CDI
(*Contexts and Dependency Injection*)

ITU - Université Côte d'Azur
Richard Grin
Version 2.10 – 2/4/24

1

Plan du support

- Injection de dépendance – CDI
- Remplacement des EJB
- Gestion des transactions
- Transactions et exceptions
- Exécution d'une méthode au démarrage ou à l'arrêt d'une application
- Appel asynchrone de méthode

2

Injection de dépendance

3

Définition

- Un objet a souvent besoin d'autres objets pour fonctionner
- L'injection de dépendance fournit à un objet les objets dont il dépend, sans que l'objet ait besoin de les créer lui-même
- On dit que ces objets sont injectés
- Avec Jakarta EE, ces objets sont fournis par l'environnement d'exécution, un des containers du serveur d'application

4

Injection CDI

- La spécification CDI permet d'injecter des beans avec l'annotation `@Inject`
- Les objets injectés par CDI ont une portée

5

Autres injections de Jakarta EE

- La spécification CDI a été introduite tardivement dans Java EE 6
- Il reste encore dans Jakarta EE des injections qui ne sont pas des injections CDI, en particulier l'injection de ressource liée à l'annotation `@Resource`

6

Injection de ressource (non CDI)

- `@Resource` peut injecter une source de données (pour JDBC), mais aussi d'autres types de ressources comme un serveur d'emails
- Exemples :

```
@Resource(name="jdbc/mabd")
private DataSource source;
```

```
@Resource(name="java:app/mail/free")
private Session sessionEmail;
```

Les valeurs de `name` correspondent à des noms JNDI

Où sont définis les objets qui correspondent à ces noms ?

7

Injection avec CDI - `@Inject`

-
```
@Inject
A a;
```
fournit une instance d'une classe qui a le type `A` ; `A` est une classe ou une interface Java
- IMPORTANT : Si une instance de type `A` existe déjà dans la « portée » (définition à venir), elle est fournie au code
- Sinon, une nouvelle instance est créée par le container CDI, et fournie au code
- Si plusieurs classes de type `A` (ou aucune classe) une exception est lancée au déploiement ; un « *qualifier* » permet de lever une ambiguïté

8

Bean CDI

- Un bean CDI est une instance Java gérée par CDI (pour la création, injection, suppression) : injectable ou bien dans laquelle un bean CDI peut être injecté
- Injection au déploiement, selon le mode de découverte indiqué dans beans.xml
- Le mode de découverte par défaut est `annotated`, ce qui signifie que le type d'un bean CDI doit être annoté, essentiellement avec `@Named` ou une des portées CDI

9

Types dans lesquelles on peut faire une injection CDI

- Presque toutes les classes Java connues de CDI (annotées pour une portée CDI, EJB, Servlet,…)

10

Types injectables par CDI

- Presque toutes les classes Java non abstraites (pas une classe interne non `static`)
- La classe doit avoir un constructeur sans paramètre (ou annoté par `@Inject`) qui n'est pas `private`

11

Portée CDI

- Un objet injecté a une portée (requête, session,…) qui définit la durée de vie de l'objet
- Par exemple, un objet injecté, de portée « requête »
  - est créé pendant le traitement d'une requête HTTP d'un client, la 1ère fois qu'il est utilisé
  - est détruit quand la réponse à la requête est envoyée au client détruit par qui ?
- La portée est définie par une annotation de la classe de l'objet injecté

12

Portées CDI

- Requête HTTP : `@RequestScoped`
- Vue : `@ViewScoped` ; utilisateur reste sur la même page
- Session : `@SessionScoped`
- Application : `@ApplicationScoped`
- Conversation : `@ConversationScoped` ; portée définie pendant l'exécution du code (`begin()` pour commencer, `end()` pour finir)
- Flot : `@FlowScoped` ; ensemble de pages JSF
- Dépendant (portée par défaut) : `@Dependent` ; une nouvelle instance est toujours injectée

13

Exemple

```
public class Ordinateur {
  @Inject
  private Imprimante imprimante;

  public void imprimer(Document document) {
    imprimante.imprimer(document);
  }
}
```

Injection

Utilisation

`imprimante` supprimée à la fin du traitement de la requête

Pourquoi ?

```
@RequestScoped
public class Imprimante {
  ...
  public void imprimer(Document document) { ... }
}
```


14

Utilité de la portée CDI

- Le bean importé est automatiquement supprimé à la fin de sa portée et donc n'encombre pas la mémoire du serveur
- Plusieurs classes (ou pages JSF) peuvent partager les informations contenues dans un bean injecté tant que sa portée est en cours

15

Exemple

```
public class A {
  @Inject
  private Bean bean;
  public void m1(int n) { bean.setP(n); }
  ...
}
public class B {
  @Inject
  private Bean bean;
  private int v;
  public void m2() { this.v = bean.getP(); }
  ...
}
```

```
@RequestScope
public class Bean {
  ... // getP et setP
  ...
}
```

- Si les classes `A` et `B` interviennent dans cet ordre pour traiter une même requête, la valeur mise par `A` (avec `m1`) dans la propriété `p` pourra être récupérée dans `m2` de `B`

16

Création d'un bean CDI

1. Le container crée le bean avec le constructeur sans paramètre
2. Ensuite, si le bean dépend d'autres beans CDI, CDI les injecte

- Donc, on ne peut pas utiliser dans le constructeur un bean injecté Pourquoi ? Quelle erreur aurait-on ?

17

`@PostConstruct`

- Solution pour initialiser un bean CDI avec des objets injectés : écrire dans le bean une méthode annotée par `@PostConstruct`
- Cette méthode sera appelée par le container juste après le constructeur du bean et *après que toutes les injections ont été faites*
- A retenir : Si un bean doit utiliser des instances injectées pendant son initialisation, il faut utiliser ces instances dans une méthode annotée par `@PostConstruct`, pas dans un constructeur

18

Exemple - Erreur

```
@RequestScope
public class Bean1 {
  @Inject
  private Bean2 autreBean;

  public Bean1(){
    // Initialisation qui utilise autreBean
    ...
    autreBean.m(); // NullPointerException !
  }
}
```


19

Exemple - Solution

```
@RequestScope
public class Bean1 {
  @Inject
  private Bean2 autreBean;

  @PostConstruct
  public void init(){
    // Initialisation qui utilise autreBean
    ...
    autreBean.m();
  }
}
```


20

@PreDestroy

- Peut annoter une méthode d'un bean CDI
- Cette méthode « fera le ménage » avant la suppression du bean

Qui va supprimer le bean ?

Qui va lancer l'exécution de la méthode annotée par `@PreDestroy` ?

21

Architecture application Web JSF

- Les pages JSF (*Jakarta Faces*) se chargent de l'interface avec l'utilisateur
- Des beans CDI (les *backing beans*), injectés dans les pages JSF, aident au bon fonctionnement des pages
- Les backing beans délèguent à d'autres classes ce qui n'est pas lié directement aux pages JSF ; en particulier les traitements métier et les interfaces avec les bases de données sont souvent délégués à des beans CDI
- Les interfaces avec les bases de données utilisent des classes Java entités, si JPA

22

Un peu plus loin avec CDI

- Pour lever l'ambiguïté lors d'une injection, un « qualifier », annotation spéciale, peut être utilisé
- Une méthode productrice peut être utilisée pour injecter des valeurs qui ne sont pas des beans CDI ou pour configurer les instances injectées en tenant compte du point d'injection
- Un intercepteur CDI peut intervenir avant ou après l'exécution d'une méthode d'un bean CDI
- Un bean CDI peut déclencher un événement qui va provoquer l'exécution des méthodes qui écoutent cet événement

23

Exemple d'ambiguïté

```
@Inject
private Salut salut;
...
// Dans le code d'une méthode :
  String s = salut.bonjour();
```

Instance de quelle classe sera injectée ?

```
public class SalutFormel implements Salut {
  public String bonjour() { return "Bonjour"; }
  ...
}
```

```
public class SalutAmical implements Salut {
  public String bonjour() { return "Hello"; }
  ...
}
```


24

Lever l'ambiguïté avec un Qualifier

```
@Inject @Formel
private Salut salut;
...
// Dans le code d'une méthode :
  String s = salut.bonjour();
```

Quelle sera la valeur de s ?

```
@Formel
public class SalutFormel implements Salut {
  public String bonjour() { return "Bonjour"; }
  ...
}
```

```
public class SalutAmical implements Salut {
  public String bonjour() { return "Hello"; }
  ...
}
```


25

Exemple définition d'un qualifier

```
import java.lang.annotation.ElementType;
import java.lang.annotation.Retention;
import java.lang.annotation.RetentionPolicy;
import java.lang.annotation.Target;

@Qualifier
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target({ElementType.FIELD, ElementType.TYPE,
ElementType.PARAMETER})
public @interface Formel {
}
```


26

Remplacement des EJBs

27

EJB

- Type particulier de composant Jakarta EE dédié aux processus métier et aux interactions avec les BD
- Existent depuis les 1ères versions de Java EE
- Classe Java dont les instances sont gérées par un container d'EJB pour offrir de nombreux services aux développeurs

28

Services offerts par un container d'EJB

- Gestion du cycle de vie : création, suppression des EJB
- Gestion des transactions : démarrer et terminer des transactions
- Gestion des threads : création, appels asynchrones de méthodes
- Gestion de la concurrence : protéger un EJB contre des accès concurrents
- Gestion de la sécurité : seuls les clients autorisés peuvent appeler les méthodes des EJB
- Une méthode d'un EJB peut être exécutée automatiquement au démarrage de l'application

29

Avantages

- Le développeur peut se concentrer sur les traitements « métier »
- Il n'a (presque) plus à s'occuper des problèmes non fonctionnels liés aux transactions, à la concurrence, à la sécurité,…

30

Remplacement des EJBs

- A ce stade, presque tous les services rendus par les EJB peuvent être rendus par les beans CDI
- L'injection d'un bean CDI est plus souple et plus puissance que l'injection d'un EJB
- Un objectif de Jakarta EE est de retirer la spécification EJB ; chacun des services offerts par les EJBs sera rendu par une autre spécification de Jakarta EE, en particulier par CDI

Exemples de remplacement

- Nous allons étudier en particulier comment
  - Les beans CDI peuvent fournir une gestion simple des transactions
  - Une méthode d'un bean CDI peut être lancée au démarrage ou à l'arrêt d'une application
  - Une méthode d'un bean CDI peut être lancée en parallèle au fil d'exécution principal (appel asynchrone)

Gestion des transactions

2 possibilités pour les transactions

- Dans Jakarta EE la gestion des transactions peut être faite
  - par le code des classes, en utilisant l'interface `UserTransaction`
  - par le serveur d'application, en utilisant `@Transactional`

Contraintes de la gestion par le serveur

- Une transaction doit
  - commencer au début d'une méthode `public`
  - se terminer à la fin de la méthode qui a commencé la transaction
- Le plus souvent ces contraintes ne sont pas gênantes et la gestion par le serveur d'application est choisie car elle est plus simple

`UserTransaction`

- Pour les rares cas où on doit
  - commencer ou terminer une transaction au milieu d'une méthode
  - terminer une transaction dans une autre méthode que la méthode qui démarré la transaction
  - mettre la transaction dans une méthode non `public`

il faut injecter une instance de type `UserTransaction`

Utilisation de `UserTransaction`

- Injecter une instance de type `UserTransaction`

```
@Inject
private UserTransaction tx;
```

- Début transaction
  `tx.begin()`
- Fin de transaction
  `tx.commit()` ou `tx.rollback()`

37

Exemple

```
@RequestScoped
public class MaClasse {
    @Inject
    private UserTransaction userTransaction;
    public void performTransaction() {
        try {
            userTransaction.begin();
            ... // Actions transactionnelles
            userTransaction.commit();
        } catch (Exception e) {
            try {
                userTransaction.rollback();
            } catch (Exception rollbackException) { ... }
        }
```


38

- **La suite de cette section illustre la gestion des transactions par le serveur d'application**

39

`@Transactional`

- Annote une méthode `public` d'une classe gérée par Jakarta EE (bean CDI, servlet,…) pour indiquer comment la méthode se comportera avec les transactions
- Peut annoter une classe pour donner une valeur par défaut à ses méthodes

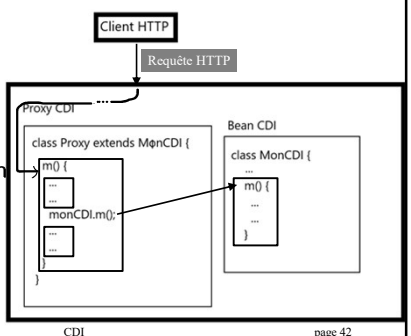
40

Implémentation de `@Transactional`

- CDI offre des intercepteurs qui peuvent être exécutés avant ou après les appels de méthode
- Ce mécanisme peut être implémenté avec des clients proxy générés par CDI
- Un proxy pour une classe C est une instance d'une classe P qui a le même type que C et qui est utilisée à la place d'une instance de C
- Pour `@Transactional`, le proxy contient la logique liée aux transactions

41

- Le code qui traite la requête appelle la méthode `m()` du bean CDI
- En fait, c'est la méthode `m()` du proxy qui est appelée
- Cette méthode `m()` peut démarrer une transaction
- puis appeler la méthode `m()` du bean CDI,
- puis, au retour de cette méthode, lancer un commit ou un rollback



42

Quelles méthodes annoter avec `@Transactional` ?

- Celles qui doivent être exécutées dans une transaction : celles qui créent, modifient ou suppriment des valeurs dans une base de données
- Celles qui ne font que retourner des valeurs de la BD (de type « select ») peuvent ne pas être annotées ; le choix dépend du contexte

Attributs de `@Transactional`

- Les attributs optionnels de l'annotation sont
  - `value` (type `TxType`) ; indique ce qui doit être fait avant et après l'exécution de la méthode (penser au proxy)
  - `dontRollbackOn` (type `Class[]`)
  - `rollbackOn` (type `Class[]`)

  Quelles exceptions provoquent un rollback ?
- Valeurs par défaut : `REQUIRED` pour `value`, un tableau vide pour les 2 autres éléments

`value`

- Indique au container ce qu'il doit faire au début et à la fin de l'exécution de la méthode
- Exemple :

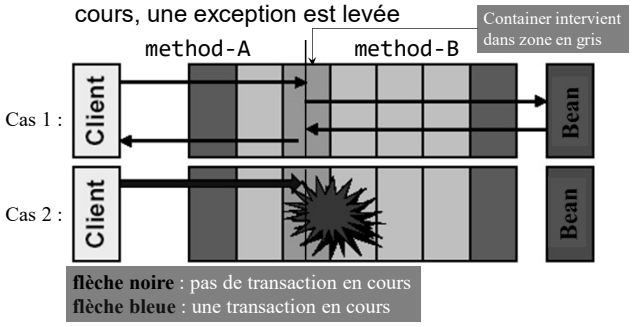
```
import jakarta.transaction.Transactional.TxType;

@Transactional(TxType.SUPPORTS)
public List<Client> getAllClients() { ... }
```


Enumération `Transactional.TxType`

- `NEVER`
- `NOT_SUPPORTED`
- `SUPPORTS`
- `REQUIRED`
- `REQUIRES_NEW`
- `MANDATORY`
- La suite explique ces valeurs ; `method-A` appelle `method-B` qui est annotée par `@Transactional`, avec un paramètre qui prend chacune de ces valeurs

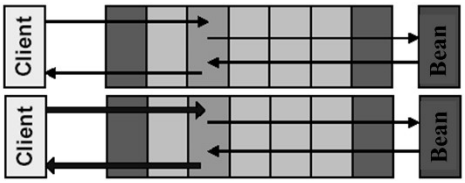
NEVER

- Si `method-B` est appelée avec une transaction en cours, une exception est levée



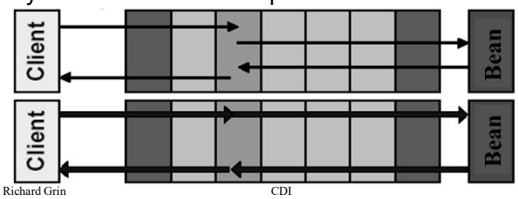
NOT_SUPPORTED

- Toute transaction en cours est suspendue pendant l'exécution de `method-B`
- Pour une méthode qui ne comporte que des « select » pour des entités qui ne sont pas modifiées ensuite (meilleures performances)



SUPPORTS

- La méthode peut supporter une transaction s'il y en a une mais peut fonctionner sans
- Pour une méthode qui ne comporte que des « select » ; à utiliser avec prudence car les résultats des « select » peuvent être différents s'il y a une transaction ou pas

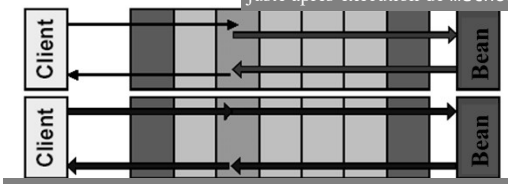


49

REQUIRED

- Une nouvelle transaction est créée par le container si aucune n'est en cours ; si une transaction est en cours, elle est utilisée par `method-B`
- Valeur par défaut

Pourquoi fin de la nouvelle transaction juste après exécution de `method-B` ?



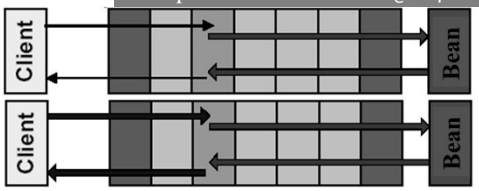
flèche rouge : une nouvelle transaction créée par le container

50

REQUIRES_NEW

- Une nouvelle transaction est toujours créée par le container pour cette méthode
- Pour une méthode qui veut être sure que ses modifications sont validées ou non *à la fin de son exécution*

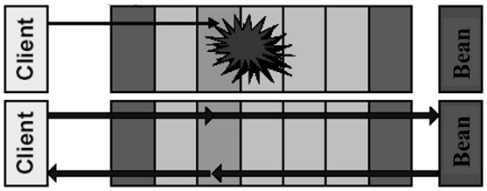
Exemple de différence avec `@Required` ?



51

MANDATORY

- Une exception est levée si aucune transaction n'est en cours au moment de l'appel de la méthode



52

Transactions et exceptions

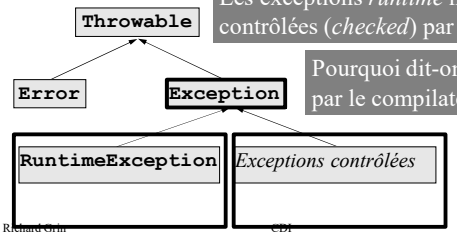
53

Rappel de Java

- Une exception hérite de la classe `Exception`
- Une exception est « runtime » quand elle hérite (directement ou indirectement) de `RuntimeException`
- Une exception est « checked » quand elle n'hérite pas de `RuntimeException`

Les exceptions *runtime* ne sont pas contrôlées (*checked*) par le compilateur.

Pourquoi dit-on « contrôlée par le compilateur » ?



54

Prise en compte des exceptions

- Par défaut, si une exception « runtime » est lancée par une méthode pendant une transaction, le container « marque la transaction pour un rollback » : un rollback sera effectué par le serveur d'application quand la transaction se terminera
- Si aucune exception « runtime » n'est lancée, la transaction se terminera par un commit, *même si une exception non runtime a été lancée*
- Les attributs `rollbackOn` et `dontRollbackOn` peuvent modifier ce comportement

55

`rollbackOn` et `dontRollbackOn`

- Si une classe d'exception est mentionnée, les classes filles sont aussi concernées
- Si une classe est concernée par les 2 attributs, l'attribut `dontRollbackOn` l'emporte

56

Exemple

- Les exceptions contrôlée `SQLException`, sauf les `SQLWarning`, provoqueront un rollback :

```
@Transactional(
    rollbackOn = { SQLException.class,
                   JMSException.class }
    dontRollbackOn = { SQLWarning.class })
public void m(...) {
  ...
}
```


57

Remarque

- Pour que le container ait le comportement décrit, il faut qu'il puisse prendre connaissance des exceptions
- Par exemple, si une `RuntimeException` lancée dans une méthode est attrapée tout de suite dans cette même méthode, cette exception ne provoquera pas de rollback à la fin de la transaction
- De même, si une méthode m1 d'un bean CDI appelle une méthode m2 *du même bean* annotée avec `@Transactional`, il ne sera pas tenu compte de cette annotation

58

Usage fréquent

- Une transaction est démarrée au début d'une méthode `m1` d'un bean CDI
- `m1` appelle une méthode `m2` d'un autre bean CDI
- La méthode `m2` ne peut pas exécuter ce qui lui est demandé ; elle lance une exception contrôlée pour le signaler
- La méthode `m1` attrape cette exception (`catch`) et essaie de réparer le problème
- Si elle n'y parvient pas, elle doit provoquer un rollback de la transaction ; comment faire ?

59

Provoquer un rollback

- Dans le bloc catch de m1, il suffit de lancer une exception runtime qui provoquera un rollback automatique
- La méthode qui a appelé la méthode `m1` contient un `catch` de l'exception si elle veut savoir s'il y a eu commit ou rollback
- On peut lancer, par exemple, une `TransactionalException` qui est une exception runtime, en passant comme cause en paramètre l'exception initiale non runtime

60

Exécution d'une méthode au démarrage ou à l'arrêt d'une application

61

Evénements CDI

- Un type d'événement peut être écouté par des méthodes (les méthodes sont exécutées lorsque l'événement survient) ; on dit que la méthode observe ce type d'événement
- Le développeur peut créer ses propres types événements, mais ce support ne détaillera pas cette possibilité
- Il existe aussi des événements intégrés à CDI, en particulier ceux qui sont déclenchés par le début ou la fin d'une portée CDI

62

Faire exécuter une méthode au démarrage d'une application

- Il faut écrire la méthode dans un bean CDI de portée `ApplicationScoped` et annoter ainsi un des paramètres de la méthode (de type `ServletContext` pour une application Web) :

```
@Observes
@Initialized(ApplicationScoped.class)
```

- Ces annotations indiquent que la méthode observe (`@Observes`) le démarrage (`@Initialized`) de la portée « application », donc de l'application (`ApplicationScoped.class`)

63

Arrêt de l'application

- Si on remplace `@Initialized` par `@Destroyed`, la méthode sera exécutée à l'arrêt de l'application

64

Exemple `@Initialized`

```
public void init(
    @Observes
    @Initialized(ApplicationScoped.class)
    ServletContext context) {
  users.ajouter(new User("bob", 35));
  ... // ajoute d'autres utilisateurs
}
```


65

Appel asynchrone de méthode

66

Traitements asynchrones

- Intéressant de lancer en asynchrone une méthode longue à exécuter si elle ne nécessite pas l'intervention de l'utilisateur
- Exemples : envois d'emails, impressions, traitements longs qui utilisent des bases de données
- Avec Jakarta EE, pas recommandé de créer explicitement un thread pour exécuter la méthode
- Pour que l'appel d'une méthode se fasse en asynchrone il suffit de l'annoter avec `@Asynchronous`

67

@Asynchronous

- Paquetage `jakarta.enterprise.concurrent`
- La méthode annotée est exécutée en // ; **elle retourne immédiatement** ; son éventuel résultat pourra être récupéré plus tard quand la méthode terminera son exécution, en utilisant un `CompletableFuture`
- La méthode doit retourner `void` ou `CompletableFuture` (ou `CompletionStage`)

68

CompletableFuture

- Classe de `java.util.concurrent`, qui représente un résultat potentiel ou une exception résultant d'une opération asynchrone
- Une méthode qui est lancée en parallèle peut retourner immédiatement une instance de `CompletableFuture` qui peut être utilisée pour récupérer le résultat quand il sera disponible, ou pour enchaîner d'autres opérations asynchrones
- L'utilisation de `CompletableFuture` n'est pas au programme de ce cours mais l'exemple suivant donne un aperçu de son utilisation

69

Exemple (méthode)

```
@Asynchronous
public CompletableFuture<Double> heuresTravail(LocalDate depuis,
LocalDate jusqua) {
  try (Connection con = ((DataSource) InitialContext.doLookup(
        "java:comp/env/jdbc/tempsTravailDB")).getConnection()) {
     ... // Calcule le total des heures travaillées
     return Asynchronous.Result.complete(total);
   } catch (NamingException | SQLException x) {
       throw new CompletionException(x);
   }
}
```

L'accès à la base de données des heures travaillées utilise JDBC. La méthode retourne immédiatement ; l'accès à la base de données et le calcul seront effectués en arrière-plan

70

Exemple (utilisation méthode)

```
heuresTravail(lundi, vendredi).thenAccept(total -> {
    DataSource ds = InitialContext.doLookup(
       "java:comp/env/jdbc/salairesDB");
    ... // Utilisation de total
  });
```

Lorsque la méthode retournera, le résultat sera utilisé pour calculer le salaire et l'enregistrer dans la base de données des salaires

71