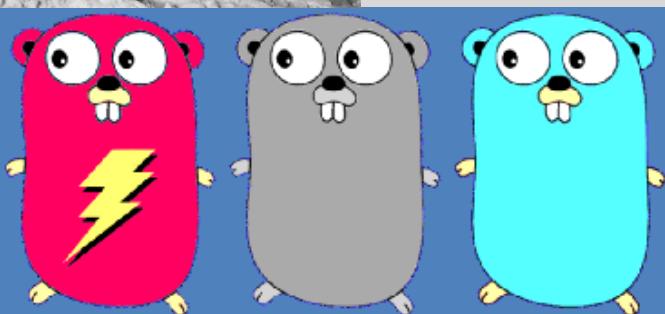




UNIVERSITÉ DE  
VERSAILLES  
ST-QUENTIN-EN-YVELINES  
**université** PARIS-SACLAY



#7  
23/01/2026  
jean-michel.batto@cea.fr



[https://gogs.eldarsoft.com/M2\\_IHPS](https://gogs.eldarsoft.com/M2_IHPS)

# Les patrons / patterns

Les 23 patterns :

	Creational	Structural	Behavioral
Class	Factory Method	⑯ Adapter (class) ⑰ Adapter (object)	⑲ Interpreter ⑳ Template Method
Object	Abstract Factory	⑰ Adapter (object)	⑪ Chain of Responsibility
	⑭ Builder	Bridge	⑫ Command
	⑯ Prototype	⑮ Composite	⑬ Iterator
	Singleton	⑩ Decorator	⑭ Mediator
		⑪ Facade	⑮ Memento
		⑯ Flyweight	⑭ Observer
		⑭ Proxy	⑬ State
			⑭ Strategy
			⑮ Visitor

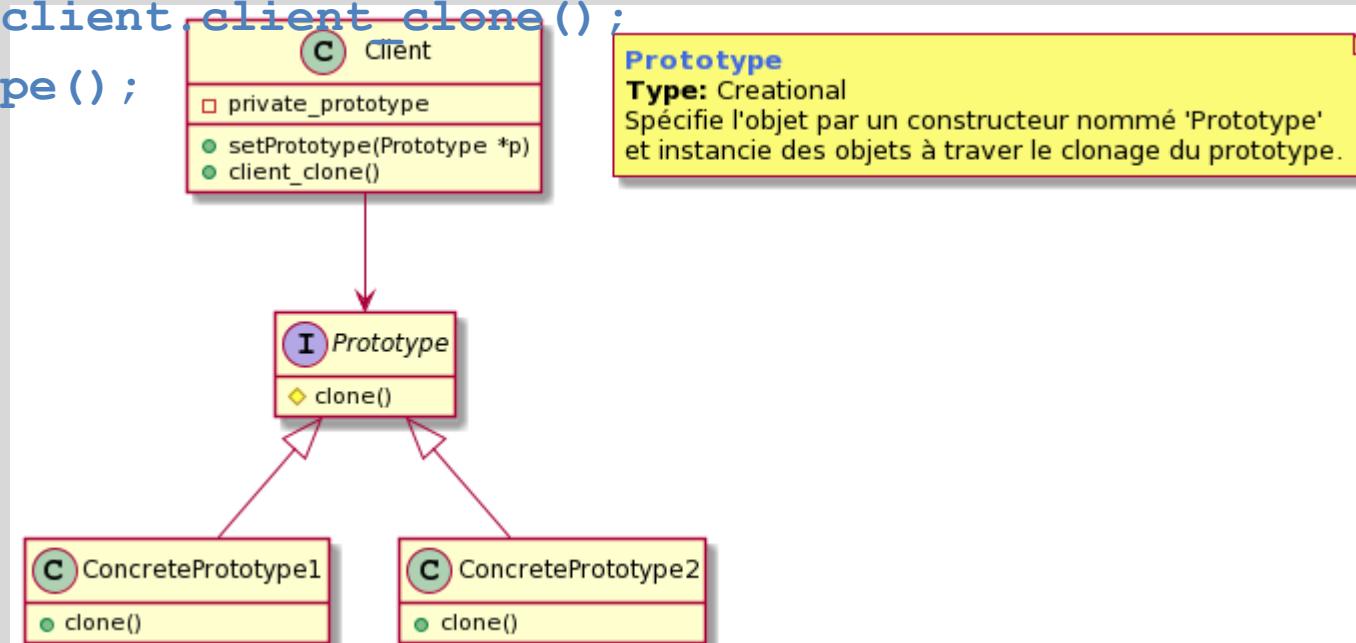
Typologie	Nom du Design Pattern	Ce qui doit être ajuster	verbe	composition sous jacente	mélange de classes ?
Creational	<b>Abstract Factory</b>	famille d'objets dépendants		structure	non
	<b>Builder</b>	Comment créer un objet composite dont la structure du composite est indépendante		liste	non
	<b>Factory Method</b>	Sous classe d'un objet qui est instanciée sans connaitre la classe ancêtre (connaissance retardée)			filtrage vtab
	<b>Prototype</b>	Classe d'objet qui est instanciée grâce à un constructeur de copie	copie=verbe	liste	non
	<b>Singleton</b>	La seule instance d'une classe	copie=o=verbe		non
Structural	<b>Adapter</b>	accède à un objet en modifiant l'interface			non
	<b>Bridge</b>	Fait l'implémentation d'un objet par découplage	découplage		non
	<b>Composite</b>	structure et composition d'un objet vue de manière uniforme		arbre	non
	<b>Decorator</b>	Responsabilité d'un objet sans héritage - ajout dynamique			filtrage vtab
	<b>Facade</b>	Exposer une interface à un sous-système			filtrage vtab
	<b>Flyweight</b>	cout de stockage d'un objet, partage de l'état	état=verbe	liste	non
	<b>Proxy</b>	Comment un objet est accédé, son emplacement (mémoire, disque) - effet miroir		queue	non
Behavioral	<b>Chain of Responsibility</b>	Un objet qui peut répondre à une demande avec découplage	découplage	queue	filtrage vtab
	<b>Command</b>	quand et comment une commande peut être faite - la commande devient un objet		structure	non
	<b>Interpreter</b>	grammaire et interprétation d'un objet			non
	<b>Iterator</b>	se déplacer dans une structure d'objet sans en connaître le détail		liste	filtrage vtab
	<b>Mediator</b>	Comment et avec quels objets sont décrites les interactions			non
	<b>Memento</b>	Quelles sont les informations privées qui sont stockées à part et quand?	état=verbe	état (queue=infinie)	non
	<b>Observer</b>	l'effectif des objets observés et quand s'effectue la mise à jour		queue	non
	<b>State</b>	les états d'un objet sont des variables, avec un handler()	état=verbe	structure	filtrage vtab
	<b>Strategy</b>	un algorithme	extension=verbe	structure	filtrage vtab
	<b>Template Method</b>	les étapes/squelette d'un algorithme		structure	non
	<b>Visitor</b>	les opérations élémentaires sont appliquées à un objet sans modifier sa classe		liste	non

# Creational / Prototype

Création de nouveaux objets par copie d'un modèle

<https://godbolt.org/z/M87PrKxrh>

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    Client client;
    client.setPrototype(new ConcretePrototype1);
    Prototype *p1 = client.client_clone();
    p1->checkPrototype();
    client.setPrototype(new ConcretePrototype2);
    Prototype *p2 = client.client_clone();
    p2->checkPrototype();
}
```

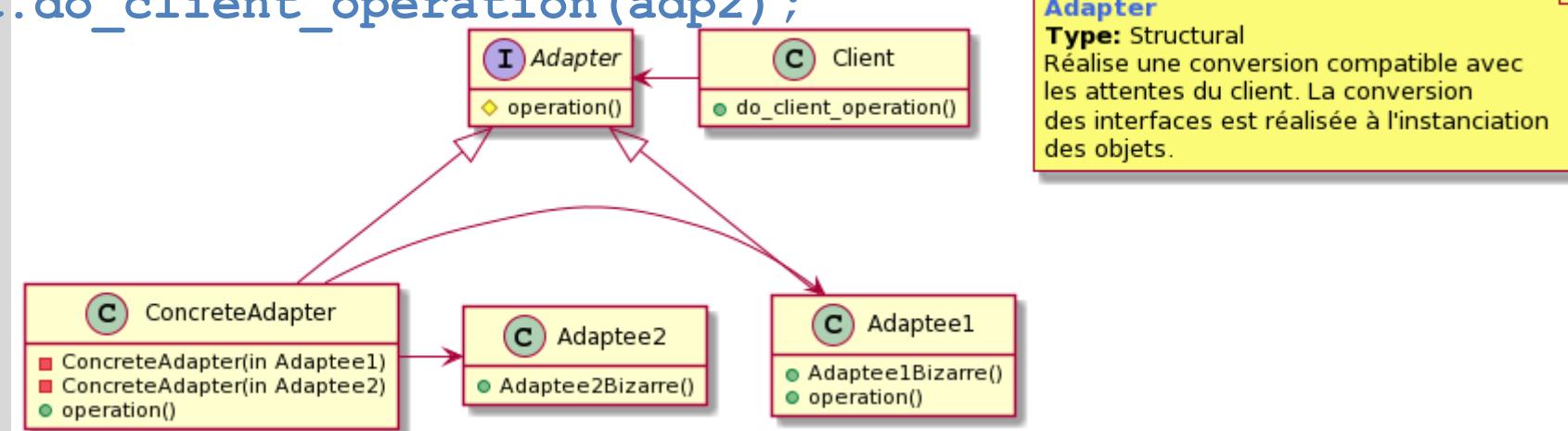


# Structural / Adapter

Convertir l'interface d'une classe

<https://godbolt.org/z/xj6reoaGd>

```
int main() {
    Client client;
    std::cout << "new Adaptee1" << std::endl;
    ConcreteAdapter adp1(new Adaptee1());
    client.do_client_operation(adp1);
    std::cout << "new Adaptee2" << std::endl;
    ConcreteAdapter adp2(new Adaptee2());
    client.do_client_operation(adp2);
}
```

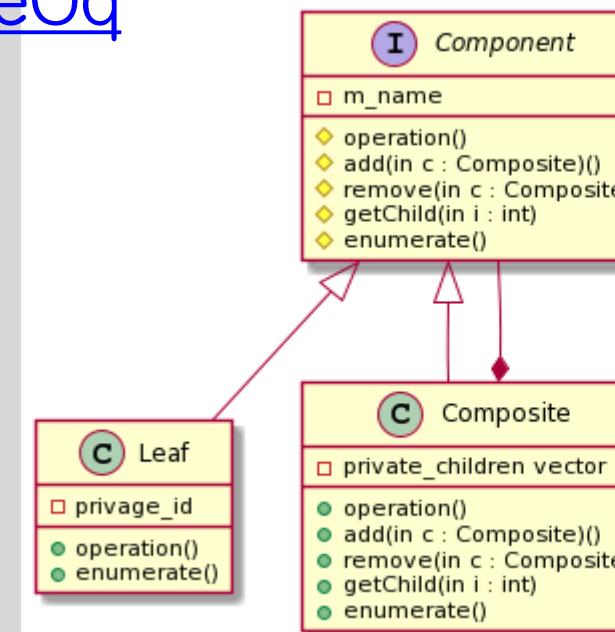


# Structural / Composite

Représentation de hiérarchies d'objets vus de manière uniforme par le client

<https://godbolt.org/z/ooK67xeGq>

```
int main() {
    Composite composite;
    composite.group("principal");
    for (unsigned int i = 0; i < 3; ++i) {
        composite.add(new Leaf(i));
    }
    Composite composite2;
    composite2.group("secondaire");
    composite.add(&composite2);
    composite.remove(0);
    composite.operation();
    Component *component1 = composite.getChild(0);
    component1->operation();
    Component *component2 = composite.getChild(3);
    component2->operation();
    composite.enumerate();
}
```



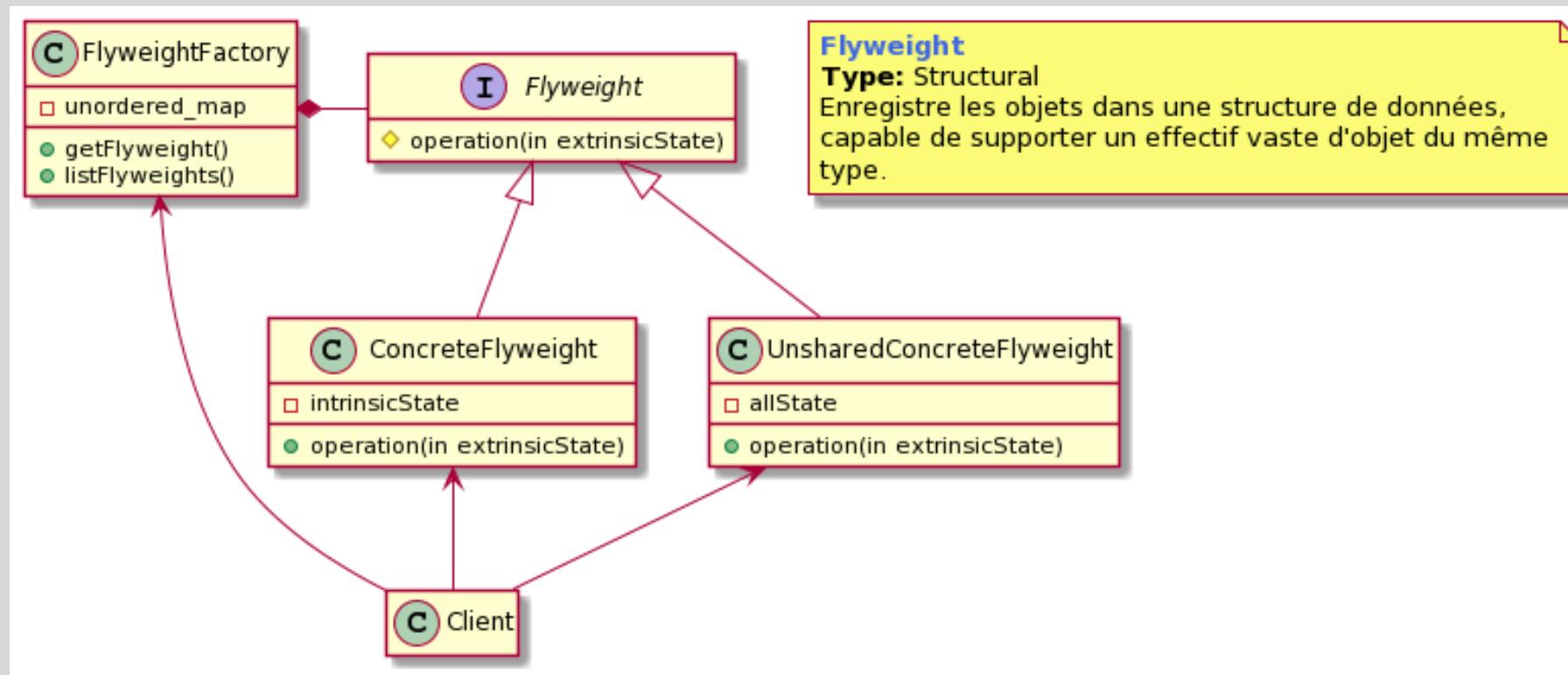
## Composite

**Type:** Structural  
Assemblage d'objets dans une structure arborescente, l'idée est de banaliser l'accès - unitaire ou de groupe d'objet.

# Structural / Flyweight

Partager l'état extrinsèque - factorisation

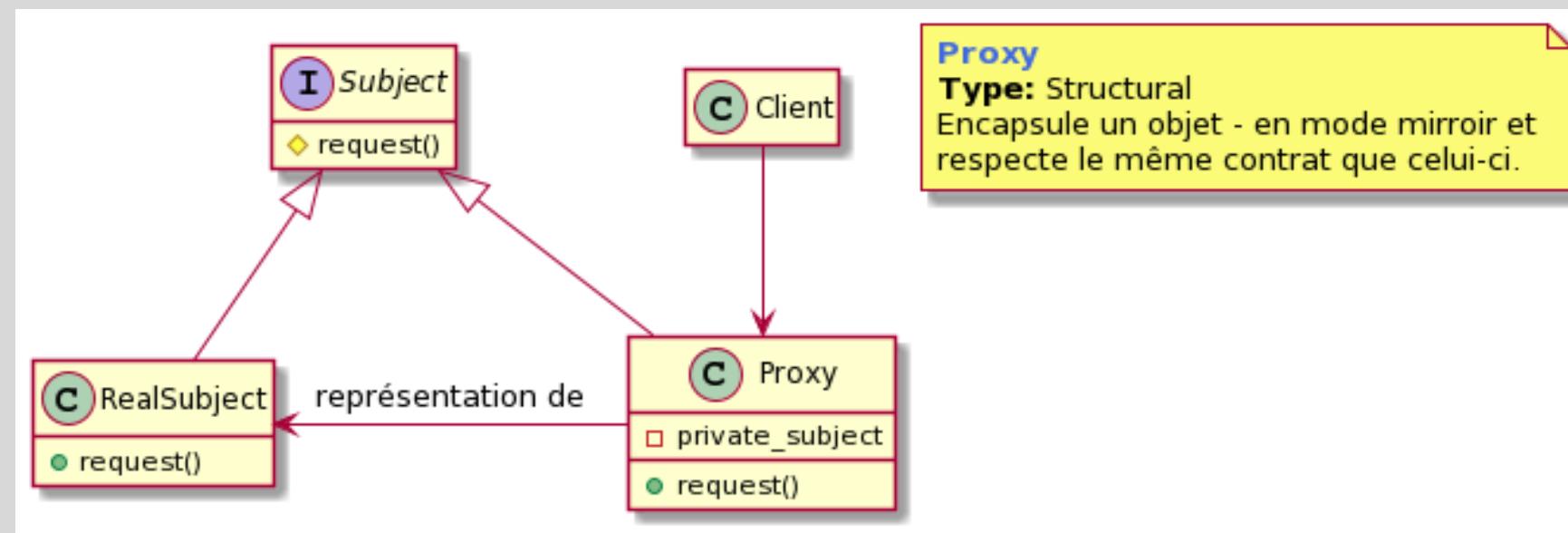
<https://godbolt.org/z/xEfWhT7zc>



# Structural / Proxy

Objet miroir d'un autre objet plus lointain

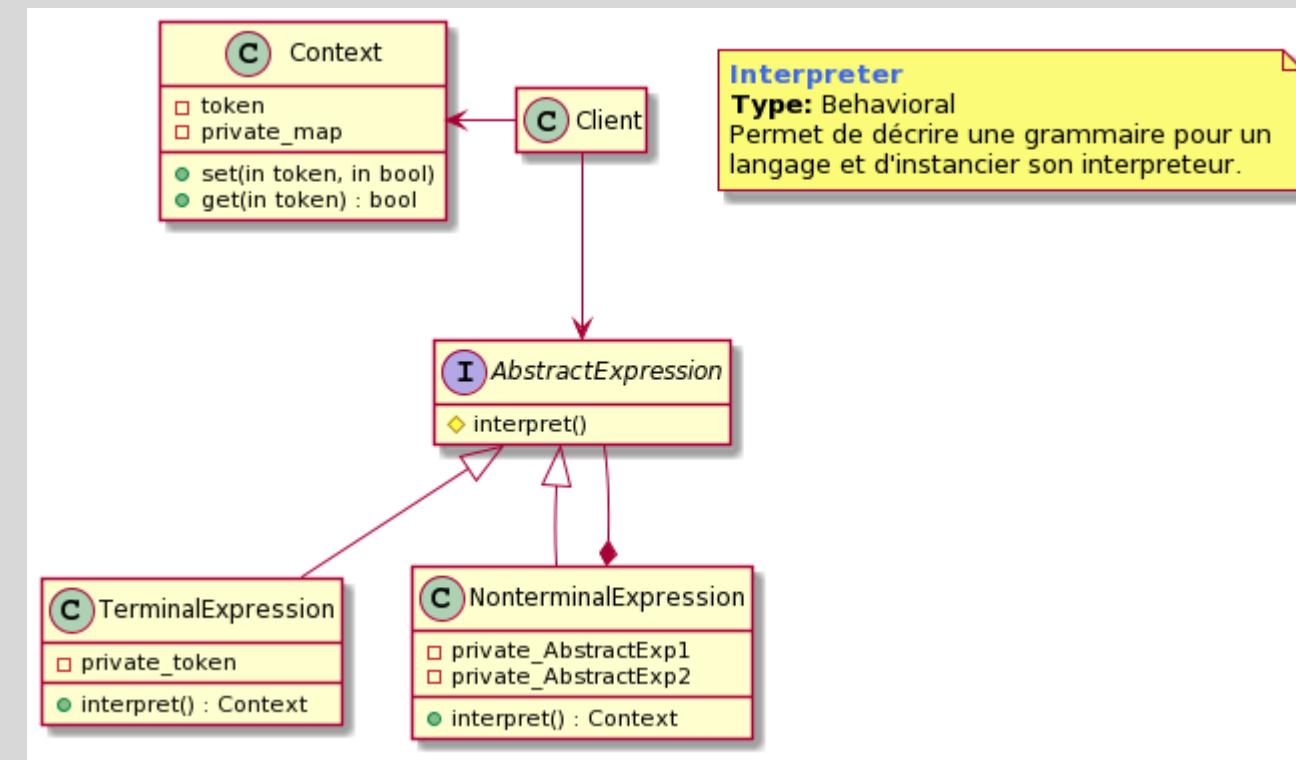
<https://godbolt.org/z/cTbP35sd4>



# Behavioral / Interpreter

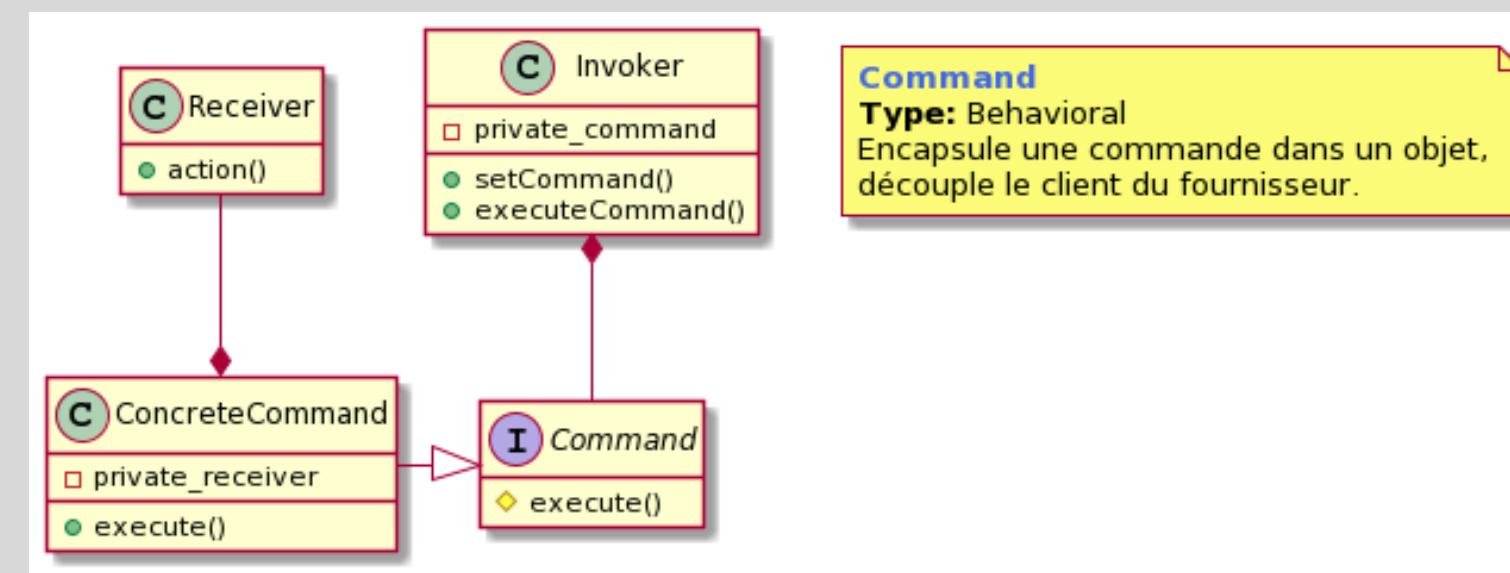
Décrit un interpréteur – utile pour un moteur d'état

<https://godbolt.org/z/oes9M9bbT>



# Behavioral / Command

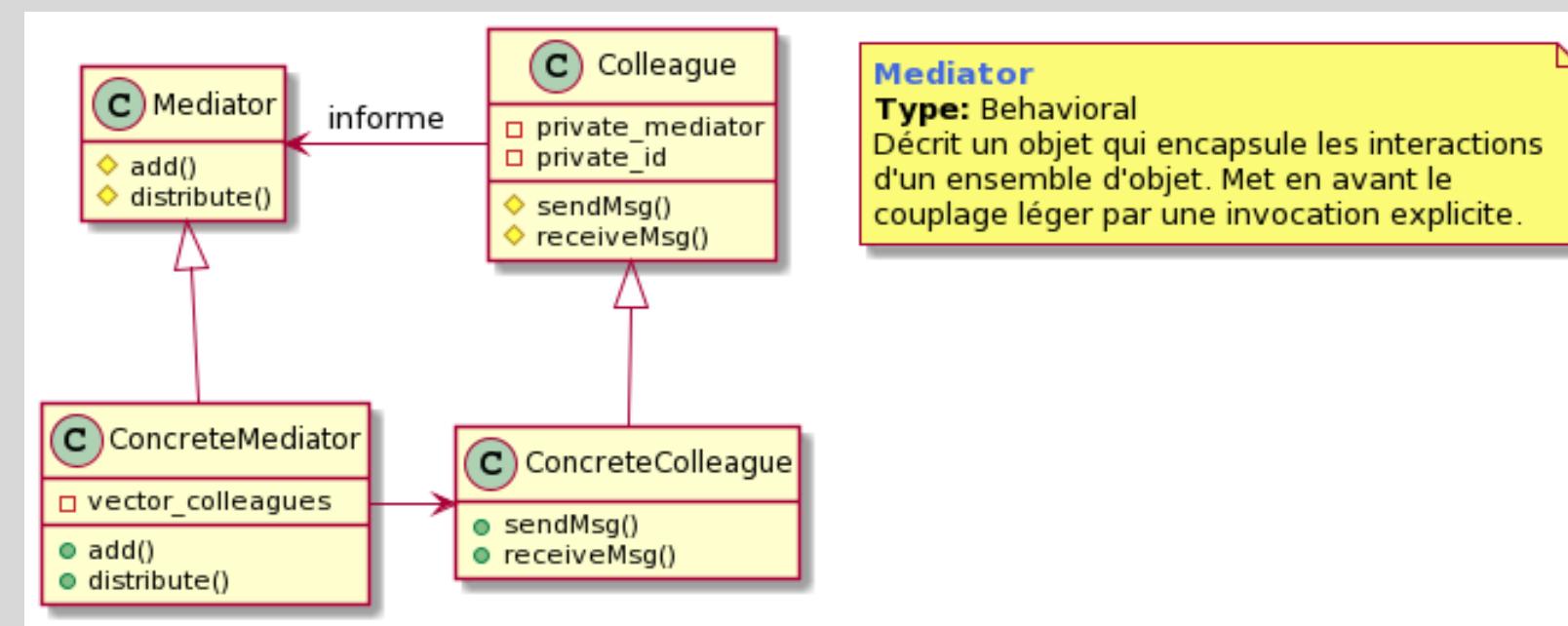
Range une commande dans un objet, découple le client du fournisseur  
<https://godbolt.org/z/GMcKodP9G>



# Behavioral / Mediator

Permet le couplage léger

<https://godbolt.org/z/o5Ene01sG>



# Comment appliquer les 23 patterns?

Biblio → Exploring Game Architecture Best-Practices 2011.pdf

<https://doi.org/10.1145/1984674.1984682>

Exploring Game Architecture Best-Practices with Classic Space Invaders  
– 2011

→ Quels sont les patterns utiles d'après l'article?

## Quelques patterns à connaître

Singleton

Observer

Strategy

Adapter

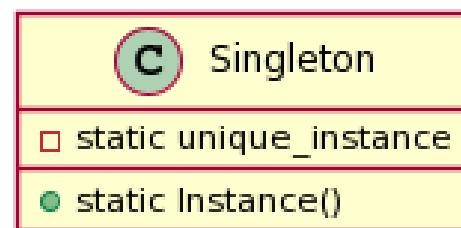
Facade

# Creational / Singleton

Classe qui ne donne qu'une seule instance

<https://godbolt.org/z/5916Mc6Ez>

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    Singleton *singleton = Singleton::Instance();
    singleton->checkSingleton();
    //we create a new singleton2 but...
    Singleton *singleton2 = Singleton::Instance();
    singleton2->checkSingleton();
}
```

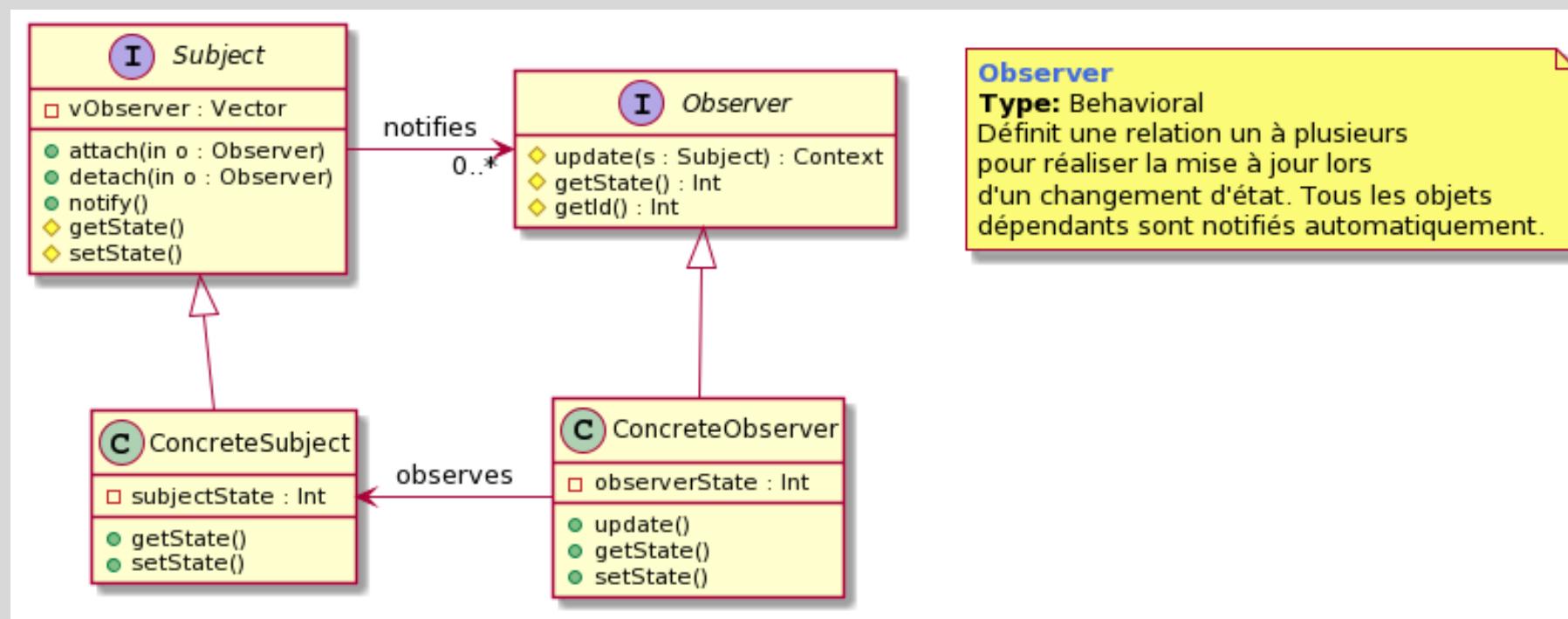


**Singleton**  
**Type:** Creational  
Classe qui ne peut avoir qu'une seule instance et qui donne une point d'accès global.

# Behavioral / Observer

<https://godbolt.org/z/qMKrsoY7M>

Dépendance Publish-Subscribe, idée de queue

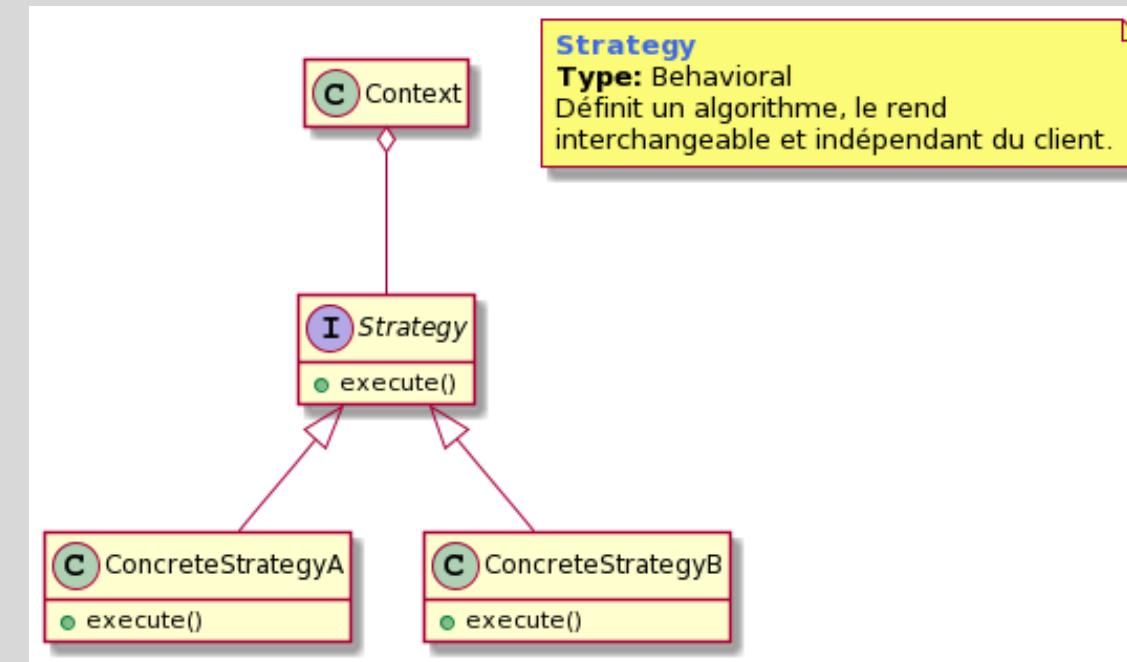


# Behavioral / Strategy

<https://godbolt.org/z/zbaK3Wr5T>

```
int main() {  
    Context context(new ConcreteStrategyB());  
    context.execute();  
}
```

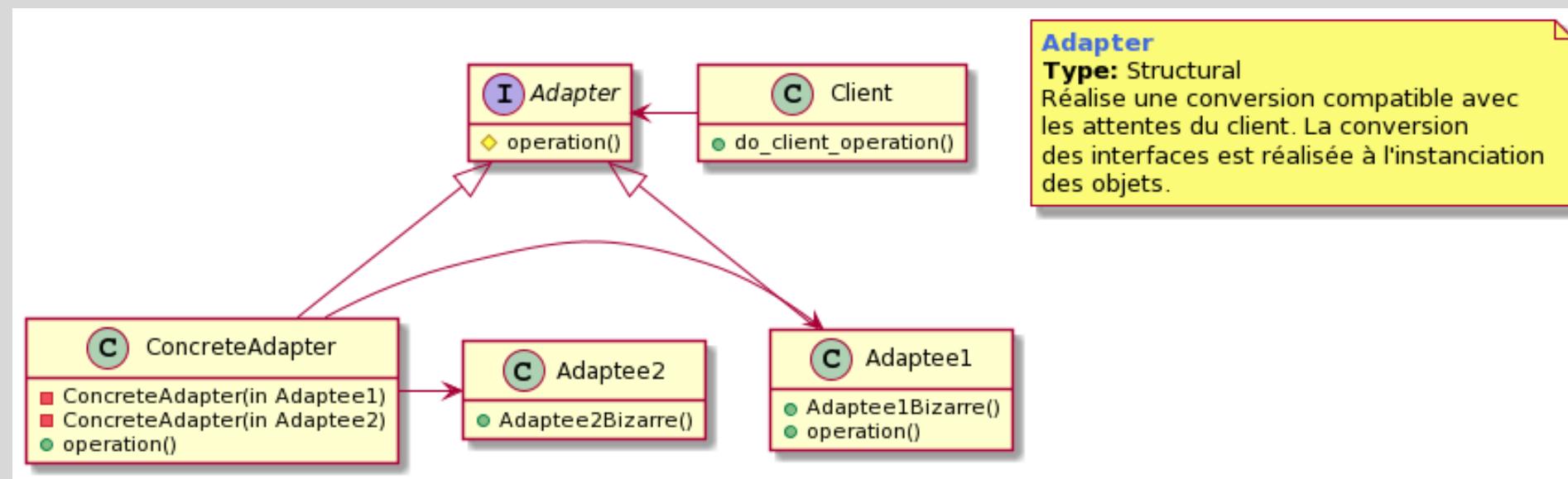
→ algorithme



# Structural / Adapter

Convertir l'interface d'une classe

<https://godbolt.org/z/xj6reoaGd>



# Structural / Facade

Interface de sous-système simplifiée

<https://godbolt.org/z/oWTWTaPc3>

**private:**

```
SubSystem1 *subsystem1;
SubSystem2 *subsystem2;
SubSystem3 *subsystem3;
SubSystem4 *subsystem4;
```

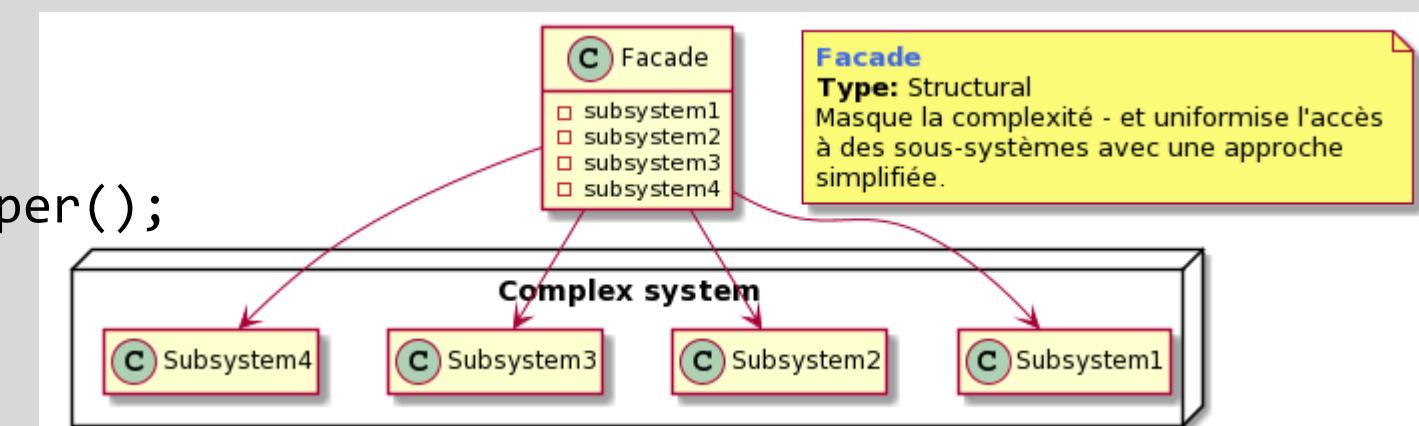
**};**

**int main()** {

    Facade facade;

    facade.operationWrapper();

}



Build

SFD - Recette

Livrailles Dev / Préprod / Prod

Run

PRA

MCO

MCS

# Codage et bonnes pratiques

Penser sa communication (comment partager ses idées d'architecture)

Organiser son code / Organisation fonctionnelle

Stocker ses données

Organiser ses données

Techniques de mise en cache

Patrons de conception cloud

Configurations du code

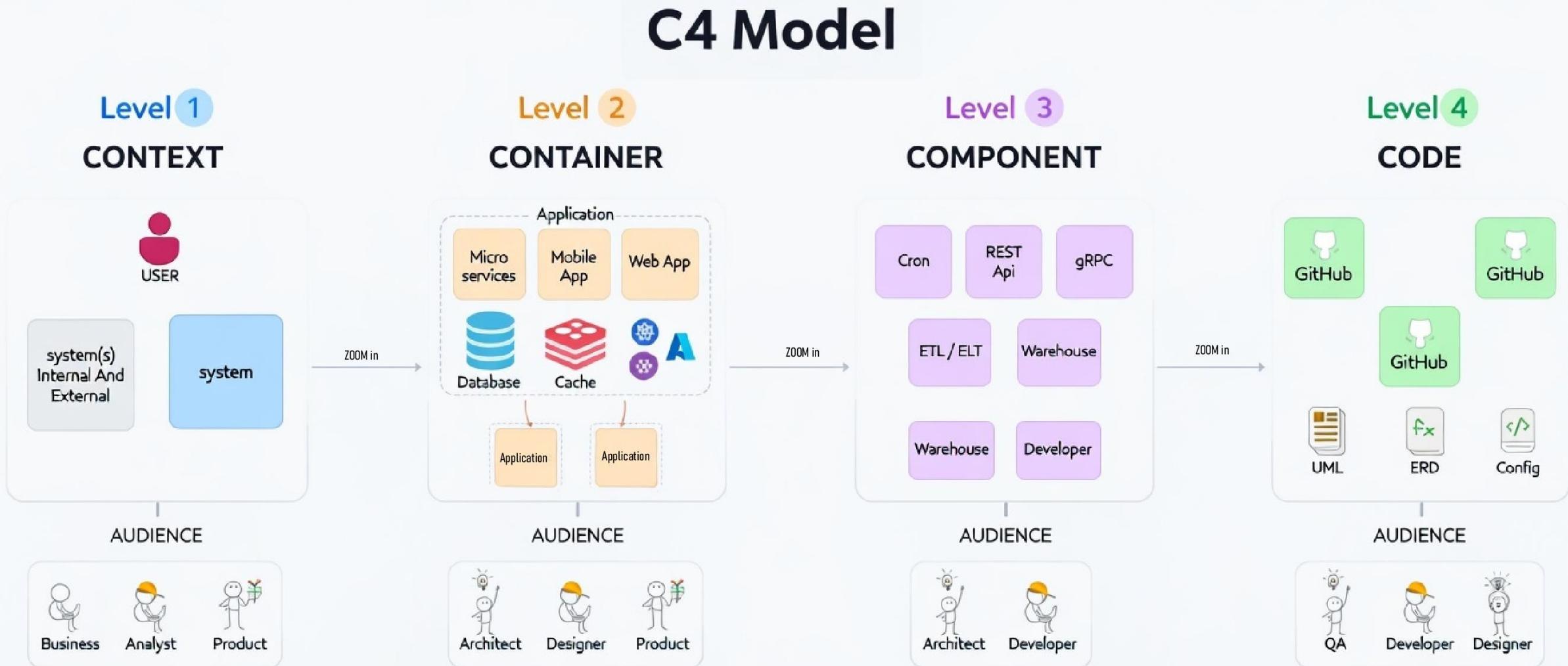
Observabilité / Journalisation / Log / Traces

Cocomo

Chiffrage / Devisage

# La représentation d'architecture C4

Le modèle C4 est une technique de modélisation graphique allégée pour les architectures logicielles, basée sur une décomposition hiérarchique en quatre niveaux : contexte, conteneurs, composants et code.



## Organisation ses répertoires:

Avoir une règle de nommage

Eviter les déséquilibres

Identifier les tests et la documentation

Penser à l'impact de l'arborescence dans le git

## Bonnes pratiques de créations de paquets

## Organisation fonctionnelle : le modèle hexagonal

# Bonnes pratiques de créations de paquets

Organiser en paquets nommés par le service rendu, pas le contenu

Publier le strict minimum nécessaire aux utilisateurs

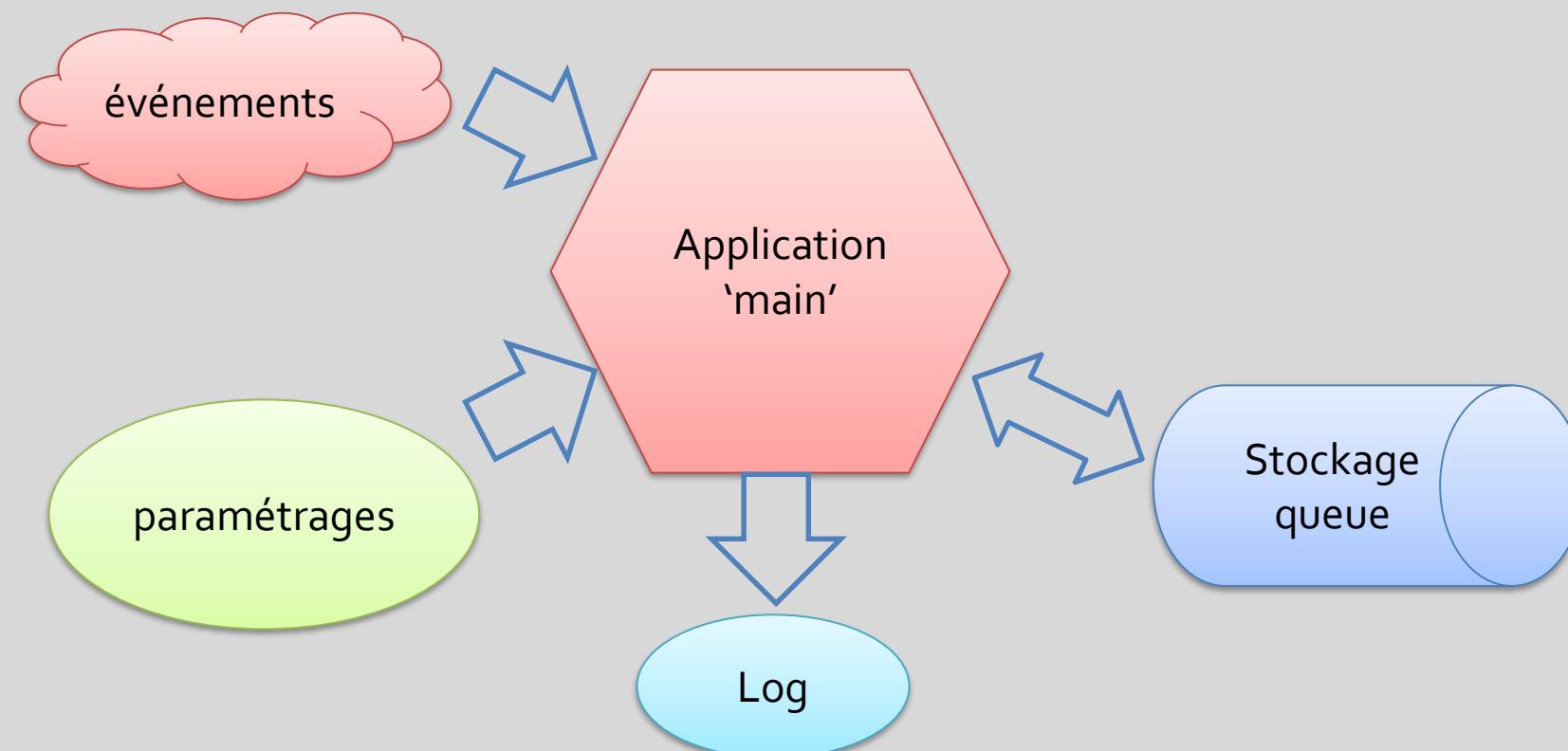
Privilégier la simplicité d'API à la multiplicité de réglages nécessaires

Fournir des erreurs typées et documentées

Prévoir une version des paquets pour l'utilisation concurrente – avec un nom type HPC.

Mettre un fichier README.md par paquet, avec une date de mise en développement, les auteurs éventuels, et une explication de l'usage du paquet.

La vision hexagonale – le « main » est au centre



## Principes SOLID (acronyme de 2004)

### Single responsibility

Une classe ne s'occupe que d'une chose à la fois

### Open–closed

Héritage, composition → ajout mais pas de retrait, et mécanisme de protection

### Liskov substitution

Un type spécialisé (heritage) doit pouvoir remplacer un type ancêtre

### Interface segregation

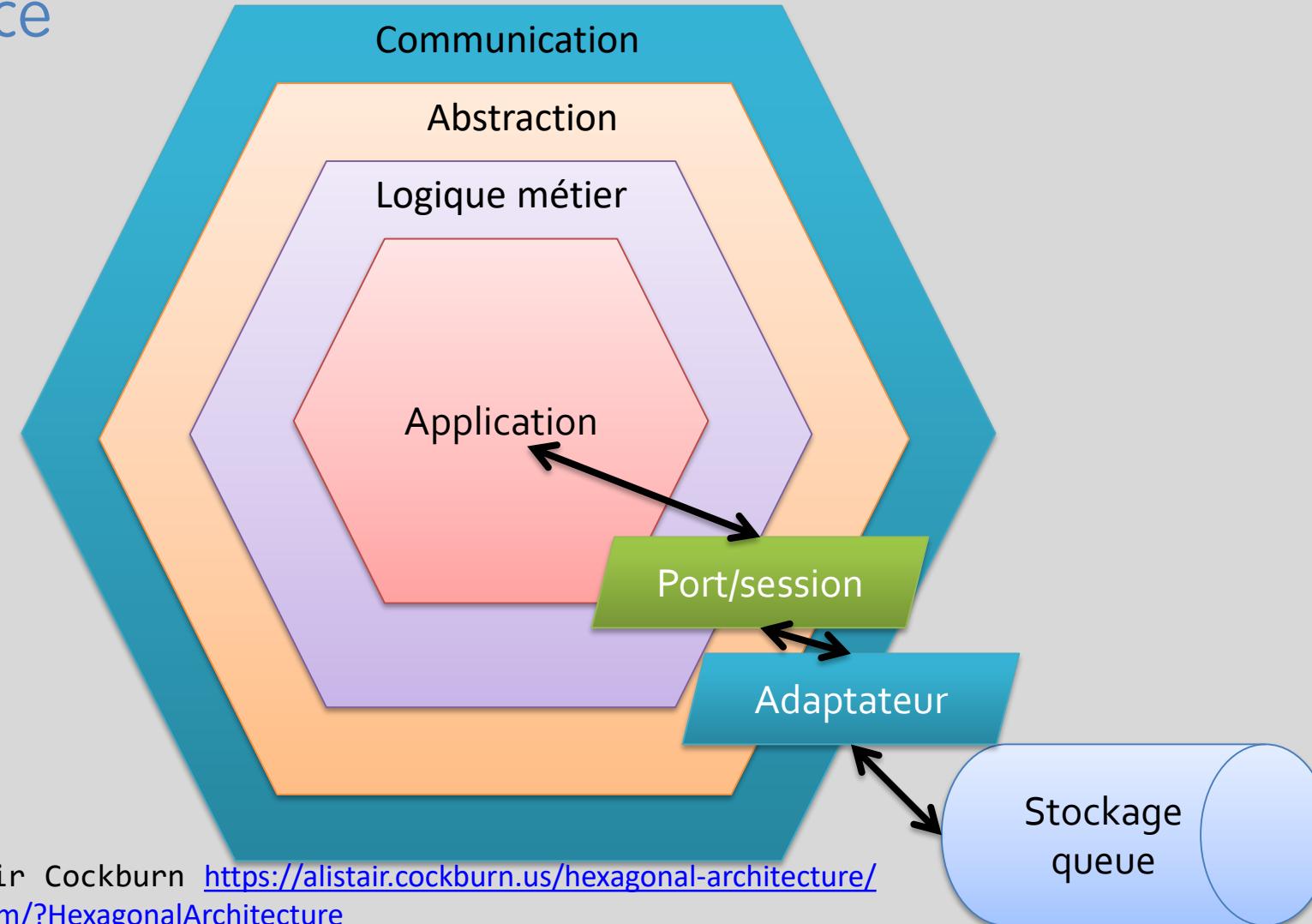
Un objet de dépend pas d'une interface qui ne le concerne pas

### Dependency inversion

Vision hexagonale (l'objet le plus conceptuel ne connaît pas le détail de l'objet concret), tout est passé par l'interface, pas de surcharge de classe concrete

# Organisation fonctionnelle, le modèle hexagonal

Le modèle hexagonal préfigure l'architecture par microservice



2005, Alistair Cockburn <https://alistair.cockburn.us/hexagonal-architecture/>  
<http://wiki.c2.com/?HexagonalArchitecture>

# Organisation fonctionnelle, le modèle hexagonal

Les couches externes importent les couches internes, jamais le contraire  
Chaque couche définit ses points d'intégration, dits "port", sous formes de types/classe – qui vont permettre la mise en place d'objets de service.  
On sépare les paquets.

- pour les consommateurs – avec le point d'exposition (par ex. http)
- pour les fournisseurs – avec la session (exemple: database/sql/driver)

Chaque couche peut se composer de plusieurs paquets, en particulier les hexagones

Un paquet ne fournit jamais plusieurs couches ou adaptateurs

Le stockage est défini par la logique intrinsèque des données (*data-driven*)  
Les autres stockages sont définis par les usages (*query-driven*)  
On sépare les services avec un mode CQRS =  
Command Query Responsibility Segregation

Par ex:

service d'acquisition et modification: intégrité, cohérence, normalisation

services de restitution: performance, scalabilité ⇒ dénormalisation

service de transformation: passer de l'un à l'autre, *streaming*

Event Sourcing: la source d'autorité est le flux d'événements complets multi-services

# Données structurées (SQL)

Les modèles de données sont transactionnelles. → moniteur transactionnel

La donnée est décrite à travers une relation et une entité (E/R) – avec des formes normales pour décrire les relations (Boyce-Codd formes normales).

1NF: tous les attributs de toute relation, ayant par définition une clé, sont atomiques (isolés)

pas de listes, pas de NULL

une adresse peut être non atomique: numéro, rue, code postal

2NF: la clef entière peut être un composite - une jointure. Aucun attribut n'appartenant pas à la clef ne dépend transitiivement d'un sous ensemble de la clef – on obtient une table étoile.

3NF: on factorise par rapport à 2NF – il s'agit de faire une table flocon.

Limitations:

Le principe de la normalisation n'est pas associée à la performance

La normalisation permet de décrire les contraintes d'intégrités

# Données déstructurées (NoSQL)

Dans une base relationnelle (il y a un moniteur transactionnel)

ACID: Atomic updates, Consistency, Isolation, Durability

Des répliques en lecture contiennent des copies potentiellement non intègres, et toujours en (léger) décalage avec la version de référence → contrainte Causale prise en charge par le moniteur transactionnel

Dans une base non-relationnelle, généralement répartie, les répliques peuvent être toutes incohérentes, et c'est assumé

Avec les systèmes de services indépendant, l'intégrité est limitée à chaque service. Le système global n'est plus que *eventually consistent*

Les efforts sont à porter sur la réduction de la fenêtre d'incohérence → contrainte Causale

Théorème CAP de Brewer (Consistency / Availability / Partition tolerance): aucun système réparti ne peut garantir à la fois pour tous ses noeuds la cohérence, la disponibilité, et la résistance au partitionnement) [https://en.wikipedia.org/wiki/CAP\\_theorem](https://en.wikipedia.org/wiki/CAP_theorem).

Deux à la fois sont possibles, choisir la solution selon la paire choisie

# Configurations du code → décrit l'évolution

Comment déployer des versions différentes de code simultanément ?

Feature flag (aka Feature Toggle): un mécanisme externe à l'application qui définit des variables lors de l'exécution des requêtes entrantes. A/B ou MVT (multivariant)

Composants:

Un stockage des règles de détermination des variables, voire une UI  
stockage des règles de classement des requêtes, de l'historique des évolutions, etc  
activation/désactivation, politique de rollout  
conservation des révisions, lien vers l'observabilité, documentation

Un proxy, interne ou externe, qui répartit les requêtes en groupes, ajoutant des headers appropriés:  
géociblage, authentification, tirage statistique, etc

Une bibliothèque qui détermine les flags actifs et la configuration de l'appli:  
au démarrage, puis en cours de fonctionnement par sondage du stockage,  
pour le support de la reconfiguration sans déploiement

L'application des configurations – modulaire et progressive : interne, beta, puis rampe  
jusqu'à 100%. Désactivation en cas de problème.

<https://martinfowler.com/articles/feature-toggles.html>

Les caches servent à limiter la consommation de ressources dans les applications, pour les protéger et permettre leur scalabilité horizontale.

## Caches de données

Hors application: dans la base de données, répliques en lecture pour décharger le serveur d'écriture. Problème: le retard de mise à jour.

Hors processus: serveurs dédiés: Memcached, Redis, AWS Elasticache

Résilience et scalabilité par sharding et réplication. Notion de hachage cohérent

En processus: cache statique

Filesystem : avoir une vision des accès aux fichiers (et décider où mettre le cache applicatif)

Il existe une hiérarchie des caches – on peut construire un benchmark théorique (Amdahl).

# Patron de conception Cloud : RPC

## Débuts du calcul réparti: RPC – Remote Procedure Call

L'appelant sérialise son message dans un format réseau

Le bibliothèque gère l'appel et la réception des résultats retour

Elle déserialise les résultats et revient, le tout synchrone

Peut être explicite (RPC) ou transparent avec des stubs générés (Corba)

Avantage: concept très simple, implémentations nombreuses: XML-RPC, SOAP, JSON-RPC

### Problèmes:

Compromis lisibilité (formats texte) vs performance (formats binaires)

Résistance aux pannes si centralisation du service?

Couplage fort entre appelant et appelé

Le choix actuel gRPC (car http/2). (google RPC)

<https://app.swaggerhub.com> → équivalent fonctionnel de github pour la définition des API/REST

# Patron de conception Cloud : bus événementiel

Modèle adapté aux applications découplées, asynchrone

Chaque service publie des messages et n'attend pas de réponse par défaut

Possibilité de surcouche implémentant un modèle requête/réponse

Mais plus de modèle "fonction distante"

Chaque service s'abonne (pub/sub) à des files d'attente (des "sujets") de son choix

Les formats de message sont définis extérieurement aux services, souvent en protobuf

Gestion de la garantie de délivrance: *at-least-once*, *at-most-once*, *exactly-once*, *ordered*

Les consommateurs ont plus ou moins de charge selon les garanties

Gestion de la tolérance aux pannes et de la persistance

Quelques files Apache Kafka, NATS, NSQ, RabbitMQ

Possible sans serveur séparé, avec ZeroMQ

# Patron de conception fonctionnelle

Un micro-service est un service traitant un seul contexte borné au sens DDD (data driven design).

Il est la source de vérité sur ses données

Lorsqu'il a des représentations de données d'autres contextes, la structure est la sienne

## Intégration de micro-services

Le paramétrage fin de la connectivité: IP, port, règles d'accès, etc, ne fait pas partie du "métier" d'un service

Définir des paramètres HTTP par défaut, limités à une seule connexion

Associer au service un *sidecar proxy* qui sera le seul à communiquer avec lui, et aura tous les accès, et sera en coupure avec l'extérieur

Le groupe de conteneurs (pod) associe les deux

L'orchestrateur (*service mesh*) agence les proxies sans connaître les applications

Il peut même fournir le coupe-circuit (*cf supra*) et un degré d'observabilité sans code applicatif

## Les 4 piliers de l'observabilité

Journaux: enregistrer du texte avec des paramètres

Métriques: compter, mesurer, répartir des grandeurs

Traces: enregistrer une pile d'appels virtuelle au-travers de services multiples

Et un quatrième: les alertes, transversales aux 3 autres.

## Observabilité et supervision (*monitoring*)

La supervision vise à observer des indicateurs d'un système, de toutes natures, avec pour but d'en détecter les anomalies à partir de manifestations extérieures (ex. charge CPU, espace disque saturé)

"Qu'est-ce qui ne va pas ? // Cybersécurité

L'observabilité vise à identifier l'état d'un système pour comprendre la raison des anomalies

# Journalisation

Déclenchement: lors d'un événement 2 grandes approches: texte non structuré sur stdout ou stderr, typique des applications conteneurisées en modèle 12-factor

journals structurés, inspirés par syslog ([RFC 5424](#)), au départ avec des niveaux (*severity*) et catégories (*facility*), depuis étendus avec des étiquettes

Problèmes liés à la journalisation:

Volume

Sérialisation

Données nominatives (RGPD)

Couplage de charge et rétropression

Cybersécurité

# Les métriques



Déclenchement: événementiel ou périodique

Dans les API modernes (graphite, statsd), le code émet une donnée numérique (échantillon) avec un chemin (ex. cpu.0.load) avec une valeur et des étiquettes

Le collecteur construit automatiquement les séries à partir des chemins

Dans les API plus anciennes, les séries doivent être prédéfinies

3 principaux types de données:

Gauge: c'est un niveau. Le collecteur conserve un agrégat, généralement la dernière valeur obtenue sur une période

Compteur: suite monotone pouvant seulement être réinitialisée. Le collecteur conserve normalement la dernière valeur obtenue sur une période

Histogramme / distribution: c'est une valeur pour laquelle le collecteur conserve des séries statistiques, pour extraire des agrégats: moyenne, médiane, mode, minimum, p95, p99, etc. Tous les systèmes ne supportent pas tous les agrégats

# Les traces

Déclenchement sur requête

Notion de span (=profiler=)

À l'entrée dans une période observable (une fonction), début d'une étendue (*span*)

À la sortie, fin de l'étendue et collecte de sa durée, et de données comme étiquettes (*defer*).

Les étendues forment un arbre depuis une étendue racine

Les appels de fonction/méthode créent des enfants successifs

La propagation de l'étendue racine permet et son inclusion dans les requêtes sortantes permet de créer une trace répartie dans une archi micro-services

Corrélation: injecter l'identification de l'étendue dans le logger et/ou le client de métriques permet de corrélérer journaux, métriques, et traces, pour l'observation la plus utilisable

# Le stockage des données d'observation

Les données temporelles de l'observabilité posent un problème de montée en charge dans les bases de données classiques:

La PK naturelle est la séquence temporelle ou l'incrément monotone des enregistrements

- ⇒ les mises à jour ont toujours lieu dans les mêmes pages actives
- ⇒ en cas de sharding, utilisation d'un seul shard
- ⇒ contention de verrouillage et limitation des performances

Beaucoup plus d'écritures que de lectures

Besoin d'agrégation (*rollup*) des métriques, et pb d'expiration des données (effacement des anciennes observations)

Les bases spécialisées sont optimisées – avec une capacité à gérer les tranches de temps:

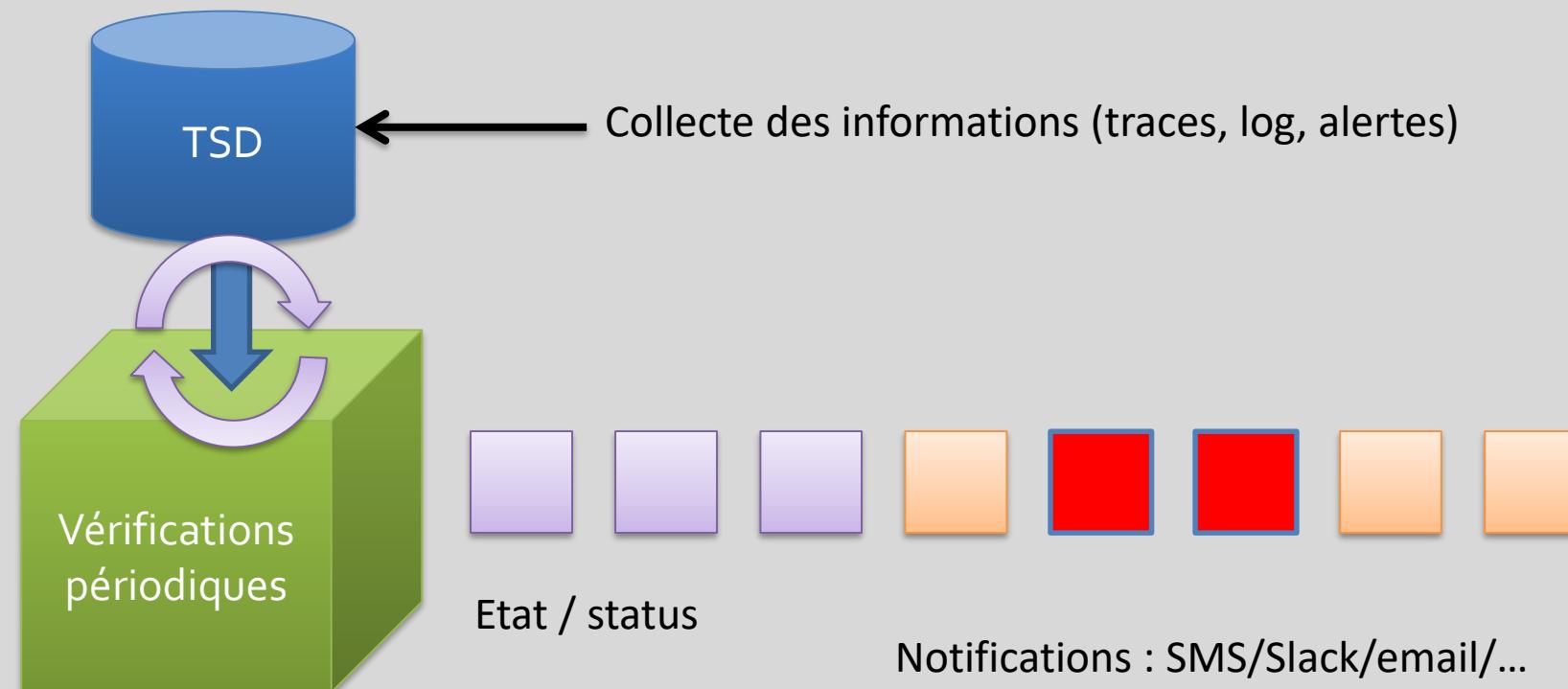
TSD = Time Series DataBase

Outils libres: InfluxDB, Prometheus, Graphite, RRDtool, OpenTSDB, Druid, M3DB, Victoria Metrics, Akumuli TimescaleDB (extension Postgres), FaunaDB, DolphinDB

Choisir plutôt la simplicité d'intégration, le niveau de support, etc.

# Les alertes – avec une TSD

Il s'agit de pouvoir notifier de manière ciblée  
Grammaire de l'observabilité



Dans les activités du futur consultant HPC, il peut y avoir celle du chiffrage/devisage

Normalement, il faut une expérience de 3 ans (au moins), quand on est junior dans le domaine d'intérêt, pour construire un budget

# Objectifs Prix / Réalisation

Construire un prix → élément déterminant de la vente !

Limiter les risques : connaître la durée, l'effectif et la contingence.

Durée / Effectif = en JH

Qq métriques = 1 mois 35h = 20 JH en moyenne

La qualification est décrite en 4 niveaux :

Expert - Xpert

Senior - P

Confirmé - Mid

Junior - A level

# Les qualifications

## Junior

Sortie d'école

Rôle/Responsabilité : les activités simples/non engageantes contractuellement/pas relations externes

## Confirmé

1 à 2 ans

Rôle/Responsabilité : toutes les activités simples sans relations externes/activité moyennement complexes

## Senior

3 à 5 ans

Rôle/Responsabilité : toutes les activités avec acteurs internes/externes, supervise les Juniors

## Expert

>6 ans

Rôle/Responsabilité : toutes les activités internes/externes, très complexes, supervise Juniors/Confirmés

## Outil Jalons

Permet de quantifier la réussite (ou l'échec)

Permet d'avoir une approche pragmatique (go/no-go – réorientation)

## Outils Pilotage

Comité de pilotage / Comité de suivi

Méthodologie SCRUM Agile, Cycle en V

## Outil RACI

Décrire les responsabilités

## Contingence

Intégrer le risque dans le prix

Les jalons fixes = tautologie - gabarit date/niveau de fonction

Par ex : capacité à lire un fichier test

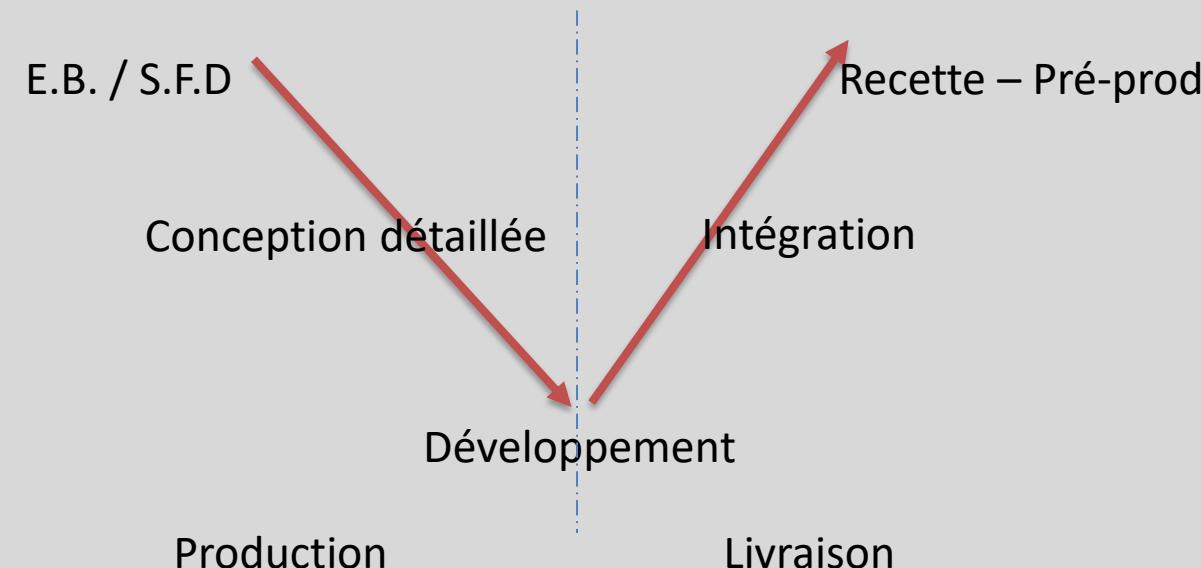
Les jalons flottants = idiot - =des objectifs

La backlog mixe les activités et les jalons

Ils sont nécessaires au pilotage

## Le cycle en V :

Chaque jalon de production est en correspondance avec un jalon de livraison.



## Agile – SCRUM

Méthode itérative – construire « en réaction » au cycle en V

Le cycle repose sur 1 EB claire – avec un client qui valide ses besoins.

→ le client peut avoir du mal à définir ses besoins

→ le coût de cette définition peut être ventilé en plusieurs étapes

Dans le cycle en V : le développement « consomme » 1 CP

→ pourquoi ne pas auto-organisé un consensus à la place du CP?

→ concept de Story / Backlog / Sprint

Dans le cycle en V : l'identité du produit n'est pas « pilotée » (car il n'y a pas de jalon pour ça) – en Agile il y a 1 PO

→ le poste de Directeur de Produit ou Product Owner (PO) est une réponse à ce défaut du cycle en V

# Les responsabilités

## Matrice RACI = Tableau nominatif

Définir au début du projet le périmètre précis de l'intervention et les zones de responsabilité

RACI = **R**esponsible, **A**ccountable, **C**onsulted, and **I**nformed. → en français : Responsable(s), Autorité Superviseur (1 seul par ligne), Consulté (Expert), Informé (non décisionnaire)

Attention au faux ami français A et R peuvent être inversé !

RACI français avec : Responsable (1 seul) / Acteur / Consulté / Informé

RACI (anglais)	Jean	Youcef	Léa	Pierre
EB	R	R	A	
SFD	R	A		R
Recette		A	C	R

## Prise en compte de la livraison

Si livraison échelonnée = micro-service avec ou sans BUS

Si Livraison totale = monolithe (le micro-service coute plus cher)

il y a une hybridation possible → plusieurs monolithes (→micro services)

→attention les micro-services amènent le métier d'urbaniste  
(Définition du POS)

# Les coûts

Si définition d'un format de fichier → définir le format = SFD

Si usage d'une DB (SQL ou NoSQL) → définir les modèles d'initialisation (=schéma), la reprise des données, les sauvegardes, les rétentions → coût

Si usage d'une bibliothèque (OpenSource ou pas) → coût d'évolution, si la bibliothèque évolue avant la fin du projet?

Test/Recette → ce qui coute est la confrontation négative au client

# La documentation

## Utilité

Support de conviction pour le projet

Aide à l'exploitation

Aide à la maintenance

Capitalisation pour des futures ventes

## Coût

Ecriture

Correction

Validation

Archivage

→ C'est l'élément nécessaire à la capitalisation

# Contingence / Garantie / Marge

La contingence : un surcout pour un Plan B – Risque interne

La Garantie (SLA = Service Level Agreement) est Contractuelle

Marge = le bénéfice de l'opération (Secret)

Ces surcout sont cumulatifs

## Comment capitaliser?

Si le produit est architecturé en Micro-Service

Si les plans de tests sont lisibles

Si le code est commenté

Si les bibliothèques sont maintenues

Si les schéma de DB / Format de fichier sont « équilibrés » ( pas d'effet de GOD class)

Si les codeurs sont disponibles

## 3 environnements :

DEV / Pré-prod / PROD : stricte séparation des environnements

→ DEV : chaque DEV a la responsabilité de son environnement, les fichiers de test sont supervisés par le client

→ Pré-prod : espace de qualification, est « similaire à la PROD » - données d'intérêts anonymisées – ici le DEV ne peut pas faire ce qu'il veut // espace qui peut servir de plan B pour la PROD

→ PROD : espace de production – reçoit les livraisons

## Build

SFD – Recette (=qualification en préprod? En prod?)

Livraisons Dev / Préprod / Prod

## ~~Run~~

~~PRA~~

~~MCO~~

~~MCS~~

~~On peut livrer plus si le contrat le précise (ie contrat de performance)~~

# La productivité du codeur (avant l'IA) - COCOMO

COCOMO est un acronyme pour COnstructive COst MOdel (Modèle de construction de coût).

Nom du langage	Date de création	Cible	Typologie	Cocomo (lignes / jours)	Expressivité
Smalltalk	1980	bytecode	Objet Typ.dynamique	15	6* le C
C++	1985	Compilateur	Objet hybride Typ.statique	25	2* le C
VHDL	1987	FPGA	Procédural Typ.statique	2 ( $\rightarrow$ le FPGA)	1/6 du C
Delphi Pascal	1995	Compilateur	Objet simple Typ.statique	30	5* le C
Java	1995	bytecode	Objet simple Typ.statique	40	4* le C
Python	2003	Interpréteur	Tous les paradigmes Typ.dynamique	40	4* le C

# Cocomo / LOC / FP

LOC = Line Of Code, FP = Function Point (=Classe en POO)

IFPUG is a non-profit, member governed organization (USA) that endorses two types of standard methodology for software sizing.

<https://www.ifpug.org/wp-content/uploads/2017/04/IYSM.-Thirty-years-of-IFPUG.-Software-Economics-and-Function-Point-Metrics-Capers-Jones.pdf>

The LOC metric originated in the 1950's when machine language and basic assembly were the only languages in use. In those early days coding was over 95% of the total effort so the fixed costs of non-code work barely mattered. It was only after high-level programming languages began to reduce coding effort and requirements and design became progressively larger components that the LOC problems occurred.

Go : 554 LOC per Month  
 C++ : 554 LOC per Month  
 ➔ 10 FP per Month ➔ 2 \* C  
 25 LOC/day \* 22 day = 550 LOC

2017

	Languages	Size in KLOC	Total Work hours	Work hours	FP per Month	Work Months	Work hours per KLOC	LOC per Month
				per FP			Month	Month
1	Machine language	640.00	119,364	119.36	1.11	904.27	186.51	708
2	Basic Assembly	320.00	61,182	61.18	2.16	463.50	191.19	690
3	JCL	220.69	43,125	43.13	3.06	326.71	195.41	675
4	Macro Assembly	213.33	41,788	41.79	3.16	316.57	195.88	674
5	HTML	160.00	32,091	32.09	4.11	243.11	200.57	658
6	C	128.00	26,273	26.27	5.02	199.04	205.26	643
7	XML	128.00	26,273	26.27	5.02	199.04	205.26	643

EB : écrire un programme qui fait le tri d'un fichier ascii avec 2 colonnes – séparateur tabulation – trier la valeur de la première colonne qui est un nom de 5 caractères. Le résultat est un fichier.

SFD : - en C

- (A) Ouvrir le fichier
- (B) Lire le fichier et convertir les valeurs texte (avec vérification si c'est un nom de 5 caractères) – fermer le fichier
- (C) Faire un tri
- (D) Écrire le résultat avec une tabulation

# TD Estimation des coûts

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	1 JH
B	20	
C	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

1 JH : écrire le code et test (50 LOC)

# Estimation des coûts

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	1 JH
B	20	
C	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

1 JH : écrire le code et test (50 LOC)

**Attention : les IA génératives ajoutent un gain de \*4 à \*5 en productivité**

## SFD : - en C++

(A) Ouvrir le fichier

(B1) Lire le fichier et convertir les valeurs (avec vérification si c'est un nombre) – fermer le fichier

(B2) Initialiser les nœuds MPI

Distribuer le tri MPI (C1)

Fusion du résultat (C2)

(D) Ecrire le résultat avec une tabulation

# Estimation des coûts, apport HPC

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	2 JH
B1	20	
B2	5	
C1	30	
C2	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

2 JH : écrire le code et test (85 LOC > 1J travail)

# Estimation des coûts

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	1 JH
B	20	
C	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

1 JH : écrire le code et test (50 LOC)

Les étapes B et C peuvent être abstraites en POO – peut-être que l'on va doubler le code de B et C.

Bénéfice POO : facile si c'est en mode « dent creuse » sinon, comme article JANUS.

➔ PB lisibilité du gain et de l'anticipation (qui paye l'investissement?)

## SFD : - en C++

(A) Ouvrir le fichier

(B1) Lire le fichier et convertir les valeurs (avec vérification si c'est un nombre) – fermer le fichier

(B2) Initialiser les nœuds MPI

Distribuer le tri MPI (C1)

Fusion du résultat (C2)

(D) Ecrire le résultat avec une tabulation

# Estimation des coûts, apport HPC

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	2 JH
B1	20	
B2	5	
C1	30	
C2	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

2 JH : écrire le code et test (85 LOC > 1J travail)

EB : écrire un programme qui fait le tri d'un fichier ascii avec 2 colonnes – séparateur tabulation – trier la valeur de la première colonne qui est un nom de 5 caractères. Le résultat est un fichier.

SFD : - en C

- (A) Ouvrir le fichier
- (B) Lire le fichier et convertir les valeurs texte (avec vérification si c'est un nom de 5 caractères) – fermer le fichier
- (C) Faire un tri
- (D) Écrire le résultat avec une tabulation

# TD Estimation des coûts

Etape	Estimation LOC	JH
A	10	1 JH
B	20	
C	5	
D	15	

1 JH : écrire l'EB / SFD / Recette

1 JH : écrire le code et test (50 LOC)

Les étapes B et C peuvent être abstraites en POO – peut-être que l'on va doubler le code de B et C.

Bénéfice POO : facile si c'est en mode « dent creuse » sinon, qui paye?

➔ PB lisibilité du gain et de l'investissement

# Bonne Pratique

- 1 : utiliser un tableau (exemple joint)
- 2 : afficher les mois → permet de recoller les jalons

	M1	M2	M3	Durée JH	Durée x Cout JH	Cout JH
DEV1	19		20	20	59	19470
DEV2	0		20	20	40	13200
Durée Total				99		
				Cout en JH	32 670,00 €	
					34 303,50 €	5% contingence
				Cout interne	38 419,92 €	12% garantie
				Prix client	54 885,60 €	30% marge

# TD5 – pour dimanche 1 février 2026, 23h59

Il s'agit de chiffrer le cout du projet cuicui (document cuicui.pdf)

Vous partez de l'EB, de la SFD et des diagrammes présentés dans le document.

Vous estimez le nombre de LOC en C++ & le temps pour les TESTS

Vous estimez les JH pour une équipe de 2 DEV – mois à 20JH

A la fin, je vous demande un prix. A rendre **le tableau XLS** – dans le fichier les infos pertinentes.

**La synthèse du prix et vos prompts** dans un document PDF.