

Introduction à Jakarta Persistence API (JPA)

Emmanuel BRUNO
Université de Toulon, LIS UMR CNRS 7020
emmanuel.bruno@univ-tln.fr

2026-10-14

Table des matières

1 Magics	1
2 Exemples	2
3 Introduction à Jakarta Persistence API (JPA)	2
4 Spécification	2
5 En pratique	3
6 JPA possède trois composantes principales	3
7 Les Entités dans Jakarta Persistence API (JPA)	3
8 Le gestionnaire d'entités	6
8.1 Exemple de persistence.xml	7
8.2 Création de l'EM et persistence d'une entité	9
9 Conseils pour l'utilisation de JPA avec Lombok	11

```
[postgres] starting...
[postgres] OK
[maven] starting...
[maven] OK
[diag] 1/5 classpath du kernel exposée
[diag] 2/5 imports slf4j/logback OK
[diag] 3/5 contexte logback OK
[diag] 4/5 %jars OK
[diag] Postgres driver registered OK
[diag] 5/5 imports JPA/DatabaseManager OK
17:19:50.914 [IJava-executor-0] INFO
```

```
f.u.b.d.jpa.hello.DatabaseManager
-- Database settings:
URL=jdbc:postgresql://dind/notebook-db, User=dba
17:19:50.917 [IJava-executor-0] INFO
f.u.b.d.jpa.hello.DatabaseManager
-- Starting JPA with URL:
jdbc:postgresql://dind/notebook-db and User: dba
17:19:52.009 [IJava-executor-0] INFO
com.zaxxer.hikari.HikariDataSource
-- HikariPool-1 - Starting...
17:19:52.350 [IJava-executor-0] INFO
com.zaxxer.hikari.pool.HikariPool --
HikariPool-1 - Added connection org.postgresql.jdbc.PgCo
17:19:52.352 [IJava-executor-0] INFO
com.zaxxer.hikari.HikariDataSource
-- HikariPool-1 - Start completed.
--> Connexion JPA réussie (Tentative 1) !
[diag] cell init terminée ✓
```

1 Magics

```
registered line magics:
- class-info
- commonshellcmd
- git-graph-mermaid
- write
- printWithName
- classpath-snapshot
```

```

- listCellMagic
- classpath
- where, which
- pom, loadFromPOM
- listMagic, list
- read
- load
- javadoc-html
- reload-class
- jars
- classDiagram
- tableSchema
- addMavenRepo, mavenRepo
  - addMavenDependencies, maven,
addMavenDependency
  - printerPrefix
  - listLineMagic
  - cmd
registered cell magics:
  - write
  - javasrcFieldByName
  - commonshell
  - javasrcConstructorByName
  - sqlAsTable
  - plantUML
  - pom, loadFromPOM
  - javasrcMethodByName
  - mycompile
  - shell
  - javasrcMethodByAnnotationName
  - benchmark
  - tableSchema
  - javasrcList
  - javasrcInterfaceByName
  - plantUMLFile
  - javasrcJavadoc
  - compile
  - classDiagram
  - javasrcClassByName
  - rdbmsSchema
  - timeit, timeIt, time

```

2 Exemples

Les exemples présentés sont disponibles dans l'entrepôt: <https://github.com/ebpro/sample-hellojpa/>

Un exemple complet de base est disponible dans l'entrepôt: <https://github.com/ebpro/minimal-jpa/>

3 Introduction à Jakarta Persistence API (JPA)

Le Mapping Relationnel/Object (ORM) est une approche déclarative visant à établir un lien entre un modèle Orienté Objet, tel qu'un programme Java, et un modèle relationnel, matérialisé par des tables dans une base de données relationnelle. Cette démarche peut comprendre la création du schéma relationnel à partir du programme Java et l'automatisation des fonctions essentielles pour la gestion de la persistance des données. Cela améliore la portabilité des applications par une abstraction de la couche de persistance et donc une réduction de la dépendance au code SQL spécifique au fournisseur de base de données.

4 Spécification

Pour Java, Jakarta Persistence API (JPA) est une spécification (actuellement en version 3.1) concernant la liaison entre le modèle orienté objet de Java et le modèle relationnel (Object Relational Mapping - ORM). JPA s'appuie sur JDBC (Java Database Connectivity). JPA fournit une solution robuste et normalisée pour la gestion des interactions entre une application Java et une base de données.

Plusieurs implantations de JPA existent dont l'implantation de référence EclipseLink et une autre très utilisée Hibernate. Cette introduction utilise Hibernate mais en respectant le standard.

5 En pratique

Il faut donc ajouter les éléments suivant au `pom.xml` de Maven.

```
<!-- L'API Standard -->
<!-- a priori inclue par
transitivité avec l'une des suivantes
-->
<dependency>
  <groupId>jakarta.persistence</
groupId>
  <artifactId>jakarta.persistence-
api</artifactId>
  <version>3.1.0</version>
</dependency>

<dependency>
  <groupId>org.hibernate.orm</
groupId>
  <artifactId>hibernate-core</
artifactId>
  <version>6.3.1.Final</version>
</dependency>

<!-- L'implantation de référence
-->
<!--
<dependency>

<groupId>org.eclipse.persistence</
groupId>
  <artifactId>eclipselink</
artifactId>
  <version>4.0.1</version>
</dependency>
-->
```

6 JPA possède trois composantes principales

- La description des « entités » persistentes.
- L'interaction de base avec la persistance via les opérations CRUD (Create, Read, Update, Delete).

- L'interrogation native ou via un langage dédié.

Pour utiliser JPA, il faut une base de données relationnelle. Nous utiliserons ici PostgreSQL via l'image Docker officielle.

Les exemples sont disponibles sur ce repository GitHub.

7 Les Entités dans Jakarta Persistence API (JPA)

Avec JPA une classe dont les instances doivent être persistantes est appelée une entité. Techniquement, une classe est une entité si elle annotée avec `@Entity`, qu'un ou plusieurs de ses attributs sont annotés avec `@Id` et qu'elle a au moins un constructeur sans paramètre (au plus `protected`). La classe sera alors associée à une relation du même nom, ayant une clé primaire (atomique ou composite)

La classe suivante est donc entité JPA :

```
@RequiredArgsConstructor(staticName
= "of")
@NoArgsConstructor(access
= AccessLevel.PROTECTED)
@Setter
@ToString
@Getter

@Entity
public class Customer {
  @Id
  @GeneratedValue
  private long id;

  @NotNull
  private String email;

  private String name;
}
```

associée à la relation :

T customer
PK id : int8(19)
email : varchar(255)
name : varchar(255)

et à la table :

Co-lumn	Type	Nul-lable	De-fault	Re-marks
id	int8(19)	NOT NULL		
email	varchar(255)			
name	varchar(255)			

Primary key: id

Indexes: - customer_pkey (id) UNIQUE

```
CREATE TABLE ex_simple.customer (
  id int8(19) NOT NULL,
  email varchar(255),
  name varchar(255),
  PRIMARY KEY (id)
);
```

id email name

Le mapping peut être contrôlé finement par un ensemble d'annotations. La classe suivante illustre celles de base.

```
@Getter
@Setter
@ToString
@Builder
@AllArgsConstructor
@RequiredArgsConstructor(staticName
= "of")
@NoArgsConstructor(access
= AccessLevel.PROTECTED)
```

```
@Entity
@Table(name = "CUSTOMER",
      indexes = {@Index(name =
"idx_email", columnList = "email",
unique = true)})
public class Customer {
    @Builder.Default
    @Column(updatable = false)
    private LocalDateTime creationDate
= LocalDateTime.now();

    @Id
    @Column(name = "ID")
    @GeneratedValue
    private long id;

    @Column(length = 50, nullable =
false, unique = true)
    @NotNull
    private String email;

    @Column(length = 50, nullable
= false)
    private String firstname;

    @Column(length = 50, nullable
= false)
    private String lastname;

    @Transient
    private String displayName;

    @Setter
    private LocalDate birthDate;

    @Lob
    @Basic(fetch = FetchType.LAZY)
    @ToString.Exclude
    private byte[] photo;

    @Builder.Default
```

```

//@Enumerated(EnumType.STRING)
    private Status status =
Status.LEAD;

@Version
    protected Integer version;

    public enum Status {ACTIVE, LEAD}
}

```

T customer	
PK id : int8(19)	
birthdate : date(13)	
creationdate : timestamp(29)	
email : varchar(50)	
firstname : varchar(50)	
lastname : varchar(50)	
photo : oid(10)	
status : int2(5)	
version : int4(10)	

Co-lumn	Type	Nul-lable	De-fault	Re-marks
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
name	varchar(50)	NOT NULL		
bio_brief	varchar(255)			
bio_extended	oid(10)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
name	varchar(255)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
name	varchar(255)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		

Co-lumn	Type	Nul-lable	De-fault	Re-marks
name	varchar(255)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
name	varchar(255)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
email (UNIQUE)	varchar(255)			
name	varchar(255)			
uuid (PK)	uuid(2147483647)	NOT NULL		
name	varchar(50)	NOT NULL		
birth-date	date(13)			
status	int2(5)			
ver-sion	int4(10)			
id (PK)	int8(19)	NOT NULL		
crea-tion-date	timestamp(29)			
email (UNIQUE)	varchar(50)	NOT NULL		
first-name	varchar(50)	NOT NULL		
last-name	varchar(50)	NOT NULL		
photo	oid(10)			

Primary key: id, id, id, id, id, id, uuid, id

Indexes: - customer_email_key (email)
 UNIQUE - customer_pkey (id, id, id, id, id, id, uuid, id, id) UNIQUE

```
CREATE TABLE customer (
    id int8(19) NOT NULL,
    name varchar(50) NOT NULL,
    bio_brief varchar(255),
    bio_extended oid(10),
    id int8(19) NOT NULL,
    name varchar(255),
    id int8(19) NOT NULL,
    name varchar(255),
    id int8(19) NOT NULL,
    name varchar(255),
    id int8(19) NOT NULL,
    email varchar(255),
    name varchar(255),
    uuid uuid(2147483647) NOT NULL,
    name varchar(50) NOT NULL,
    birthdate date(13),
    status int2(5),
    version int4(10),
    id int8(19) NOT NULL,
    creationdate timestamp(29),
    email varchar(50) NOT NULL,
    firstname varchar(50) NOT NULL,
    lastname varchar(50) NOT NULL,
    photo oid(10),
    PRIMARY KEY (id, id, id, id, id,
id, uuid, id)
);
```

birth- date	status	version	id	creation- date	email	first- name	last- name	photo
----------------	--------	---------	----	-------------------	-------	----------------	---------------	-------

@Entity indique qu'une classe est une entité et permet de contrôler son nom (par défaut celui de la classe).

@Id est obligatoire et définit le ou les attributs qui compose la clé primaire.

@GeneratedValue contrôle la méthode utilisée pour générer la clé lors de l'insertion (automa-

tique pour s'adapter à la base de données utilisée, identité pour MySQL, séquence pour ceux qui le supporte ou Table qui est portable mais avec les moins bonnes performances et récemment UUID).

@Table contrôle finement le mapping au niveau de la table associée (nom spécifique, schema, catalogue, contraintes et index).

@Column contrôle finement la colonne associée au membre comme son nom ou ses contraintes (null, insertion ou mise à jour autorisés ou non ; unicité ; ...).

@Basic est l'annotation pour tout ce qui peut être représenté directement comme un attribut : les primitifs (et leurs classes d'enveloppement), les chaînes de caractères, les types temporels, les octets ou tableaux d'octets, les énumérés et tout ce qui implante l'interface Serializable. Cette annotation est optionnelle et permet de d'indiquer si l'attribut peut être nul dans la base (optional) et s'il doit être récupéré au changement de classe (par défaut, fetch=EAGER) ou uniquement lors de l'accès au membre (fetch=LAZY).

@Transient permet d'indiquer qu'un membre ne doit pas être persistant (s'il porte le modificateur transient c'est aussi le cas).

@Lob permet d'associer des grands objets binaires ou textes (BLOB et CLOB).

@Version définit un attribut utiliser pour assurer le verrouillage optimiste.

8 Le gestionnaire d'entités

Pour gérer les entité JPA s'appuie sur l'entity manager (EM). Il fournit les opération CRUD de base et une interface pour exécuter des requêtes. L'EM s'appuie sur des unités de persistance (des connexions à une base de données) qui sont définie dans un fichier XML **META-INF/persistence.xml** à la racine du classpath

(donc dans `src/main/resources` avec Maven). Son schéma est défini dans le standard <https://jakarta.ee/xml/ns/persistence>.

8.1 Exemple de persistence.xml

Un exemple de base est donné ci-dessous :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
standalone="yes"?>
<persistence xmlns="https://jakarta.
ee/xml/ns/persistence"
xmlns:xsi="http://www.w
3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://jakarta.
ee/xml/ns/persistence
https://
jakarta.ee/xml/ns/persistence/
persistence_3_1.xsd"
version="3.1">

<persistence-
unit name="hellojpaPU" transaction-
type="RESOURCE_LOCAL">
<description>Hello JPA -
Hibernate + PostgreSQL</description>

<provider>org.hibernate.jpa.Hibernate
provider>

<!-- We explicitly list
entities -->

<exclude-unlisted-
classes>false</exclude-unlisted-
classes>

<!-- ===== ENTITIES ===== -->
<class>fr.univtln.bruno.demos.jpa.he
class>
<class>fr.univtln.bruno.demos.jpa.he
class>
<class>fr.univtln.bruno.demos.jpa.he
class>
<class>fr.univtln.bruno.demos.jpa.he
```

[illegible]

```

class>
    <class>fr.univtl.n.bruno.demos.jpa.hellojpa.db
class>

    <class>fr.univtl.n.bruno.demos.jpa.hellojpa.db
class>

    <!-- ===== CONFIGURATION =====
-->

    <properties>

        <!-- JDBC (Hibernate will
use HikariCP automatically) -->
            <property
name="jakarta.persistence.jdbc.url"
value="jdbc:postgresql://db:5432/
hellojpa-db"/>
            <property
name="jakarta.persistence.jdbc.user"
value="dba"/>
            <property name="jakarta.persistence.jdbc.password"
value="secretsecret"/>

            <!-- Schema generation
(demo/teaching setup) -->
            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.database.action"
value="drop-
and-create"/>

            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.create-source"
value="script-
then-metadata"/>
            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.drop-source"
value="script-
then-metadata"/>
            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.create-script-source"
value="sql/
provided-create.ddl"/>
            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.drop-script-source"
value="sql/
provided-drop.ddl"/>
            <property
name="jakarta.persistence.sql-load-
script-source"
value="sql/
provided-data.sql"/>
            <property
name="jakarta.persistence.schema-
generation.create-database-schemas"
value="true"/>

            <!-- Hibernate behavior /
tuning -->
            <property
name="hibernate.jdbc.batch_size"
value="25"/>
            <property
name="hibernate.order_inserts"
value="true"/>
            <property
name="hibernate.order_updates"
value="true"/>

            <!-- SQL logging -->
            <property
name="hibernate.format_sql"
value="true"/>
            <property
name="hibernate.highlight_sql"
value="true"/>

        </properties>

```

```
</persistence-unit>
</persistence>
```

8.2 Création de l'EM et persistance d'une entité

Pour obtenir un EM, on utilise l'EntityManagerFactory (EMF) en indiquant le nom d'une persistence unit. La génération automatique éventuelle du schéma a lieu lors de la première utilisation de l'EMF.

A partir de l'entity manager, il est alors possible de commencer une transaction (`begin`), de rendre persistante une instance (`persist`) et de terminer la transaction (`commit` ou `rollback`). On note la mise à jour automatique de l'entity avec l'ID généré par la base de données. L'entity manager est prévu pour une utilisation locale et généralement brève, il doit être fermé après utilisation (`autocloseable`).

```
try (EntityManagerFactory emf = Persistence
    pu")) {
    try (EntityManager entityManager
        = emf.createEntityManager()) {
    }
```

La création d'un EMF est coûteuse, on utilise donc généralement un singleton pour gérer l'EMF.

```
EntityManagerFactory emf = DatabaseManager
    Logger log =
    LoggerFactory.getLogger("notebook");
```

ce singleton retourne l'instance de l'EMF qui n'est qu'à la première demande.

```
import fr.univtln.bruno.demos.jpa.hello.s
```

```
try (EntityManager entityManager =
    emf.createEntityManager()) {
    entityManager.getTransaction().begin();

    Customer customer =
    Customer.of("pierre.durand@ici.fr");
    log.info("BEFORE PERSIST
        "+customer.toString());

    entityManager.persist(customer);
    log.info("AFTER PERSIST:
        "+customer.toString());

    entityManager.getTransaction().commit();
}
```

```
17:19:57.767 [IJava-executor-0]
INFO notebook --
BEFORE PERSIST Customer(id=0,
email=pierre.durand@ici.fr,
name=null)
17:19:57.799 [IJava-executor-0]
INFO notebook --
AFTER PERSIST: Customer(id=1,
email=pierre.durand@ici.fr,
name=null)
```

A partir du moment où une entité est liée au contexte de persistance (en venant d'être créée ou récupérée), la mise à jour dans la base est implicite (pas de fonction dédiée de l'entity manager). La transaction n'est nécessaire que pour les modifications.

```
entityManagerFactory();
```

```
long newId;
Customer customer =
    Customer.of("marie.dupond@la.fr");

try (EntityManager entityManager =
    emf.createEntityManager()) {
    entityManager.getTransaction().begin();
    entityManager.persist(customer);
```

```
customer.setName("Marie Dupond");

entityManager.getTransaction().commit();
log.info("AFTER COMMIT: "+customer.toString());
}

newId=customer.getId();
```

```
17:19:57.934 [IJava-executor-0]
INFO notebook --
AFTER COMMIT: Customer(id=2,
email=marie.dupond@la.fr, name=Marie
Dupond)
```

L'entity manager propose une méthode de recherche par ID `find(Class<T> entityClass, Object primaryKey)` qui prend en paramètre la classe de l'entité recherchée et la valeur de la clé.

```
try (EntityManager entityManager =
emf.createEntityManager();) {
Optional<Customer> customer = Optional.ofNullable(entityManager.find(Customer.class,
newId));

if (customer.isEmpty())
log.info("Id %d not in
database.".formatted(newId));
else {
log.info("Search cust. Id
%d: %s".formatted(newId,customer));
}
}
```

```
17:19:58.098 [IJava-executor-0] INFO
notebook -- Search cust.
Id 2: Optional[Customer(id=2,
email=marie.dupond@la.fr, name=Marie
Dupond)]
```

L'entity manager propose une méthode `remove` pour supprimer une entité de la base de données.

```
try (EntityManager entityManager =
emf.createEntityManager();) {
Optional<Customer> customer = Optional.ofNullable(entityManager.find(Customer.class,
newId));

if (customer.isEmpty())
log.error("Id %d not in
database.".formatted(newId));
else {
log.info("Removed Id %d from
the database.".formatted(newId));
entityManager.getTransaction().begin();
entityManager.remove(customer.get());
entityManager.getTransaction().commit();
}
}
```

```
17:19:58.191 [IJava-executor-0] INFO
notebook -- Removed Id 2 from the
database.
```

`Optional.ofNullable(entityManager.find(Customer.class, newId))` merge attache un objet au contexte de persistance (par son id), `refresh` annule les modifications en cours de transaction sur une entité et `detach` indique à l'EM de ne plus gérer une entité.

```
Customer customer =
Customer.of("???");
customer.setId(newId);
log.info("BEFORE MERGE "+customer.toString());

try (EntityManager entityManager =
emf.createEntityManager();) {
entityManager.getTransaction().begin();

customer =
entityManager.merge(customer);
entityManager.refresh(customer);
}
```

```

    entityManager.getTransaction().commit();
}

log.info("AFTER          MERGE+REFRESH
"+customer.toString());

```

```

17:19:58.468 [IJava-executor-0] INFO
notebook      --      BEFORE      MERGE
Customer(id=3, email=???, name=null)
17:19:58.527      [IJava-executor-0]
INFO          notebook      --
AFTER MERGE+REFRESH Customer(id=3,
email=pierre.durand@ici.fr,
name=null)

```

9 Conseils pour l'utilisation de JPA avec Lombok

Lorsque vous utilisez Lombok avec JPA (Java Persistence API), quelques précautions sont nécessaires pour assurer un fonctionnement harmonieux de votre application. Évitez l'utilisation de l'annotation `@Data`, car elle peut générer des méthodes indésirables dans le contexte de la persistance des données. De plus, faites attention avec `@EqualsAndHashCode`, car elle peut avoir des implications inattendues sur les relations Hibernate. Lorsque vous utilisez `@ToString`, assurez-vous d'exclure les attributs « Lazy » pour éviter les problèmes liés au chargement paresseux lors de l'affichage des objets. Enfin, pour garantir une construction cohérente des entités, ajoutez `@NoArgsConstructor(access=AccessLevel.PROTECTED)` en conjonction avec `@Builder` ou `@AllArgsConstructor`. En suivant ces bonnes pratiques, vous pouvez optimiser l'utilisation de Lombok avec JPA tout en évitant les écueils potentiels.