- ➍ **Repositories** : Accès aux données (ex : ClientRepository)
- ➎ **Services** : Opérations qui ne rentrent pas dans les entités (ex : CalculateurDePrix)

**Quand l'utiliser ?** Domaine métier complexe, grandes applications d'entreprise, collaboration avec experts métier

# Tableau Comparatif des Architectures

Architecture	Complex.	Scala.	Maint.	Coût	Quand l'utiliser ?
Monolithique	Faible	Faible	Faible	Faible	Petites applis
Monolith. Modulaire	Moyenne	Moyenne	Bonne	Faible	Applis moyennes
Client-Serveur	Moyenne	Faible	Moyenne	Moyen	Apps entreprise
N-Tiers	Moyenne	Bonne	Moyenne	Moyen	Sites web
En Couches	Faible	Moyenne	Bonne	Faible	Plupart applis
Microservices	Élevée	Excell.	Moyenne	Élevé	Grandes applis
SOA	Élevée	Bonne	Faible	Élevé	Grandes entr.
Hexagonale	Moyenne	Moyenne	Excell.	Moyen	Apps complexes
Event-Driven	Élevée	Excell.	Moyenne	Moyen	Temps réel, IoT
MVC	Faible	Moyenne	Bonne	Faible	Apps web class.
DDD	Élevée	Moyenne	Bonne	Élevé	Domaine complexe

# **Cartographie de l'Architecture Logicielle**

# Pourquoi Cartographier ?

**Cartographier une architecture** = créer des **plans** et des **schémas** pour :

- **Comprendre** l'existant
- **Communiquer** avec les équipes
- **Documenter** pour le futur
- **Décider** des évolutions

## Analogie

Comme un plan de ville :

- Pour comprendre où sont les rues
- Pour expliquer un trajet
- Pour planifier de nouvelles routes

# Les 3 Vues d'Architecture (selon UML)

UML (Unified Modeling Language) propose 3 vues pour cartographier une architecture :

## ① VUE LOGIQUE (Logical View)

- **But** : Montrer l'organisation **conceptuelle** du système
- **Diagramme UML** : Diagramme de Packages

## ② VUE D'IMPLÉMENTATION (Implementation View)

- **But** : Montrer les **composants physiques** et leurs connexions
- **Diagramme UML** : Diagramme de Composants

## ③ VUE DE DÉPLOIEMENT (Deployment View)

- **But** : Montrer où les composants sont **physiquement installés**
- **Diagramme UML** : Diagramme de Déploiement

# Diagramme de Packages (Vue Logique)

C'est quoi ? Un package = un dossier qui regroupe des éléments liés.

## Exemple : Application E-commerce

- Package **Clients** : Service + Repository
- Package **Commandes** : Service + Repository (dépend de Clients et Produits)
- Package **Produits** : Service + Repository
- Package **Paiements** : Service + Repository (dépend de Clients)
- Package **Infrastructure** : Database, Email, Logging

## Signification

- Le package « Commandes » dépend de « Clients » (une commande a un client)
- Le package « Commandes » dépend de « Produits » (une commande contient des produits)
- Tous dépendent de « Infrastructure » (pour accéder à la BD, envoyer des emails...)

# Diagramme de Composants (Vue d'Implémentation)

## Exemple : Architecture Web 3-Tiers

### Couche Présentation :

- Frontend (React) : Components + Pages

### Couche Application : (via HTTP/REST)

- Backend API (Spring Boot) : Controllers + Services

### Couche Données : (via JDBC)

- Database (PostgreSQL) : Tables + Views

### Composants externes :

- Stripe API (Paiements)
- SendGrid API (Emails)

# Diagramme de Déploiement (Vue Physique)

**Exemple : Déploiement Cloud (AWS)**

**Internet → Load Balancer (AWS ELB)**

**3 Serveurs Web :**

- EC2 Instance 1, 2, 3 : app.jar (Spring Boot)

**Base de données :**

- RDS Database (PostgreSQL) : ecommerce\_db

**Autres nœuds :**

- S3 Bucket (Stockage de fichiers)
- CloudFront (CDN pour les images)

# Diagrammes Complémentaires

## Diagramme de Classes (pour la vue détaillée)

- Pour zoomer dans un module et voir les classes
- **Exemple :** Classe Commande avec attributs (id, date, client, statut) et méthodes (calculerTotal, valider, annuler)
- Relation avec classe LigneCommande

## Diagramme de Séquence (pour les interactions)

- Pour montrer comment les composants interagissent dans le temps
- **Exemple :** Processus « Passer une commande » :
  - Utilisateur → Interface → Contrôleur → ServiceCommande → Repository → BD
  - Puis retour avec confirmation

# Outils de Cartographie

## Outils de Modélisation UML :

- Enterprise Architect (professionnel, payant)
- Visual Paradigm (complet, payant)
- StarUML (gratuit, open source)
- PlantUML (code as diagram, gratuit)
- Draw.io / diagrams.net (gratuit, en ligne)
- Lucidchart (en ligne, freemium)

## Outils spécialisés Architecture :

- Archimate (pour l'architecture d'entreprise)
- C4 Model (pour l'architecture logicielle moderne)
- Structurizr (architecture as code)

# Le Modèle C4 (Moderne et Simplifié)

Le **modèle C4** est une approche moderne pour cartographier les architectures.

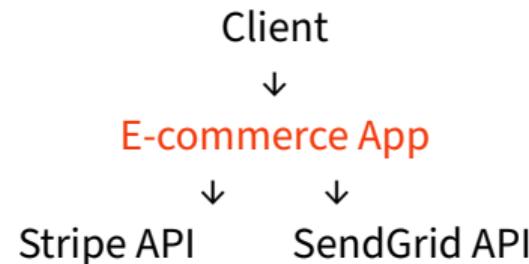
## Les 4 Niveaux du C4 :

- ① **Context (Contexte)** : Vue d'ensemble - qui utilise le système et avec quoi il interagit
- ② **Containers (Conteneurs)** : Les applications et les bases de données
- ③ **Components (Composants)** : Les modules à l'intérieur d'un conteneur
- ④ **Code** : Les classes et leurs relations (diagrammes de classes UML)

# Modèle C4 : Niveau 1 - Context

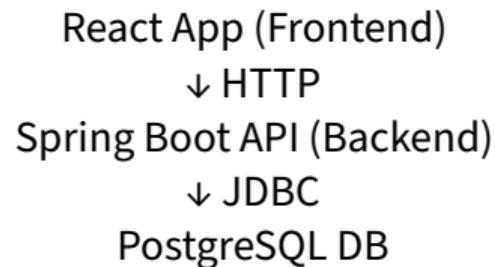
**Vue d'ensemble :** qui utilise le système et avec quoi il interagit.

**Exemple E-commerce :**



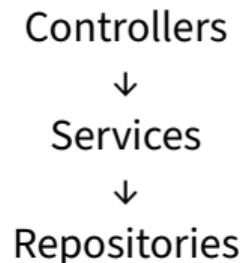
## Les applications et les bases de données

**Exemple E-commerce :**



**Les modules à l'intérieur d'un conteneur**

**Exemple : Spring Boot API**



## Les classes et leurs relations

C'est le niveau le plus détaillé : on utilise les diagrammes de classes UML classiques.

### Exemple :

- Classe CommandeController
- Classe CommandeService
- Classe CommandeRepository
- Classe Commande
- Classe LigneCommande

# Exemple Complet : Cartographie E-commerce

## Étape 1 : Vue Logique (Packages)

- com.shop.customers : Customer, CustomerService, CustomerRepository
- com.shop.products : Product, ProductService, ProductRepository
- com.shop.orders : Order, OrderLine, OrderService, OrderRepository
- com.shop.payments : Payment, PaymentService, StripeAdapter
- com.shop.infrastructure : database, email, logging

## Étape 2 : Vue d'Implémentation (Composants)

- shop-frontend.war (Application React)
- shop-backend.jar (API Spring Boot)
- shop-database (PostgreSQL)
- Composants externes : Stripe API, SendGrid API, AWS S3

## Étape 3 : Vue de Déploiement (Infrastructure)

### Production :

- 3 serveurs web (EC2)
- 1 load balancer (AWS ELB)
- 1 serveur base de données (RDS PostgreSQL)
- 1 bucket S3 (images)
- 1 CloudFront (CDN)

### Développement :

- 1 laptop développeur
- 1 base de données locale (Docker)

# Conclusion

Nous avons fait un **voyage complet** dans l'univers de l'architecture logicielle!

## Ce que nous avons appris :

- ① **L'Architecture Logicielle** = Comment organiser le code d'une application
- ② **Les Principes Fondamentaux** : Abstraction, Encapsulation, Séparation des responsabilités
- ③ **La Démarche en 4 Étapes** : Analyser → Définir → Concevoir → Valider
- ④ **Les 2 Vues Essentielles** : Couches (logique) et Niveaux (physique)
- ⑤ **Les Types d'Architectures** : Monolithique, Microservices, SOA, Hexagonale...
- ⑥ **La Cartographie** : Diagrammes de Packages, Composants, Déploiement

## 1. Il n'y a pas UNE seule bonne architecture

- Chaque architecture a ses avantages et inconvénients
- Le choix dépend : de la taille de l'application, de l'équipe, des besoins de performance, du budget, du temps

## 2. On peut combiner plusieurs architectures

- Architecture en Couches (organisation du code)
- + Pattern MVC (pour la présentation)
- + Architecture Hexagonale (pour isoler le métier)
- + Déploiement N-Tiers (pour la scalabilité)

## 3. L'architecture évolue avec le temps

- On peut commencer simple et évoluer :
- Monolithique → Monolithique Modulaire → Microservices

## 4. La qualité de l'architecture est cruciale

### Bonne architecture

- ✓ Code facile à comprendre
- ✓ Code facile à modifier
- ✓ Code facile à tester
- ✓ Application performante
- ✓ Application sécurisée

### Mauvaise architecture

- ✗ Code spaghetti
- ✗ Bugs en cascade
- ✗ Impossible d'ajouter des fonctionnalités
- ✗ Équipe frustrée

## Pour les Débutants :

- Bien comprendre les **couches** (Présentation, Métier, Données)
- Apprendre le **pattern MVC**
- Pratiquer la **séparation des responsabilités**

## Pour les Intermédiaires :

- Approfondir l'**architecture en Couches** (5 couches)
- Maîtriser les **Design Patterns** (Repository, Singleton, Observer...)
- Découvrir l'**architecture Hexagonale**

## Pour les Avancés :

- Explorer les **Microservices**
- Approfondir le **Domain-Driven Design (DDD)**
- Maîtriser l'**Event-Driven Architecture**

# Ressources pour Continuer

## Livres :

- « Clean Architecture » - Robert C. Martin
- « Domain-Driven Design » - Eric Evans
- « Building Microservices » - Sam Newman
- « Patterns of Enterprise Application Architecture » - Martin Fowler

## Sites Web :

- <<https://martinfowler.com/>> (articles sur l'architecture)
- <<https://microservices.io/>> (patterns microservices)
- <<https://c4model.com/>> (modélisation d'architecture)

## Pratique :

- Créez de petits projets
- Refactorez du code existant
- Lisez du code open source
- Participez à des code reviews

# Mot de la Fin

L'architecture logicielle, c'est comme construire une maison

- On ne met pas le toit avant les fondations
- On planifie avant de construire
- On peut rénover et améliorer avec le temps
- Une bonne architecture dure des années

Mais surtout

*« La meilleure architecture est celle qui répond aux besoins actuels tout en permettant l'évolution future »*

# N'oubliez pas

- **Commencez simple** (KISS : Keep It Simple, Stupid)
- **N'ajoutez de la complexité que quand c'est nécessaire** (YAGNI : You Ain't Gonna Need It)
- **Refactorez régulièrement** (amélioration continue)

# Mission Accomplie

## **Vous savez maintenant :**

- ✓ Ce qu'est l'architecture logicielle
- ✓ Pourquoi c'est important
- ✓ Comment la concevoir
- ✓ Quels types d'architectures existent
- ✓ Comment la cartographier

**Félicitations !**

Vous êtes maintenant capable de comprendre et de discuter d'architecture logicielle comme un pro !

## Annexe : Glossaire des Termes Principaux

<b>Terme</b>	<b>Définition Simple</b>
Abstraction	Cacher les détails compliqués
API	Interface pour communiquer avec un système
Couplage	Degré de dépendance entre modules
Cohésion	Degré de liaison entre éléments d'un module
Composant	Morceau de code réutilisable
Design Pattern	Recette pour résoudre un problème courant
Framework	Boîte à outils de développement
Microservices	Architecture avec plein de petits services indépendants
Monolithe	Application d'un seul bloc
Repository	Gestionnaire d'accès aux données
Scalabilité	Capacité à gérer plus de charge

**Merci pour votre attention !**

Questions?