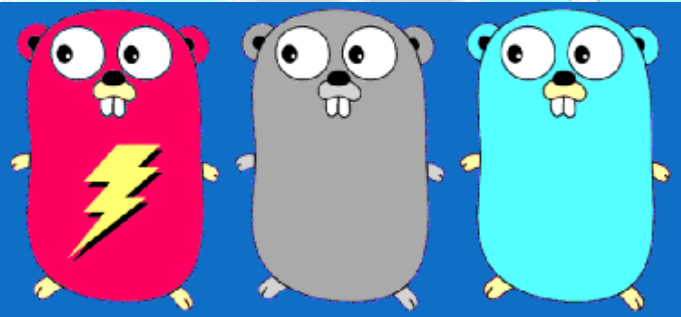
UNIVERSITÉ DE VERSAILLES ST-QUENTIN-EN-YVELINES

université PARIS-SACLAY

# Génie Logiciel pour le Calcul Scientifique



#8

31/01/2025

jean-michel.batto@cea.fr

cea

https://gogs.eldarsoft.com/M2_IHPS

# Cycle de vie du code

- Build
  - SFD - Recette
  - Livraisons Dev / Préprod / Prod
- Run
  - PRA
- MCO
- MCS

# Codage et bonnes pratiques

- 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
- TD3

# Organiser son 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

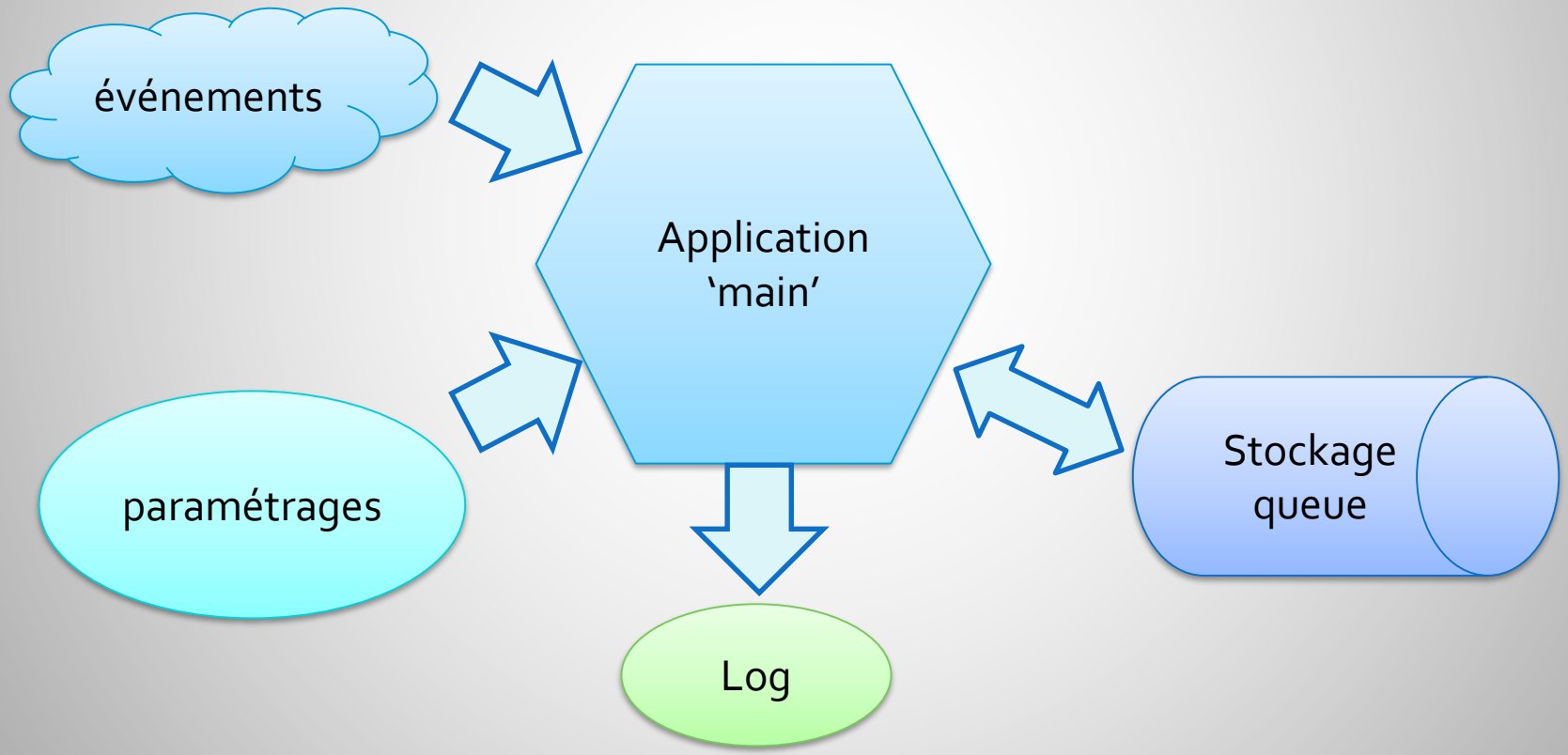
- Organisation fonctionnelle : le modèle hexagonal

# 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.

# Organisation fonctionnelle, le modèle hexagonal

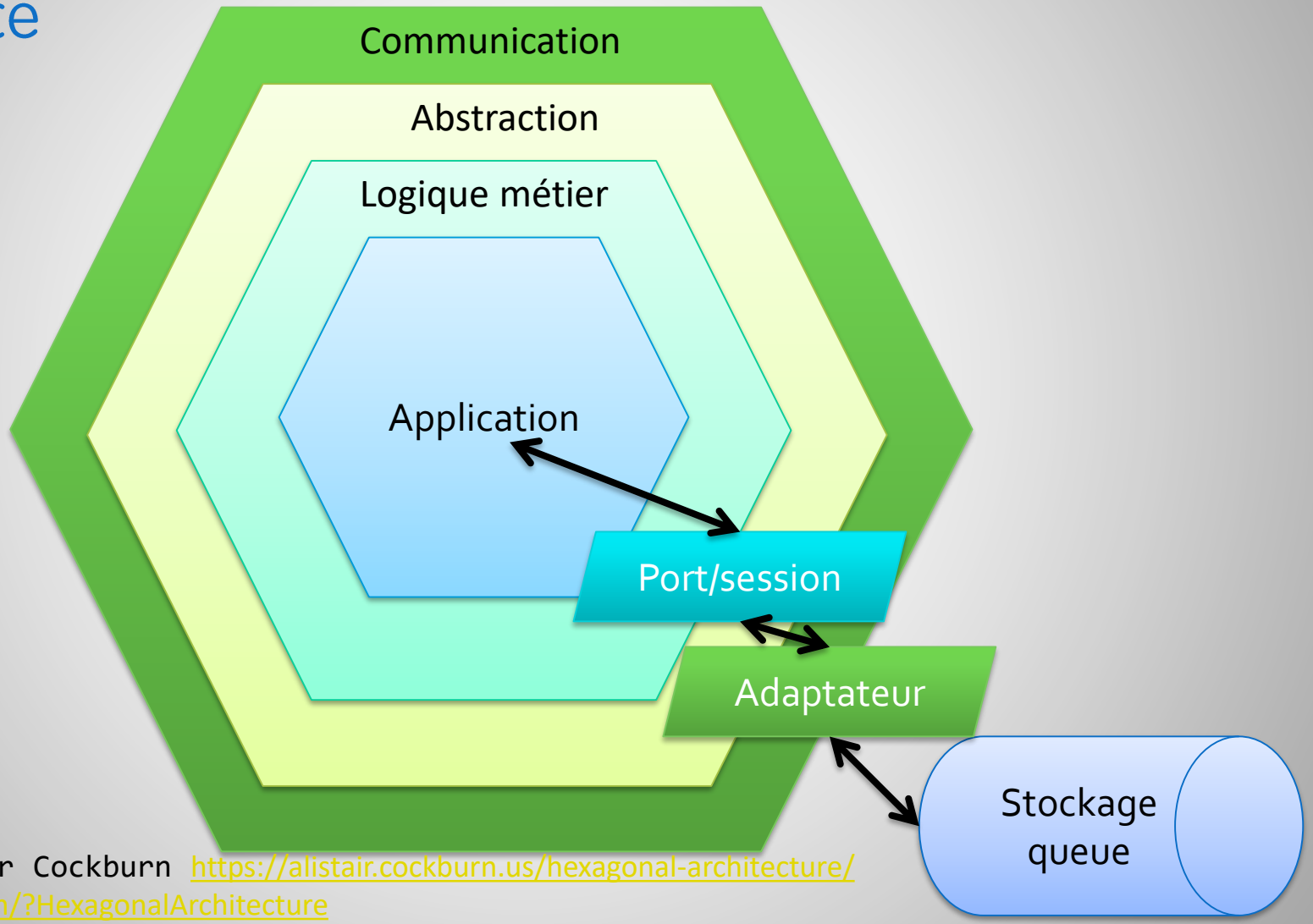
- La vision hexagonale – le « main » est au centre



- Principes SOLID (acronyme de 2004)
- Single responsibility
  - Une classe ne s'occupe que d'1 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 depend pas d'une interface qui ne le concerne pas
- Dependency inversion
  - Vision hexagonale (l'objet le plus conceptuel ne connait pas le detail 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

# Données

- 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 transitivement 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.
- 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

# Cache

- 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 désérialise 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

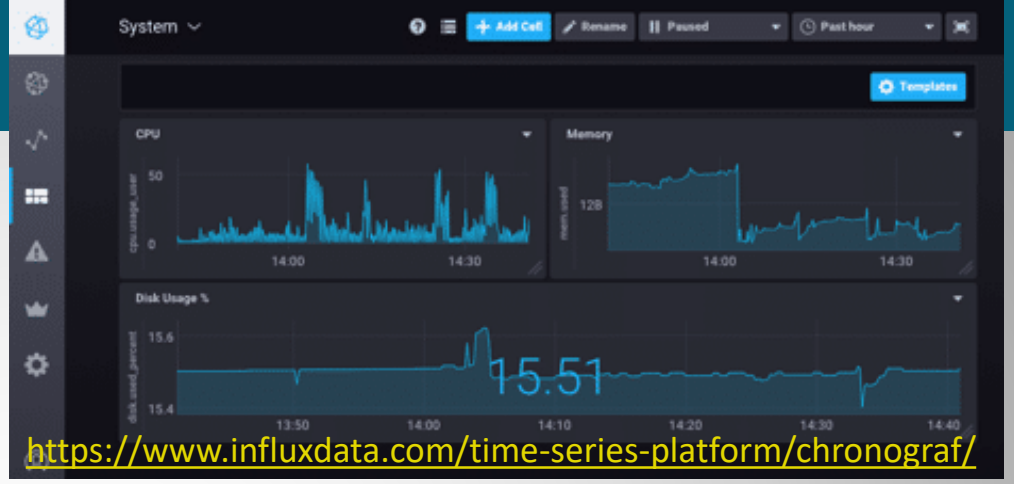
# Observabilité

- 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*
- journaux 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




https://www.influxdata.com/time-series-platform/chronograf/

- 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

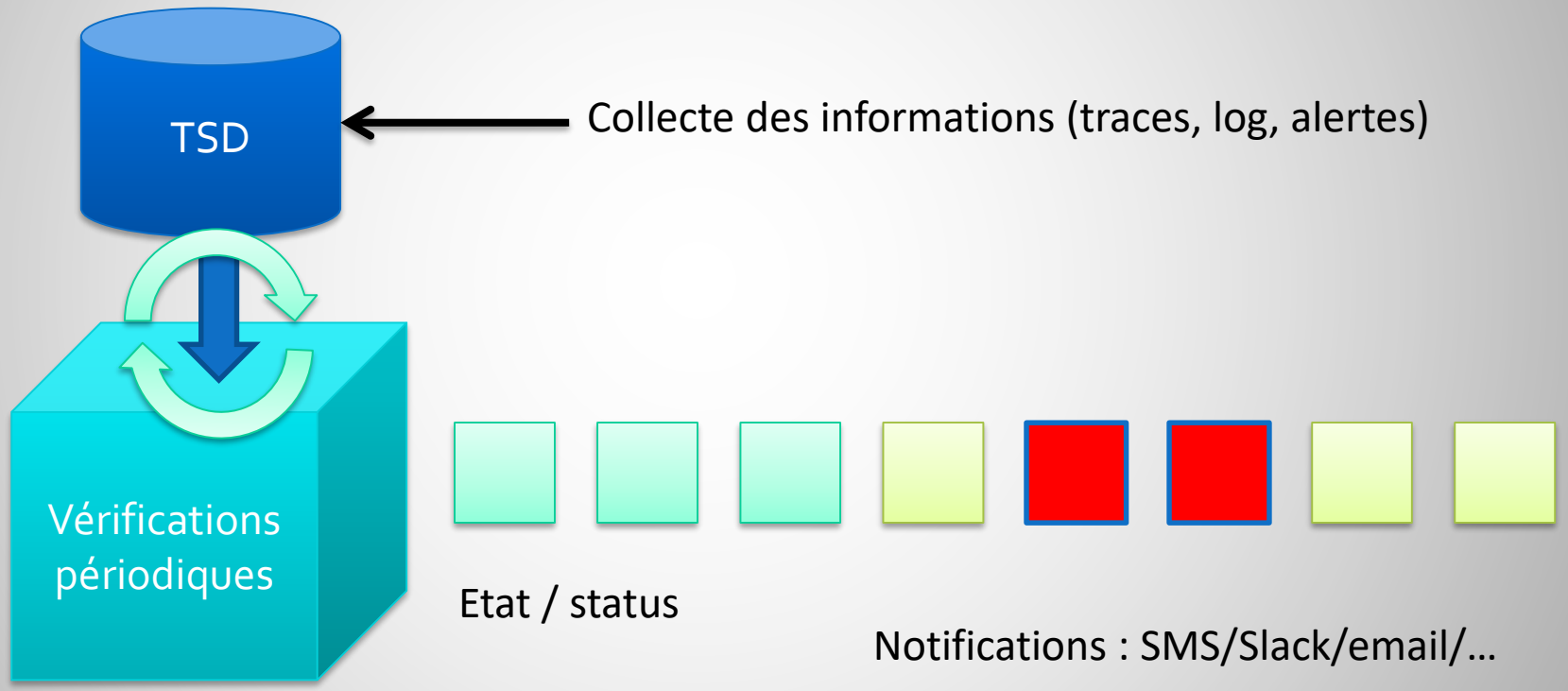
- Déclenchement sur requête
- Notion de span (=profiler=)
  - À l'entrée dans une période observable (une fonction), début d'une étendue (*span*)
  - À la sortie, fin de l'étendue et collecte de sa durée, et de données comme étiquettes (*defer*).
- Les étendues forment un arbre depuis une étendue racine
  - 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 corréler 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



# Chiffrage / Devisage

- 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 : connaitre 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 a 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

# Les Risques

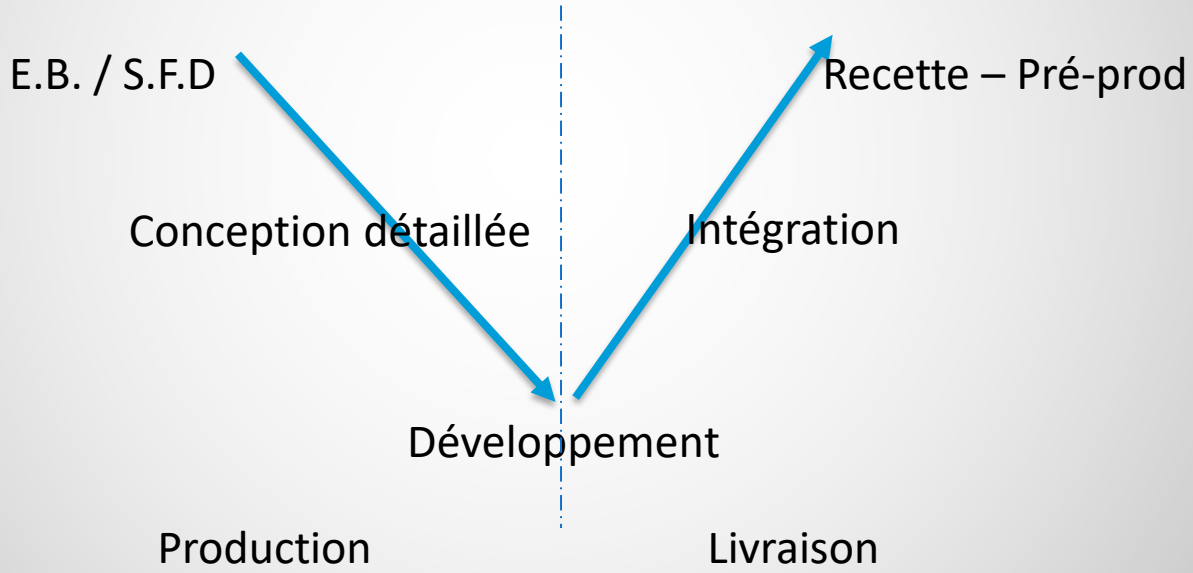
- Outil Jalons
  - Permet de quantifier la réussite (ou l'échec)
  - Permet d'avoir une approche pragmatique (go/no-go – réorientation)
- Outils Pilotage
  - Comité de pilotage / Comité de suivi
  - Méthodologie SCRUM Agile, Cycle en V
- Outil RACI
  - Décrire les responsabilités
- Contingence
  - Intégrer le risque dans le prix

# Jalons

- 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

# Pilotage

- Le cycle en V :
  - Chaque jalon de production est en correspondance avec un jalon de livraison.



# Pilotage

- 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 = **Responsible, Accountable, Consulted, and Informed.** ➔ 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 |

# Architecture

- 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

# Capitalisation

- 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

# Le mode de livraison

- 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

# ~~Cycle de vie du code~~ Ce qu'on livre

- Build
  - SFD - Recette
  - Livraisons Dev / Préprod / Prod
- ~~Run~~
  - ~~PRA~~
- ~~MCO~~
- ~~MCS~~

# 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 (→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 | Interpreteur | 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

**Table 16: Side-by-Side Comparison of function points and lines of code metrics** 2017

| | Languages | Size in KLOC | Total Work hours | Work hours per FP | FP per Month | Work Months | Work hours per KLOC | LOC per 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 |

# Chiffrer/Deviser

- EB : écrire un programme qui fait le tri d'1 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) Ecrire 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**

# Vision HPC - MPI

- 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?)

# Vision HPC - MPI

- 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)

# Chiffrer/Deviser

- EB : écrire un programme qui fait le tri d'1 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) Ecrire 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 | | 330 |
| 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 |

# TD3 – pour lundi 3 février 2025

- Il s'agit de chiffrer le cout du projet cuicui

Vous partez de l'EB, de la SFD et des diagrammes.
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.

# Lundi 3 février 2025

- Chiffrage
- TD SLURM