Certifié ISO 9001

Java Enterprise Edition

Chapitre 2: Machine Virtuelle Java – JVM

Sébastien Chèvre, 2019

Certifié ISO 9001

Plan du module – chapitres
Java Entreprise Edition - JEE

- Chapitre 01 : Introduction et motivations
- **Chapitre 02 : Machine Virtuelle Java**
- Chapitre 03 : Java EE
- Chapitre 04 : *Spring Boot & Spring MVC*
- Chapitre 05 : *ORM & DAO* avec *Spring Data & JPA*
- Chapitre 06 : Sécurité avec *Spring Security*
- Chapitre 07 : Tests avec *Spring Testing*
- Chapitre 08 : SOA & Micro-services avec *Spring*
- Chapitre 09 : *JMS (Java Messaging Service)*

- Projet

Certifié ISO 9001

Objetifs du chapitre

Chapitre 02 : Machine Virtuelle Java - JVM

A la fin de ce chapitre, les étudiants peuvent:

- Comprendre les concepts de base de la JVM
- Mettre en pratique quelques concepts JVM (Garbage Collector, Heap)
- Connaitre les concepts de base d'un serveur d'application JEE
- Suivre et comprendre le comportement d'une application Java (mémoire, performances, garbage collector)

Certifié ISO 9001

Plan du chapitre 2

Chapitre 02 : Machine Virtuelle Java - JVM

- **Machine Virtuelle Java**
  - Rappel – typologie de langages
  - Concepts de bases d'un JVM
  - Garbage Collector
  - Serveur d'applications JEE

Certifié ISO 9001

JEE

Sémantique des diapositives

À savoir théoriquement (TE)

Sensibilisation, illustration de concepts, exemples

Aspects pratiques

Rappel

Langages compilés vs interprétés

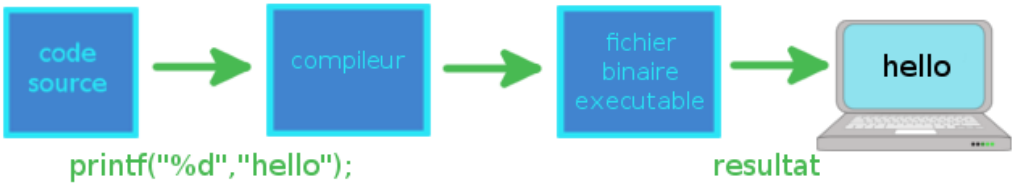
Langages interprétés

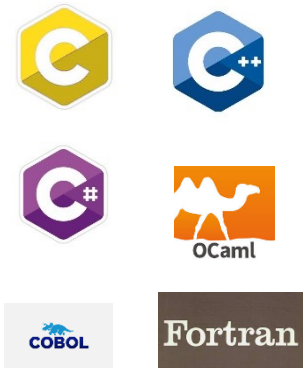
- **Langage interprétés**
  - La traduction se fait en ***temps réel, lors de l'exécution***
  - l'exécution du programme (script) nécessite la présence d'un ***interpréteur***
  - Un des avantages est ***qu'un même script peut être exécuté sur plusieurs plateformes différentes***
  - En revanche la traduction (interprétation) du code à chaque exécution ***a un impact sur les performances***

Langages compilés vs interprétés

Langages compilés

- **Langage compilés**
  - Le code source est tout d'abord ***compilé***
  - Par un logiciel qu'on appelle ***compilateur***,
  - En un ***code binaire*** qu'un humain ne peut pas lire mais qui est très facile à lire pour un ordinateur.
  - Le système d'exploitation ***va utiliser le code binaire et les données d'entrée pour calculer les données de sortie***



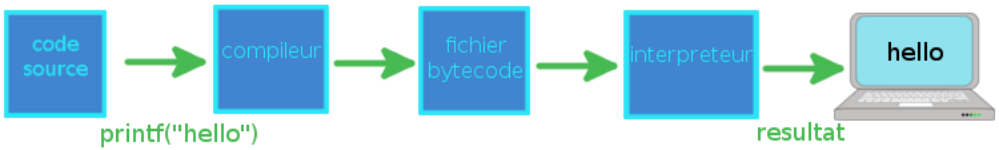


Certifié ISO 9001

Langages compilés vs interprétés

Langages hybrides

- **Langage hybride ou semi interprété**
  - Traité par un ***interpréteur***
  - Le code est préalablement ***traduit dans un langage intermédiaire*** (***bytecode***) proche du langage machine, permettant ainsi de préserver ***de bonnes performances***

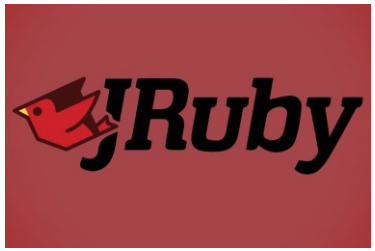


- **La JVM est l'interpréteur du langage Java**

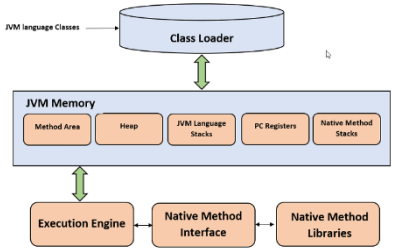
Certifié ISO 9001

Langages compilés vs interprétés
Langages JVM

- La JVM ne supporte pas uniquement Java



Concepts de base d'une JVM



Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM

Qu'est-ce qu'une JVM

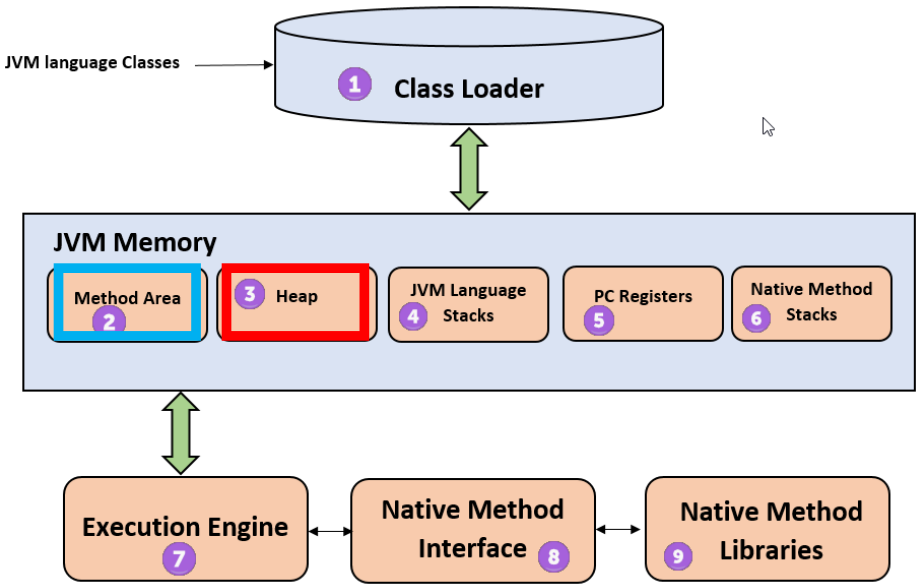
- JVM : Machine virtuelle destinée à exécuter des programmes Java
- Une machine virtuelle (VM) est une architecture abstraite
- Elle fait abstraction du système d'exploitation
- Permet d'écrire des programmes Java portables sur différents systèmes d'exploitation

- Spécifications élaborées par Sun
- Différentes implémentations de JVM existent
  - Sun/Oracle Hotspot
  - J9
  - Jrockit
  - IBM

Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une J

Architecture de la JVM



1. **Classloader**
   Chargement des fichiers .clas
2. **Method Area**
   Stockage de la structure des classes, méthodes
3. **Heap**
   Objets, instances et tableaux. Zone commune et partagée
4. **JVM Language Stacks**
   Une par thread. Variable locales et résultats partiels
5. **PC Registers**
   Registre de l'exécution courante
6. **Native Method Stacks**
   Code natif autre que Java
7. **Execution Engine**
   Moteur d'exécution
8. **Native Method Interface**
   Permet d'appeler des librairies et méthodes natives
9. **Native Method Librairies**
   Collection de librairies natives requises par le moteur d'exécution

Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM
Structure de la mémoire

- La mémoire de la JVM est divisée en plusieurs parties:
  - Mémoire ***Heap***
  - Mémoire ***Non-heap***
  - ***Autre*** mémoire

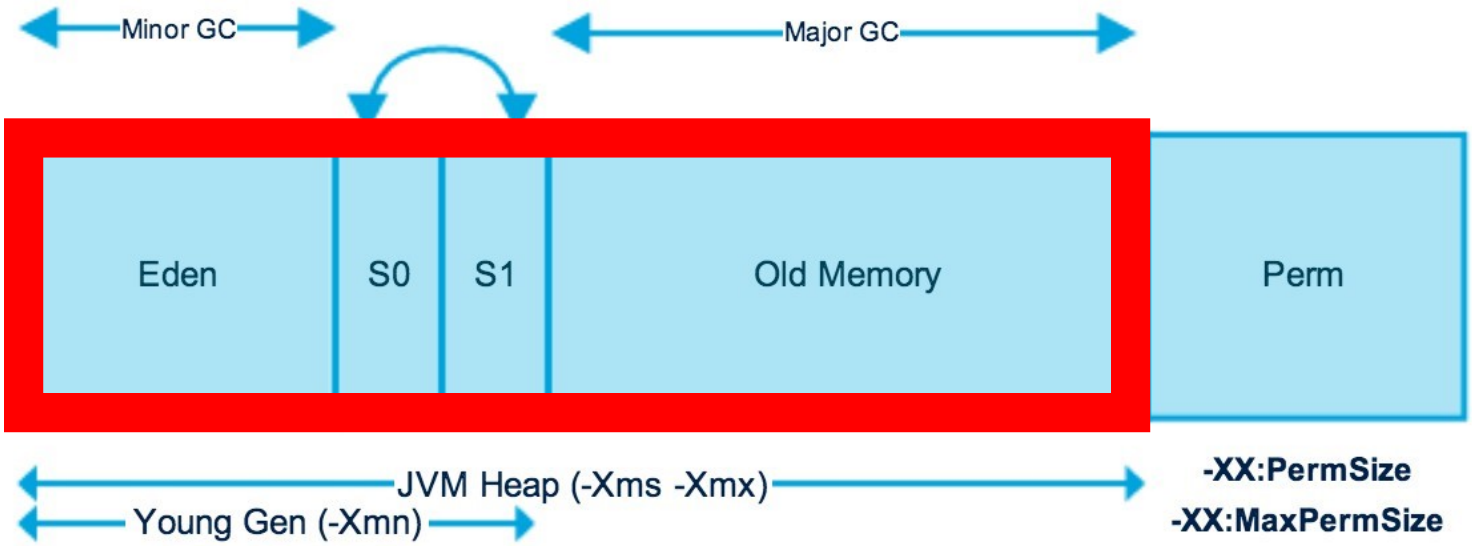
Concepts de base d'une JVM
Mémoire HEAP

- La mémoire HEAP (littéralement le tas), gère principalement:
  - Les instances de classe
  - *Les tableaux*
- Elle est créée au démarrage de la JVM
- Sa taille par défaut est de 64MO
- Elle est continuellement assaini par un mécanisme automatique appelé le ***garbage collector*** (GC)
- *Sa taille peut être fixe ou peut varier en fonction de la stratégie du GC*
- *La taille de la HEAP peut être configuré via les option JVM suivante:*
  - **-Xmx<size>** : définis la taille maximum, ex: –Xmx512
  - **-Xms<size>** : définit la taille initiale, ex –Xms256

Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM
Mémoire HEAP

- La mémoire HEAP (littéralement le tas), gère principalement:
  - Les instances de classe
  - *Les tableaux*



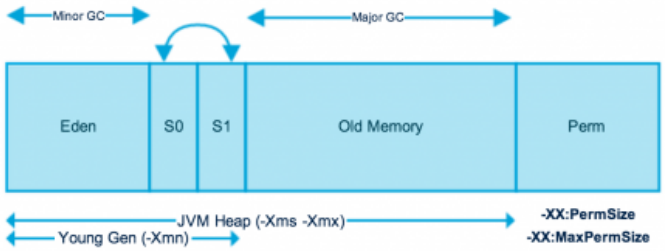
Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM

Détail mémoire HEAP

- **Young generation**
  - **Eden**
    Tous les objets créés dans les méthodes et les classes
  - **Survivor (0 et 1)**
    Objets en utilisation ayant survécu à un GC
    SWAP entre zone pleine et vide

- **Old generation**
  Objets référencés depuis longtemps
  Très gros objets (directement créé dans la zone)



Concepts de base d'une JVM
Mémoire NON-HEAP

- La mémoire NON-HEAP, gère :
  - Structure des classes
  - Données de champs et méthodes
  - Code des méthodes et constructeurs
  - Appelé ***PermGen*** avant Java8 et maintenant ***MetaSpace***
- Peu d'informations fournies par la JVM (*monitoring*)

Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM

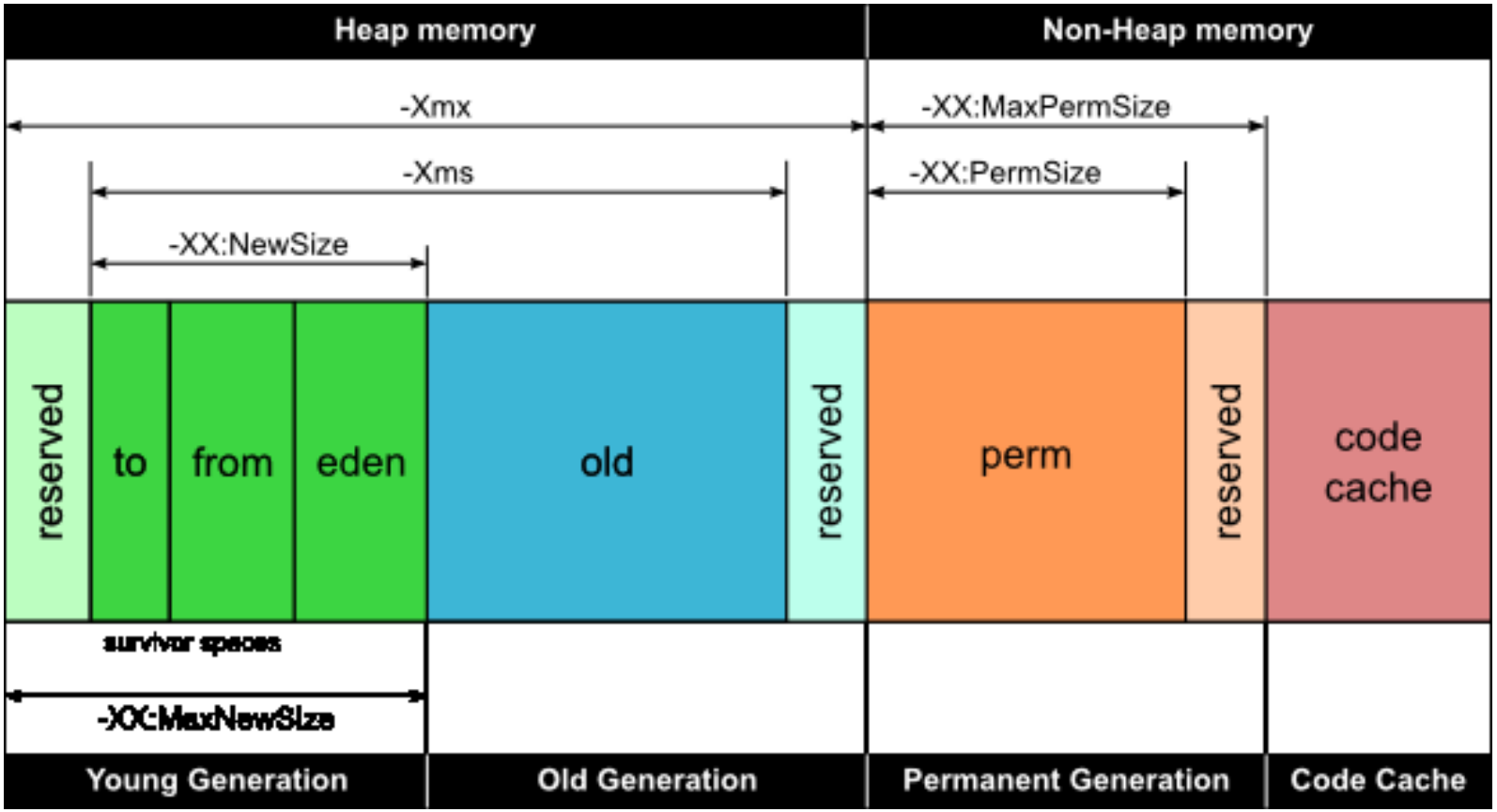
Mémoire Autre

- Le code de la JVM elle-même
- Les structures internes de la JVM
- Les différents agents de profiling

Certifié ISO 9001

Concepts de base d'une JVM

Mémoire, *the Big Pictures*



Garbage Collector (GC)

Garbage Collector (GC)
Principes

- **Garbage Collector = Ramasse-miettes**
- C'est une fonctionnalité de la JVM qui gère la mémoire notamment en libérant celle des objets qui ne sont plus utilisés
- La mise en œuvre d'un GC possède plusieurs avantages :
  - Il **améliore la productivité du développeur** qui est déchargé de la libération explicite de la mémoire
  - Il participe activement à **la bonne intégrité de la machine virtuelle** : une instruction ne peut jamais utiliser un objet qui n'existe plus en mémoire
- Le GC a plusieurs rôles :
  - s'assurer que tout objet **dont il existe encore une référence** n'est pas supprimé
  - récupérer la mémoire **des objets inutilisés** (dont il n'existe plus aucune référence)
  - éventuellement **défragmenter** (compacter) la mémoire de la JVM selon l'algorithme utilisé
  - intervenir **dans l'allocation de la mémoire** pour les nouveaux objets à cause du point précédent

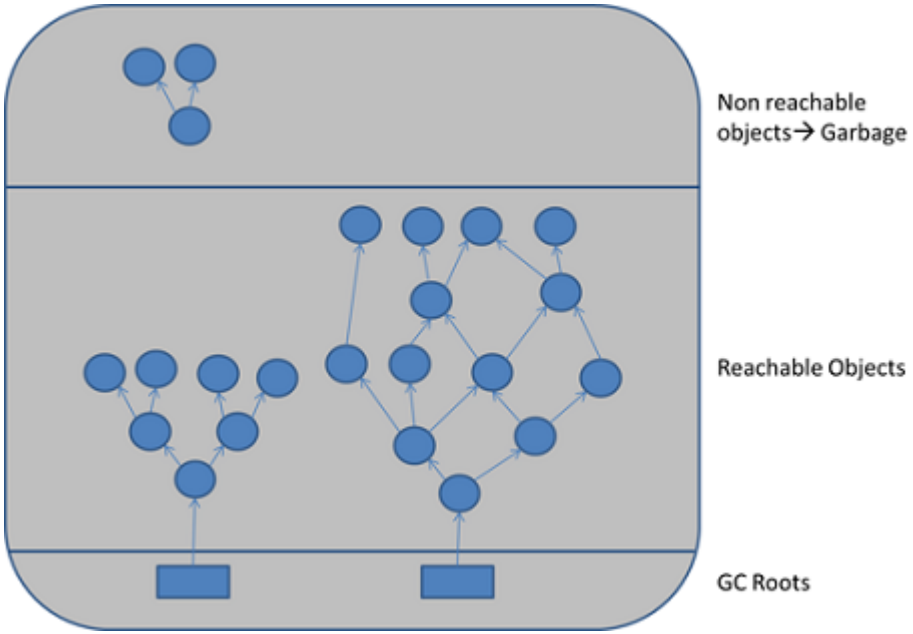
Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)

Objets atteignable (références existantes)

- Quatre types de racines (roots)

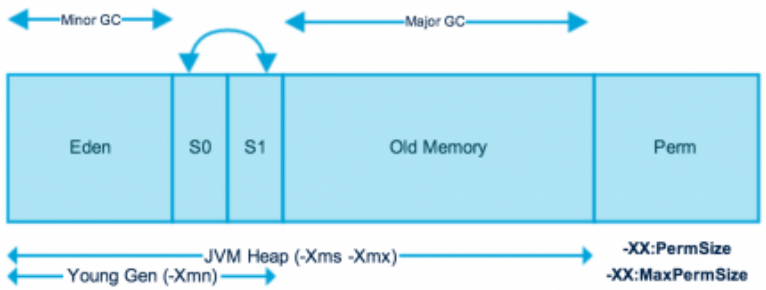
1. Variables locales
2. Threads java actifs
3. Variables statiques
4. Références JNI



Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)
Fonctionnement

- Les **nouveaux objets** sont créés dans la zone ***Eden***
- *Quand l'**Eden** est plein, un cycle GC (minor GC) collecte les objets atteignables et les et les déplace dans la zone **survivor** (SO, S1)*
- *Le minor GC parcours également les objets de la zone **survivor** et les déplace. A un instant donné il y a toujours un espace **survivor** qui est vide*
- *Les objets ayant survécu à plusieurs de ces cycles sont déplacés dans la zone **Old Generation** (Old Memory)*



Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)

Algorithmes de collections

- Mark & Sweep
- Stop & Copy

Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)
Mark & Sweep

- **A chaque cycle GC…**

- **Phase Mark**
  - Instanciation d'un objet → marqué à **false**
  - Parcours des instances et marquage des éléments atteignable → **true**

- **Phase Sweep**
  - Parcours des éléments du *Heap*
  - Suppression de tout ce qui est marqué à **false**
  - Les éléments restants sont marquées → **false**

Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)

Mark & Sweep

```
mark_sweep(root)
  For rootObjet in root
    mark(rootObjet)
  End For
  sweep()
```

```
mark(root)
  If markedBit(root) = false then
    markedBit(root) = true
  For each child referenced by root
    mark(v)
```

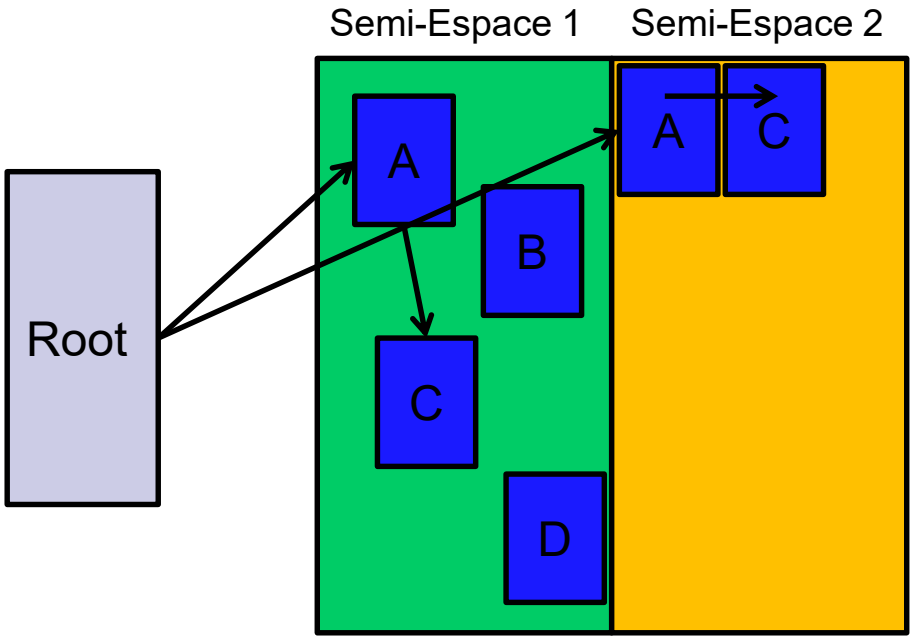
```
sweep()
  For each object o in heap
    If markedBit(o) = true then
      markedBit(o) = false
    else
      heap.release(o)
```

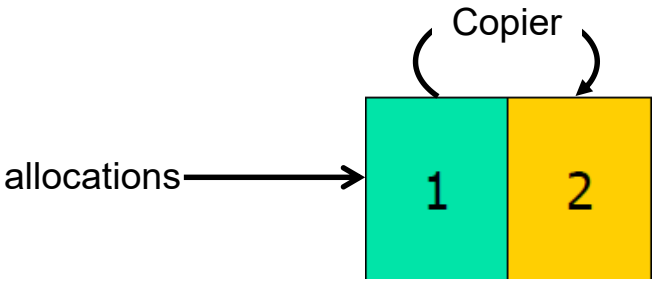
Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)

Stop & Copy

- Espace heap est divisé en 2 semi-espaces
- Les objets sont alloués dans le semi-espace 1
- Lors du GC, les objets référencés sont copiés dans le sous-espace 2

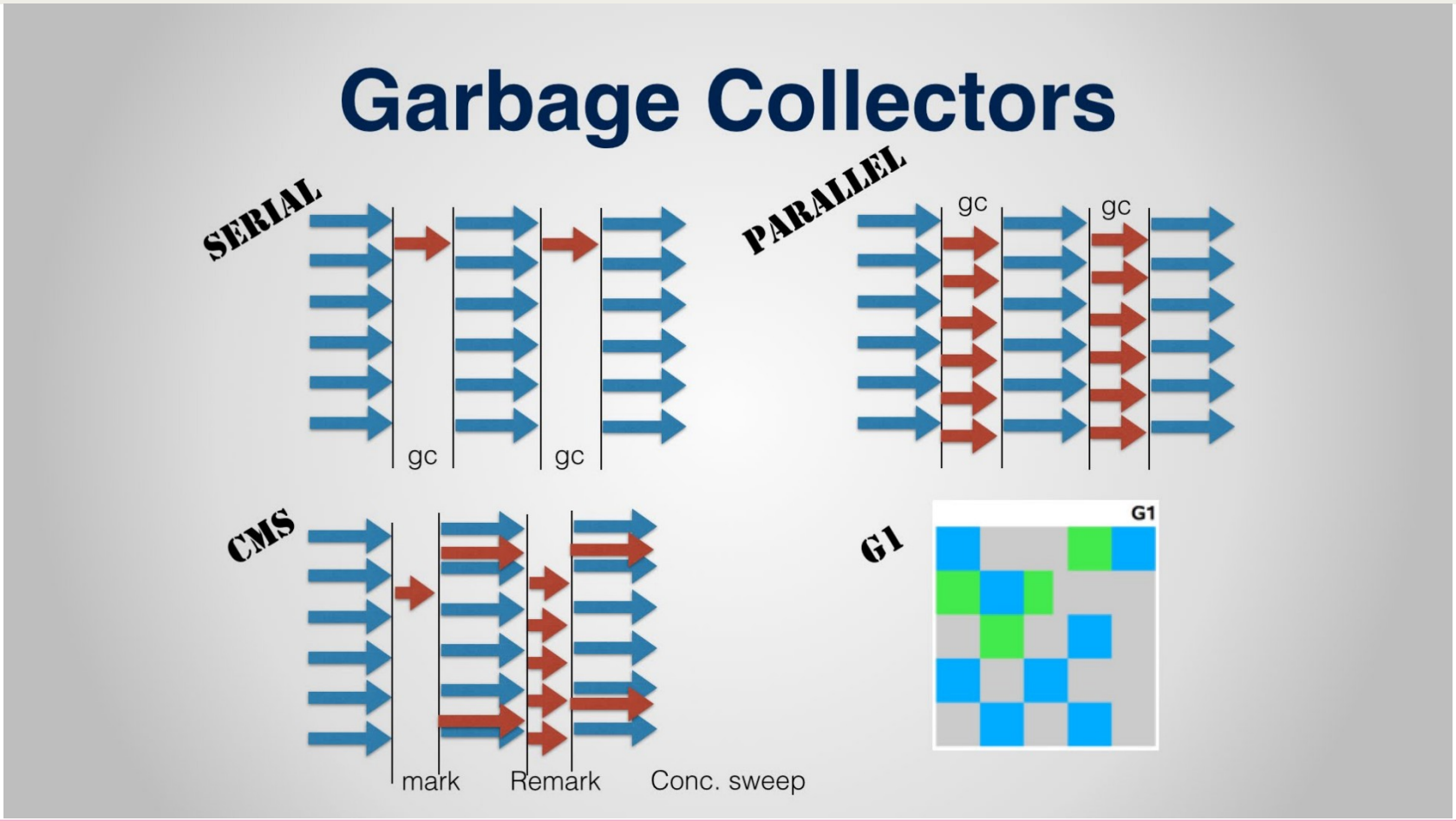




Certifié ISO 9001

Garbage Collector (GC)

Stratégie de collections

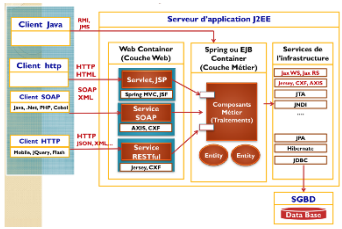


Garbage Collector (GC)

Stratégie de collections

- **Serial Garbage Collector (-XX:+UseSerialGC)**
  - *Uniquement utilisé pas les petites applications (1 CPU)*
  - *Single Thread*
  - *GC Bloquant*
- **Parallel Garbage Collector (-XX:+UseParallelGC)**
  - *Collecteur par défaut pour la JVM*
  - *Bloquant, comme Serial, mais multi-threader*
- **CMS Garbage Collector (-XX:+UseConcMarkSweepGC)**
  - *Multiple thread en même temps pour GC*
  - *Rarement bloquant (cas de figure définis)*
- **G1 Garbage Collector (–XX:+UseG1GC)**
  - *Depuis java 7*
  - *Optimiser pour les grosses heap*
  - *Compactage de la heap libre*

Serveur d'application JEE



Certifié ISO 9001

Serveur d'application JEE
Principes

- Une application ***JEE*** fonctionne dans un container appelé ***serveur d'application JEE***
- Un serveur d'application ***JEE*** doit implémenter la ***norme JEE***
- Les ***services JEE*** (librairies, implémentations) sont fournies ***par le serveur d'application (environnement d'exécution)***

Certifié ISO 9001

Serveur d'application JEE
Implémentations

- IBM WebSphere
- BEA WebLogic
- Oracle 9i AS
- Jboss
- Geronimo
- TomEE

Tomcat **n'est pas** un serveur *d'application JEE*. Il implémente juste un **container de servlet**

Certifié ISO 9001

Serveur d'application JEE

Architecture de référence