Java Persistence API

Master Technologies de l'Internet 1ère année

Eric Cariou

Université de Pau et des Pays de l'Adour
UFR Sciences Pau – Département Informatique

Eric.Cariou@univ-pau.fr

Java Persistence API

- JPA : Java Persistence API
- Framework de persistance en Java
  - ORM : Object-Relationnal Mapping
  - API définie sur la base d'Hibernate, ORM de référence dans le monde Java
    - Peut fonctionner avec d'autres moteurs de persistance
- Principes
  - On définit la correspondance entre la structure des classes objet et le schéma relationnel de la BDD
  - On manipule directement des objets dans le code
  - Le framework fait la lecture/enregistrement du contenu des objets sur le support physique
    - Plus besoin de coder des requêtes SQL
    - Même si un langage de requête orienté objet reste utile

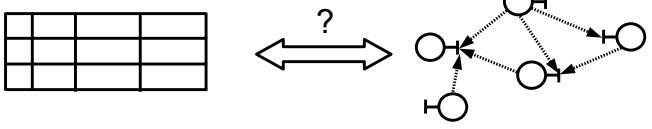
Limites de JDBC

Problématique

- Java avec stockage des données dans une BDD relationnelle
  - Nécessite des requêtes SQL
    - Utilisation d'un framework dédié : JDBC
  - Sort du format « standard » de représentation Java des données (classes et objets)
    - Une requête de type SELECT retourne un ResultSet
      - C'est à dire un ensemble de ligne de plusieurs colonnes
    - On accède aux éléments du ResultSet en naviguant selon les lignes et les colonnes, case par case
    - Peu pratique mais difficile de faire autrement vu ce que retourne de manière native les requêtes SQL
      - Sauf à passer par des SGBD objet-relationnel

Problématique

- Java avec stockage BDD et accès via JDBC
  - Au delà de l'accès à faire à distance
    - Qui complexifie forcément les choses mais ne peut pas y couper
  - Représentation des données très différentes
    - Coté BDD
      - Structure en table avec langage de requête dédié
      - Récupère toujours une « sous-table » via le résultat de l'exécution d'une requête de type SELECT
    - Coté Java
      - Structure des données définies par les classes que l'on instancie
      - Les objets sont associés entre eux et forment un graphe d'objet dans l'application



Retour sur l'exemple du cours JDBC

- Gestion de sports et de disciplines
  - Un sport se compose de plusieurs disciplines
  - Deux tables définies dans un schéma nommé « sports »
    - sport (*code_sport_*, intitule)
      discipline (*code_discipline*, intitule, code_sport)
- Première version coté Java
  - Deux classes et correspondance totale avec la structure des tables

```
public class Sport {

    private int codeSport;

    private String intitule;

    // getter, setters
    // constructeurs
}
```

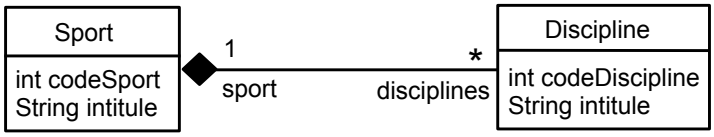
```
public class Discipline {

    private int codeDiscipline;

    private String intitule;

    private int codeSport;

    // getter, setters
    // constructeurs
}
```

Retour sur l'exemple du cours JDBC

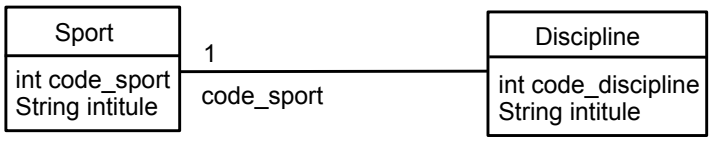
- Première version des classes pas satisfaisante
  - Attributs codeSport dans la classe Sport et codeDiscipline dans la classe Discipline
    - Clés primaires coté BDD : données techniques ici, pas métier
    - Mais on va les garder quand même
      - Utile pour identifier les objets et faire le lien avec la BDD
  - Classe Discipline, attribut codeSport
    - Permet de connaître le sport auquel se rattache la discipline
    - Pourquoi un entier comme en BDD ?
      - Si on veut récupérer l'instance de la classe Sport associée, on devra parcourir tous les objets de type Sport pour trouver celui qui a le bon codeSport ou faire une requête SQL sur la base
      - Autant mettre une référence vers un objet de type Sport directement
  - Classe Sport
    - Conceptuellement, un sport se compose de plusieurs disciplines même si cela n'est pas directement représenté techniquement
    - Peut rajouter dans la classe un attribut disciplines

Retour sur l'exemple du cours JDBC

- Coté objet/Java on veut implémenter cette modélisation métier



- Coté BBD, la base est implémentée selon cette logique technique



Retour sur l'exemple du cours JDBC

- Nouvelle version des classes
  - En « pur objet/métier », sans se préoccuper du stockage en BDD
    - Sauf pour clés primaires qui serviront d'identifiant coté Java
  - Les méthodes d'accès à la BDD prendront ces classes en paramètres ou type de retour

```
public class Sport  {

    private int codeSport;

    private String intitule;

    private Set<Discipline> disciplines;

    // getter, setters
    // constructeurs
}
```

```
public class Discipline  {

    private int codeDiscipline;

    private String intitule;

    private Sport sport;

    // getter, setters
    // constructeurs
}
```


Nouvelle version ajout discipline

```
public Discipline ajouterDiscipline(String intitule, Sport sport)
                                                    throws SQLException {
  // requête pour définir la clé primaire de la discipline : max + 1
  Statement req = conn.createStatement();
  ResultSet res = req.executeQuery("
              SELECT MAX(CODE_DISCIPLINE) FROM DISCIPLINE");
  res.next();
  int codeDisc = res.getInt(1);
  codeDisc++;

   // insertion des données dans la table discipline
   req = conn.createStatement();
   int nb = req.executeUpdate("INSERT INTO DISCIPLINE VALUES ("
            + codeDisc + " , '" + intitule + "' , " + sport.getCodeSport() + ")");
   System.out.println(" Discipline insérée : " + nb);

  // création de l'objet discipline et ajout dans les disciplines du sport
  Discipline disc = new Discipline(codeDisc, intitule, sport);
  sport.addDiscipline(disc);
  return disc;
}
```


Nouvelle version ajout discipline

- Pour ajouter une discipline, il faut une instance de Sport
  - Peut la récupérer dans la base à partir de son intitulé

```
public Sport getSport(String intitule) throws SQLException {
    Statement req = conn.createStatement();
    ResultSet res = req.executeQuery("SELECT * FROM SPORT
                                    WHERE INTITULE = '"+intitule+"'");
    if (res.next()) {
       Sport sport = new Sport();
       sport.setCodeSport(res.getInt(1));
       sport.setIntitule(res.getString(2));
       // chargement des disciplines du sport
       sport.setDisciplines(this.getDisciplinesSport(sport));
       return sport;
    }
    //  sport non trouvé
    else throw new SQLException("Sport "+intitule+"non trouve");
}
```


Nouvelle version ajout discipline

- Méthode qui retourne toutes les disciplines d'un sport

```
public Set<Discipline> getDisciplinesSport(Sport sport) throws SQLException {
    Statement req = conn.createStatement();
    ResultSet res = req.executeQuery("SELECT * FROM DISCIPLINE
                                WHERE CODE_SPORT="+sport.getCodeSport());
    HashSet<Discipline> disciplines = new HashSet<Discipline>();
    Discipline disc;
    while (res.next()) {
       disc = new Discipline(res.getInt(1), res.getString(2), sport);
       disciplines.add(disc);
    }
    return disciplines;
}
```

- Exemple d'ajout d'une discipline

```
AccesSportsJDBC acces = new AccesSportsJDBC();
acces.connexionSGBD();

Sport sport = acces.getSport("ski");
Discipline disc = acces.ajouterDiscipline("biathlon", sport);
```

Analyse du code

- Analyse du code présenté
  - Marche très bien
    - Dans le sens où il fait ce qui doit être fait : ajouter une discipline à un sport dans la BDD via l'utilisation d'objets
    - Mais potentiels problèmes ou points faibles
  - Ex : quand on récupère un sport dans la BDD, on charge et instancie toutes ses disciplines
    - Peut être très lourd (mémoire JVM, accès réseau, surcharge SGBD …) pour des données pas forcément (encore) utiles
    - Avec des classes/tables avec beaucoup de références entre elles
      - Chargera pour une requête une grosse partie du contenu de la base
    - Solutions
      - Ne pas mettre l'attribut `Set<Discipline> disciplines` dans la classe `Sport` mais c'est dommage …
      - Le garder mais modifier `getDisciplines()` pour charger les disciplines à la demande et non pas automatiquement

Analyse du code

- Problèmes de cohérence entre objets et contenu de la BDD
  - Il se passe quoi si on exécute ce code :

```
Sport peche = new Sport(4, "pêche");
acces.ajouterDiscipline("mouche", peche);
```

    alors qu'il n'y a pas de sport « pêche » avec une clé primaire de 4 dans la base ?
    - Ça plante parce que la clé étrangère vers la table `sport` n'existe pas
  - Finalement je préfère écrire « biathlon » avec une majuscule :

```
disc.setIntitule("Biathlon");
```

    - La mise à jour sur la base n'est pas faite avec un setter basique
- Le développeur doit gérer lui-même la cohérence entre le contenu des objets et la BDD
  - Code relativement complexe
  - Peut s'appuyer sur un patron DAO (Data Access Object)
    - Cf TD

De JDBC à JPA

- Avec un framework ORM comme JPA
  - Définition des correspondances classes / tables
    - Avec des classes Java classiques (POJO : Plain Old Java Object)
  - Gére ensuite tout seul la cohérence objet / contenu base
- JDBC
  - Très simple d'exécuter des requêtes SQL
  - Mais ensuite le programmeur doit tout gérer à la main
- JPA
  - Framework assez complexe mais très puissant
  - Qui supprime une très grande partie du code nécessaire avec JDBC

Fonctionnement général de JPA

- Définition de correspondances entre classes et tables
  - On ne manipulera que des objets métier coté Java
- API de JPA offre des fonctionnalités pour
  - Récupérer des objets à partir de leur contenu en BDD
    - Usage au besoin d'un langage de requête ressemblant à SQL mais se basant sur la structure des classes
  - Rendre des objets créés persistants
    - Leur contenu est inséré dans la BDD
  - Faire toute opération de création / modification / suppression sur des objets avec persistance en BDD
    - Se fait en mode transactionnel
- JPA est une API qui nécessite un moteur l'implémentant
  - Hibernate, EclipseLink …
  - On évitera d'utiliser des fonctionnalités propriétaires des moteurs si on veut du code portable

Mappings entités Java – tables SQL

Principes de définition des mappings

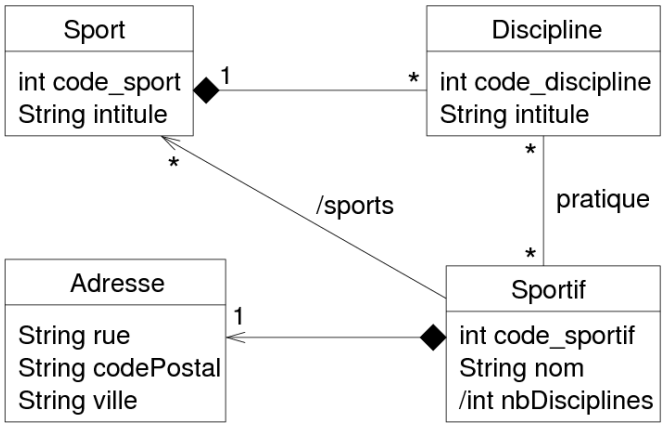
- Indépendance de définition des structures de données
  - On modélise d'un coté le métier et de l'autre la BDD en s'attachant à faire les meilleures implémentations / conceptions selon le domaine
    - Coté métier : structure métier et facilité de manipulation des données
    - Coté BDD : optimiser la gestion des données et performance d'accès
  - On définira ensuite les mappings requis entre les classes et tables
- Une classe Java est mappée vers une table dite primaire
  - La plupart des attributs de la classe ont une correspondance avec les colonnes de la table
  - Pourra utiliser d'autres tables dites secondaires pour la correspondance d'autres attributs
    - Via des jointures réalisées automatiquement par JPA
  - Une classe pourra fusionner le contenu de deux (ou plus) tables
  - Pourra gérer tout type de jointures entre tables / associations entre classes

Entité

- Classe Java qui a vocation à avoir le contenu de ses objets rendu persistant en BDD
- Classe standard : un POJO (Plain Old Java Object)
  - Définit des attributs de tout type
    - Et éventuellement des méthodes métier
  - Peu de contraintes à respecter (programmation classique)
    - Constructeurs dont un sans paramètre
    - Getters et setters pour les attributs
    - Un attribut jouera un rôle d'identifiant
    - Implémente java.io.Serializable
    - Rédéfinir equals() et hashcode() pour gestion des collections
      - En évitant d'utiliser l'identifiant dans le calcul du hashcode

Exemple métier

- On reprend la modélisation métier de l'application de sports avec ajout d'une classe / entité sportif



Exemple métier

- Classes Sport et Disciplines
  - Reprend les mêmes contenus que dans le cours JDBC
    - Un sport se compose de plusieurs disciplines
- Ajoute une entité Sportif
  - Un sportif pratique plusieurs disciplines et une discipline est pratiquée par plusieurs sportifs
    - Association bidirectionnelle * <-> * pratique entre les 2 classes
  - Un sportif a une adresse gérée comme un concept métier dédié
- Deux éléments dérivés
  - Attribut nbDisciplines dans Sportif
    - Le nombre de disciplines pratiquées par un sportif se détermine à partir de l'association pratique
  - Association unidirectionnelle dérivée /sports entre Sportif et Sport
    - Se détermine de l'association pratique en récupérant les sports des disciplines du sportif

POJO de Sport

```
public class Sport  implements java.io.Serializable {

   private short codeSport;
   private String intitule;
   private Set<Discipline> disciplines;

   public Sport() {
      this.disciplines = new HashSet<>();
   }

   public Sport(short codeSport) {
      this.codeSport = codeSport;
      this.disciplines = new HashSet<>();
   }
   public Sport(short codeSport, String intitule,
                                 Set disciplines) {
     this.codeSport = codeSport;
     this.intitule = intitule;
     this.disciplines = disciplines;
   }

   public short getCodeSport() {
     return this.codeSport;
   }
   public void setCodeSport(short codeSport) {
      this.codeSport = codeSport;
   }
```



```
   public String getIntitule() {
      return this.intitule;
   }
   public void setIntitule(String intitule) {
      this.intitule = intitule;
   }

   public Set getDisciplines() {
      return this.disciplines;
   }
   public void setDisciplines(Set disciplines) {
      this.disciplines = disciplines;
   }

   @Override
   public boolean equals(Object o) {
      ...
   }
   @Override
   public int hashcode() {
      ...
   }
   @Override
   public String toString() {
      ...
   }
}
```

POJO de Sport

- Contenu de la classe
  - codeSport jouera le rôle d'identifiant
  - Un getter / setter par attribut + plusieurs constructeurs
  - Implémentation de Serializable et redéfinition de equals(), hashcode() et toString()
- Pour faciliter l'ajout et suppression de disciplines, peut rajouter 2 méthodes

```
public void addDiscipline(Discipline disc) {
   if (this.disciplines == null) disciplines = new HashSet<>();
   disciplines.add(disc);
}

public void removeDiscipline(Discipline disc) {
   if (this.disciplines != null) disciplines.remove(disc);
}
```


Attributs des autres POJO

- Classe Sportif

  int codeSportif; // identifiant
  String nom;
  Adresse adresse;
  Set<Disciplines> disciplines;

  - Rajoutera deux pseudos getter (pas d'attribut dans la classe)

    int getNbDisciplines()
    Set<Sport> getSports()

    - On verra plus loin comment les implémenter

- Classe Adresse

  String rue, ville, codePostal;

  - Pas d'identifiant dans cette classe, on verra pourquoi plus tard

- Classe Discipline

  int codeDiscipline; // identifiant
  String intitule;
  Sport sport;
  Set<Sportif> sportifs;

- Dans Sportif et Discipline
  - Pourra aussi rajouter des méthodes d'ajout / suppression d'éléments dans les collections

Tables de l'exemple

- Tables associées dans le SGBD
  - Conserve les tables sport et discipline déjà vues
    - sport (*code_sport*, intitule)
    - discipline (*code_discipline*, intitule, code_sport)
      - code_sport : clé étrangère venant de sport
  - Données sur un sportif
    - Une adresse est spécifique à un sportif : peut inclure les données de l'adresse avec les données du sportif
      - sportif(*code_sportif*, nom, rue, code_postal,ville)
  - Association entre disciplines et sportifs : nécessite une table d'association
    - pratique(*code_sportif, code_discipline*)
      - Clé primaire : combinaison de code_sportif et code_discipline
      - Clés étrangères : code_sportif de sportif et code_discipline de discipline

Mappings généraux de l'exemple

- Les tables sport, sportif et discipline ont respectivement une classe associée
  - Une colonne d'une table = un attribut d'une classe
  - La clé primaire = l'identifiant de la classe
  - Les jointures sont implémentées par des Set<XXX>
- La table sportif a une correspondance vers deux classes
  - Sportif et Adresse
  - Avoir deux tables = jointure alors que très peu d'adresses seront partagées par plusieurs sportifs
- La table d'association pratique n'est pas représentée par une classe
  - On aura directement des méthodes dans les classes Sportif et Discipline pour récupérer les éléments correspondants
  - Les mappings permettront de directement gérer cette association

Annotations

- Les mappings classes / tables sont définis par des annotation Java dans les classes des entités
  - Ou dans des fichiers XML mais moins pratique
- Annotations Java : méta-données
  - Données sur des données
  - S'appliquent sur des éléments du code
  - Précise qu'un élément joue un certain rôle, a certaines caractéristiques, informer de quelque chose …
    - Une annotation peut contenir des paramètres (nommés s'il y en a plusieurs)
  - Une annotation commence par @
    - Exemple : @Override pour préciser que c'est la rédéfinition d'une méthode de la classe mère
  - Une annotation est définie par une classe Java dédiée

Annotations des entités

- Annotations JPA définies dans le package javax.persistence
- @Entity
  - Définit une classe comme étant une entité EJB dont les instances pourront être rendues persistantes
  - Paramètre name="nomEntite"
    - Nom optionnel de l'entité : par défaut le nom de la classe
    - A utiliser si deux classes de même nom dans 2 packages différents
- @Table(name = "sport")
  - Définit la table primaire mappée sur la classe
  - Paramètres
    - name : nom de la table, optionnel si la classe a le même nom
    - schema, catalog : optionnel, si utile à préciser, sinon valeurs par défaut
    - uniqueConstraints : optionnel, contraintes d'unicité sur des colonnes

Annotation basique d'attributs

- Cas où le contenu d'une colonne mappe directement le contenu d'un attribut de type simple (pas de collection)
- @Basic : mapping colonne/attribut
  - Optionnel, s'applique par défaut : pour préciser des options
    - fetch : FetchType (voir plus loin)
    - optional : boolean, si remplir l'attribut est obligatoire ou pas
- @Id : si l'attribut est un identifiant d'objet (aucun paramètre)
- @Column : optionnel, précision de paramètres
  - Application implicite par défaut sur la base de même nom entre un attribut et une colonne
  - Plusieurs paramètres optionnels dont
    - name : String, par défaut égal au nom de la propriété
    - table : String, si colonne vient d'une autre table que la primaire
    - unique : boolean, si unicité des valeurs de la colonne

Exemple : entité Sport

- Avec ajout des annotations, la classe Sport devient

```
// définit l'entité mappant la table « sport » dans le schéma par défaut
@Entity
@Table(name = "sport")
public class Sport implements Serializable {

  // définit l'attribut identifiant « codeSport » qui mappe la clé primaire
  // « code_sport » et qui est obligatoire
  @Id
  @Basic(optional = false)
  @Column(name = "code_sport")
  private Integer codeSport;

  // l'attribut « intitule » mappe la colonne « intitule » : optionnel car ont
  // le même nom, le mapping se ferait implicitement et par défaut
  @Column(name = "intitule")
  private String intitule;
  ...
```

Annotation basique d'attributs

- Annotations pour types de données particulières
  - @Temporal : types temporels (Date …), @Enumerated : pour une énumération, @Lob : donnée de grande taille, ...
- Pour un identifiant
  - @GeneratedValue : si la clé primaire est générée automatique-ment par ex. par le SGBD (IDENTITY) ou le moteur JPA (AUTO)
    - Paramètres optionnels
      - strategy : enum GenerationType (TABLE, SEQUENCE, IDENTITY, AUTO)
      - generator : nom du générateur de clé autre que celui par défaut
  - Dans ces cas là, peut se passer d'un setter public sur l'attribut ou d'un paramètre pour le constructeur
    - Ne sera pas pris en compte à la création de l'objet
  - De manière plus générale : ne peut pas changer une clé primaire, pas besoin de setter si id précisé ou généré à la création de l'objet
- @Transient si on ne veut pas qu'un attribut ait une correspondance dans la table

Exemple : Sportif et Adresse

- Classe Sportif

```
// mapping de l'entité vers la table « sportif »
@Entity
@Table(name = "sportif")
public class Sportif implements Serializable {

   // codeSportif : identifiant obligatoire auto-généré par le SGBD
   @Id
   @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
   @Basic(optional = false)
   @Column(name = "code_sportif")
   private Integer codeSportif;

   // nom : mapping implicite, valeur non nulle
   @Basic(optional = false)
   private String nom;

   // adresse qui est définie par une classe incluse
   @Embedded
   private Adresse adresse;
   ....
```


Surcharge de mappings

- Modification de la table « sportif » pour rajouter une adresse professionnelle avec mêmes valeurs que l'adresse perso
  - sportif(*code_sportif*, rue, ville, code_postal, rue_pro, ville_pro, code_postal_pro)
- Dans la classe Sportif, on va rajouter un deuxième objet inclus de type Adresse
  - Pb : le mapping précisé dans le composant Adresse se fait sur les colonnes de l'adresse perso (rue, ville, code_postal)
  - Solution : surcharger les mappings des attributs lors de l'inclusion dans la classe Sportif

```
@Embedded
private Adresse adresse;

@Embedded
@AttributeOverrides( {
   @AttributeOverride(name="rue", column = @Column(name="rue_pro") ),
   @AttributeOverride(name="codePostal", column = @Column(name="code_postal_pro") ),
   @AttributeOverride(name="ville", column = @Column(name="ville_pro") )
} )
private Adresse adressePro ;
```


Composant inclus

- Dans notre exemple
  - Une adresse n'a pas d'existence indépendamment d'un sportif : relation « physique » de composition 1 – 1
  - La classe Adresse est « incluse » dans la classe Sportif
- @Embedded : annotation sur l'attribut de la classe incluse
- @Embeddable : annotation dans la classe incluse
  - On y définira là les mappings par rapport à la table primaire de l'entité principale
  - Ne définit pas d'identifiant qui sera celui de l'entité
- Variante si on veut que l'attribut inclus soit la clé primaire de l'entité principale (pratique pour définir des clés composées)
  - @EmbeddedId à la place de @Embedded sur l'attribut
  - Pas d'attribut marqué @Id dans l'entité principale (sinon on aurait deux identifiants)

Exemple : Sportif et Adresse

- Classe Adresse

```
// définition de la classe embarquée
// mappings définis par rapport à la table primaire de la classe Sportif,
// c'est-à-dire la table « sportif »
@Embeddable
public class Adresse implements Serializable {

   // mapping implicite de la colonne « rue »
   private String rue;

   // mapping implicite de la colonne « ville »
   private String ville;

   // mapping de la colonne « code_postal »
   @Column(name = "code_postal")
   private String codePostal;

   // getters, setters, constructeurs ...
```


Deux tables vers une entité

- On veut préciser qu'un sport est géré par une fédération
- Ajout d'une nouvelle table dans la BDD
  - federation(*code_federation*, nom, acronyme)
- Coté objet, on veut directement inclure le nom et l'acronyme d'une fédération dans la classe Sport
  - Il n'y aura pas de classe Federation
- La structure de la classe sera mappée vers deux tables, la principale « sport » et la secondaire « federation »
  - @SecondaryTable avec paramètres
    - name : le nom de la table secondaire (obligatoire)
    - pkJoinColumns : la/les clé(s) privée(s) correspondant à la clé primaire de la table secondaire (optionnel si mêmes noms de clés)
  - Si plus de deux tables requises : @SecondaryTables

Modification de la classe Sport

```
@Entity
// « sport » est la table primaire pour le mapping de la classe
@Table(name = "sport")
// « federation » est la table secondaire pour le mapping de la classe qui se  fait via sa
// clé primaire « code_federation »
@SecondaryTable(
   name="federation",
   pkJoinColumns = @PrimaryKeyJoinColumn(name = "code_federation")
)
public class Sport implements Serializable {

   // définit l'attribut identifiant « codeSport » qui mappe la clé de la table primaire
   @Id
   @Basic(optional = false)
   @Column(name = "code_sport")
   private Integer codeSport;

   // l'attribut « intitule » mappe la colonne « intitule » de la table primaire
   @Column(name = "intitule")
   private String intitule;

   // attribut mappé sur la colonne « nom » de la table secondaire « federation »
   @Column(name = "nom", table="federation")
   private String nomFederation;

   // attribut mappé sur la colonne du même nom de la table secondaire « federation »
   @Column(table="federation")
   private String acronyme;
   ...
```


Deux tables vers une entité

- Mapping des attributs
  - Par défaut sur la table primaire, sur la secondaire si précisé explicitement
- Précision de la clé primaire de la table secondaire
  - Ne fait pas une vraie jointure
  - Récupère la ligne avec la clé primaire de la table secondaire de même valeur que la clé primaire de la ligne de la table primaire
    - Conceptuellement, une même donnée répartie entre deux tables donc avec la même clé
- Exemple
  - Si on a dans la table sport(*code_sport*, intitule)

    `3 | natation`
  - On a dans la table federation(*code_federation*, nom, acronyme)

    `3 | fédération française de natation | FFN`

Jointures / associations

- Quatre types de jointures/associations entre tables/classes
  - 1 vers 1 : @OneToOne 1 --- 1
  - 1 vers plusieurs : @OneToMany 1 --- *
  - Plusieurs vers un : @ManyToOne * --- 1
  - Plusieurs vers plusieurs @ManyToMany * --- *
    - Nécessite une table d'association entre les 2 tables
    - Utilisera @JoinTable pour préciser cette table
  - @JoinColumn
    - Sur un attribut, précisera avec quelle clé étrangère est fait la jointure
- Les associations pourront être uni ou bi-directionnelles

OneToOne

- Modification de la table sport pour considérer la fédération comme une jointure
  - Un sport a une fédération : association 1-1
  - Une fédération gère un sport : association 1-1
  - Peut définir une association bidirectionnelle
- Tables
  - sport(*code_sport*, intitule, code_federation)
    - Avec code_federation clé étrangère vers la table federation
  - federation(*code_federation*, nom, acronyme)
    - Retrouvera le sport géré par la fédération via la clé étrangère dans la table sport

OneToOne

- Classe Sport
  - Définit un attribut de type Federation par une jointure @OneToOne sur la clé étrangère code_federation

    ```
    @OneToOne
    @JoinColumn(name="code_federation")
    private Federation federation;
    ```
  - @JoinColum est optionnel si la clé étrangère et l'attribut ont le même nom (pas le cas ici). Champs optionnels de @JoinColum:
    - name : nom de la colonne de la clé privée
    - referencedColumnName : nom de la clé primaire dans table primaire
    - table : nom de la table si autre que celle référencée par défaut
- Classe Federation
  - Utilise le paramètre mappedBy de @OneToOne
  - Précise simplement que c'est l'autre bout de l'association définie dans la classe Sport par l'attribut federation

    ```
    @OneToOne(mappedBy = "federation")
    private Sport sport;
    ```


ManyToOne et OneToMany

- Association bidirectionnelle entre sports et disciplines
  - Un sport possède plusieurs disciplines : OneToMany
  - Une discipline appartient à un sport : ManyToOne
    - Clé étrangère code_sport vers la table sport
- Classe Discipline
  - Jointure via la clé étrangère code_sport qui est obligatoire

    ```
    @JoinColumn(name = "code_sport")
    @ManyToOne(optional = false)
    private Sport sport;
    ```
- Classe Sport
  - Jointure définie comme l'opposée de celle de l'attribut sport dans la classe Discipline

    ```
    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL,
                       fetch = FetchType.LAZY,
                       mappedBy = "sport")
    private Set<Discipline> disciplines;
    ```

ManyToMany

- Association bidirectionnelle entre sportifs et disciplines
  - Un sportif pratique plusieurs disciplines
  - Une discipline est pratiquée par plusieurs sportifs
- Utilisera une table d'association pour la jointure
  - Une clé étrangère pour chacune des deux tables
  - La clé primaire est la composition des deux clés étrangères
- Noms par défaut pour JPA
  - Nom de la table est la concaténation des deux noms de tables : « DISCIPLINE_SPORTIF »
  - Nom clé étrangère : nom de la table puis « _id », ex : « sportif_id »
  - Si on utilise d'autres noms : @JoinTable
    - Cas de notre exemple, la table d'association est pratique(*code_sportif, code_discipline*)

Gestion des associations entre entités

- Une discipline appartient à un sport et un sport contient des disciplines
  - Bien positionner les bonnes références dans les deux objets même si on a défini l'association des entités comme bidirectionnelle
  - Privilégier une méthode dédiée pour cela, de préférence du coté de la classe définissant la jointure
  - Exemple

```
public class Discipline {
   ...
   @JoinColumn(name = "code_sport")
   @ManyToOne(
      optional = false,
      cascade=CascadeType.ALL)
   private Sport sport;
   ...
   public void addSport(Sport sport) {
      this.sport = sport;
      sport.getDisciplines().add(this);
   }
   ....
```

```
// ajout d'une discipline
...
trans.begin();
Sport s = em.find(Sport.class, 3);
Discipline d = new Discipline(10, "3000m");
d.addSport(s);
em.persist(d);
trans.commit();
...
```


Paramètres d'annotations

- cascade de type CascadeType (suite)
  - Autre exemple

```
// on supprime le sport pêche
em.remove(peche);
```

Si l'attribut disciplines de Sport est marqué comme CascadeType.REMOVE, alors toutes les disciplines du sport « pêche » sont supprimées, sinon une erreur est générée

  - orphanRemoval=true
    - Si positionné à vrai, supprime les entités dites orphelines : entités qui doivent être associées à d'autres mais ne le sont plus
      - S'applique sur @OneToOne et @OneToMany
    - Exemple

```
// supprime la relation d'un sport avec sa fédération
sport.setFederation(null) ;
```

Si orphanRemoval est à vrai sur l'attribut federation de Sport, alors son ancienne fédération sera automatiquement supprimée

ManyToMany

- Classe Discipline
  - Utilise un @JoinTable qui définit chacune des deux clés utilisées sur la table d'association pratique
    - Via un @JoinColumn ou plusieurs si clés composées
  - L'une est l'inverse de l'autre (au choix)

```
@JoinTable(
   name = "pratique",
   joinColumns = { @JoinColumn(name = "code_discipline") },
   inverseJoinColumns = { @JoinColumn(name = "code_sportif") }
)
@ManyToMany
private Set<Sportif> sportifs;
```

- Classe Sportif
  - Définit simplement les disciplines comme l'opposé de l'association dans la classe Discipline

```
@ManyToMany(mappedBy = "sportifs")
private Set<Discipline> disciplines;
```


Paramètres d'annotations

- cascade de type CascadeType
  - Utilisable avec @OneToOne, @OneToMany et @ManyToMany
  - Précise les relations de cycle de vie entre une entité et celles avec qui elle est liée par des jointures
    - Si une action est effectuée sur une entité, est-elle appliquée en cascade sur les entités avec qui on a une jointure ?
  - Valeurs : PERSIST, MERGE, REMOVE, REFRESH, DETACH
    - ALL pour tout en même temps
  - Exemple

```
Sport peche = new Sport(4, "pêche");
Discipline disc = new Discipline(12, "mouche", peche);
// on rend persistante la discipline mais pas son sport
em.persist(disc);
```

Si l'attribut sport de Discipline est marqué comme CascadeType.PERSIST, le sport « pêche » sera enregistré dans la BDD en même temps que la discipline, sinon une erreur est générée

Paramètres d'annotations

- fetch de type FetchType
  - Deux valeurs : LAZY, EAGER
  - Utilisable sur toutes les annotations de jointures et @Basic
  - Précise quand on charge une entité à partir de la base, si on charge aussi les entités liées
    - EAGER : chargées directement
    - LAZY : chargées à la demande (accès à l'attribut du POJO, appel du getter …)
      - Permet d'économiser des ressources tant qu'on a pas besoin des entités
  - Par défaut
    - @Basic, @OneToOne, @ManyToOne : EAGER
    - @OneToMany, @ManyToMany : LAZY

Gestion de l'héritage entre entités

- Héritage entre classes : fonctionnalité native et importante des langages objets
  - N'est pas géré nativement coté BDD en relationnel
  - Trois solutions générales, si B et C héritent de A
    - Une table par classe avec duplication
      - Les champs communs avec A d'une ligne de B ou C sont dupliqués dans A
    - Une table par classe sans duplication
      - Les données de A sont « importées » pour une ligne de B ou C via une jointure sur A
    - Une seule table qui contient tous les attributs de A, B et C
      - Des champs laissés vides selon les besoins dans chaque ligne
- `@Inheritance( strategy=InheritanceType.[TABLE_PER_CLASS|JOINED|SINGLE_TABLE] )`
  `public class A {....`
  - Choisira une des trois valeurs pour indiquer à JPA quelle stratégie de gestion d'héritage est utilisée coté SGBD

Factorisation d'attributs/associations

- @MappedSuperclass
  - Définit une classe dont les attributs et associations avec leur mappings seront hérités dans des sous-classes
  - Cette classe n'est pas une entité
    - Pas de table associée en BDD
    - Pas de référence de la part d'entités sur des instances de cette classe
  - Si on veut surcharger des mappings dans les classes filles
    - @AttributeOverride(s), @AssociationOverride(s)
  - Exemple
    - Une classe Personne spécialisée par Sportif
    - On factorisera l'identifiant de la personne, son nom et son adresse
    - Dans la classe Sportif, on surchargera le mapping de l'identifiant pour préciser la colonne de clé primaire et on rajoutera l'ensemble des disciplines pratiquées par le sportif

Factorisation d'attributs/associations

```
@MappedSuperclass
public abstract class Personne
        implements Serializable {

   @Id
   private int id ;

   private String nom ;

   @Embedded
   private Adresse adresse ;

   ...
}
```

```
@Entity
@Table(name="sportif")
@AttributeOverrides {
    name="id",
    column=@Column(name="code_sportif"))
public class Sportif extends Personne {

    // Attributs : id, nom et adresse sont hérités
    // Mappings : même nom de colonne pour
    // nom, dans classe embarquée pour
    // adresse et redéfini par surcharge pour id

    // ajout de l'ensemble des disciplines
    @ManyToMany(mappedBy = "sportifs")
    private Set<Discipline> disciplines;

    ...
}
```


Autres annotations

- @IdClass ou @EmbeddedId
  - Gestion d'une clé primaire composée
- @MapKey
  - Jointure renvoyant une Map au lieu d'un ensemble ou une liste
  - Utile pour gérer les associations ternaires
- @NamedQuery
  - Prédéfinition de requête (paramétrée) pour une entité
- @Version
  - Verrou sur une donnée en cas d'accès concourant pour assurer la cohérence
- @Sort et @OrderBy
  - Tri des données pour une liste lors de leur récupération en BDD en fonction de critères
- …

Manipulation d'entités persistantes

Principes de fonctionnement

- Configuration d'une unité de persistance
  - Fichier XML définissant la liste des classes correspondant à des entités, la connexion au SGBD, divers paramètres …
- Dans l'application Java
  - Récupère un « entity manager »
  - A partir de ce gestionnaire, on manipulera les entités
    - Récupération d'instances d'entités en base, rendre persistant de nouvelles instances, modifier des entités …
    - Les modifications se font via une transaction
- Note
  - Le code présenté dans ces transparents se base sur une implémentation en Java SE
  - Avec Jave EE, peut utiliser d'autres fonctionnalités comme JTA pour les transactions ou JNDI pour les annuaires

Unité de persistance

Fichier « persistence.xml » se trouvant dans le répertoire « META_INF »

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<persistence version="2.1" ... >
  <persistence-unit name="SportsPU" transaction-type="RESOURCE_LOCAL">
    <provider>org.eclipse.persistence.jpa.PersistenceProvider</provider>
    <class>data.Discipline</class>
    <class>data.Sport</class>
    <class>data.Sportif</class>
    <class>data.Adresse</class>
    <class>data.Federation</class>
    <properties>
      <property name="javax.persistence.jdbc.url" value="jdbc:mysql://localhost:3306/sports"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.driver" value="com.mysql.jdbc.Driver"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.user" value="eric"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.password" value="eric"/>
    </properties>
  </persistence-unit>
</persistence>
```


Unité de persistance

- <persistence-unit ...>
  - Définit le nom de l'unité de persistance (« SportsPU » et le type de transaction utilisée (celle de JPA en local)
- <provider>
  - Le moteur de persistance utilisé par JPA
    - Ici EclipseLink
- <class>
  - Définit qu'une classe Java sera une entité dont les instances seront persistantes en base de données
- <properties>
  - Ensemble de propriétés de configuration
  - Ici on retrouve les paramètres de connexion à la base via JDBC
    - URL, driver, utilisateur et mot de passe
- ….

Entity manager

- On le récupère à partir de la fabrique de gestionnaire d'entité et via le nom donné à l'unité de persistance
  - Code qui positionne un attribut « em » correspondant au gestionnaire d'entité pour notre unité de persistance « SportsPU »

```
public class AccesSportsJPA {

  // le gestionnaire d'entité qu'on utilisera pour accéder à la base « sports »
  private EntityManager em = null;

  // retourne le gestionnaire d'entité en l'instanciant au besoin
  public EntityManager getEntityManager() {
    if (em == null) {
      EntityManagerFactory emf = Persistence.createEntityManagerFactory("SportsPU");
      em = emf.createEntityManager(); }
    return em;
  }

  // ferme le gestionnaire d'entité
  public closeEntityManager() {
    if (em != null) { em.close(); em = null; }
  }
  ...
```


États d'un objet persistant

- Plusieurs états pour l'instance d'une classe entité
  - Persistante : elle a une correspondance de contenu en BDD
    - Gérée : son état est synchronisé par le gestionnaire d'entité avec le contenu en BDD
    - Détachée : son état n'est plus géré, les modifications ne seront plus synchronisées avec la BDD
  - Transient : objet java classique avec existence uniquement en mémoire de la JVM
    - Cas de l'instanciation de l'objet (avec un new)
  - Supprimé : instance persistante dont on a supprimé le contenu associé en BDD
    - L'objet existe toujours en mémoire de la JVM mais n'a plus de correspondance en base

Opérations sur les instances d'entités

- Récupérer une instance d'une certaine entité en précisant sa classe et son identifiant
  - <T> T find(Class<T> entityClass, Object id)
    <T> T getReference(Class<T> entityClass, Object id)
  - Différences
    - find fait le chargement de l'objet directement, getReference seulement quand on accédera à son contenu
    - find renvoie null si pas d'instance trouvée, getReference lève l'exception EntityNotFoundException
  - Exemple : récupérer l'instance du sport de clé 3

```
EntityManager em = this.getEntityManager();
Sport sp = em.find(Sport.class, 3) ;
System.out.println("Le sport de clé 3 est : "+sp.getIntitule());
```

  - Peut aussi récupérer une/des instance(s) d'entités via des requêtes en JPQL

Opérations sur les instances d'entités

- Les opérations modifiant le contenu de la BDD se font en mode transactionnel
  - Fonctionnement similaire à ce que l'on a vu avec JDBC
  - Schéma général

```
EntityTransaction trans = null;
try {
  // débute la transaction
  trans = em.getTransaction();
  trans.begin();

  // actions sur des objets impliquant des modifications en BDD

  // pas d'erreur, on valide les modifications
  trans.commit();
}
// exception levée, on annule les modifications
catch(Exception e) {
  if (trans != null) trans.rollback();
}
```

Opérations sur les instances d'entités

- void persist(Object entity)
  - Rend persistant en base de données un objet qui devient géré par le gestionnaire d'entités
    - Utilisable pour un objet transient ou supprimé
    - Retourne une erreur avec un objet détaché
  - Si l'objet était déjà géré, ne fait rien sauf si
    - Des objets en associations (jointures) ont été modifiés et que CascadeType.PERSIST a été positionné
    - Dans ce cas le persist applique les persist en cascade sur les nouveaux objets
  - Exemple : ajout d'un nouveau sport

```
trans.begin();
Sport sp = new Sport("pêche", 4);
em.persist(sp);
trans.commit();
```


Opérations sur les instances d'entités

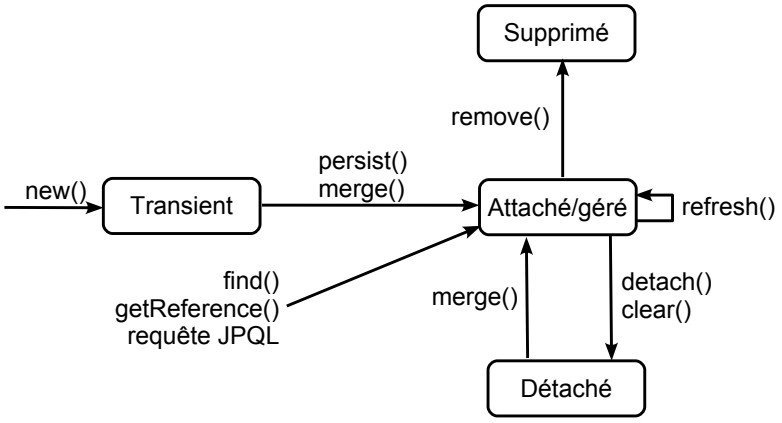
- <T> T merge(T entity)
  - Retourne une copie gérée par le gestionnaire d'entité de l'objet passé en paramètre
    - Utilisé typiquement pour rattacher une instance détachée
    - Si l'objet n'avait pas de correspondance en BDD, est rendu persistant et géré par le gestionnaire d'entité
    - Applique en cascade le merge sur les objets associés si CascadeType.MERGE est positionné
  - N'est pas utilisable avec un objet supprimé
    - Utiliser persist() pour le rendre à nouveau persistant
  - Exemple : on suppose que la discipline « biathlon » était détachée, on la rattache et met une majuscule à son nom

```
Discipline biathlonBis = em.merge(biathlon);
// on fait les modifications sur l'objet retourné par le merge, pas l'initial
biathlonBis.setName("Biathlon");
trans.commit();
```


Opérations sur les instances d'entités

- void detach(Object entity)
  - Détache l'objet du gestionnaire d'entités qui ne le gère plus
    - Exception levée si l'objet n'était pas géré
  - Les modifications sur l'objet ne seront plus synchronisées sur la base
- void clear()
  - Détache tous les objets gérés par le gestionnaire d'entités
- void remove(Object entity)
  - Supprime un objet : efface ses données en base
  - S'applique sur un objet géré
- boolean contains(Object entity)
  - Vérifie si l'objet passé en paramètre est géré ou pas par le gestionnaire d'entités
- void refresh(Object entity)
  - Remet à jour le contenu de l'objet par rapport au contenu en base
  - A utiliser si on sait qu'un trigger a pu modifier les données en base

Cycle de vie d'un objet persistant



Langage de requête JPQL

- JPA définit un langage de requête similaire à SQL
  - Mais travaillant sur la structure des classes directement
    - On peut également faire des requêtes SQL classiques
- Succincte présentation de JPQL via quelques exemples
  - Récupérer un sport via son nom plutôt que son identifiant

```
public Sport getSport(String intitule) {

    // définit la requête via le gestionnaire d'entités
    Query query = this.getEntityManager().createQuery("
                    select s from Sport s where s.intitule='"+intitule+"'");

    // je sais que j'aurai au plus un seul sport, j'utilise getSingleResult
    // pour récupérer un objet en retour de l'exécution de la requête
    Sport s = (Sport)query.getSingleResult();
    return s;
}
```


Langage de requête JQPL

- Variante de l'exemple précédent avec une requête paramétrée
  - public Sport getSport(String intitule) {

```
    Query query = this.getEntityManager().createQuery("
                    select s from Sport s where s.intitule=:leNom");
    query.setParameter("leNom", intitule);
    Sport s = (Sport)query.getSingleResult();
    return s;
}
```

Langage de requêtes JPQL

- Récupérer l'ensemble des sports pratiqués par un sportif
  - Idée de l'association dérivée « /sport » partant de la classe Sportif

```
public List<Sport> getSportsSportif(Sportif sportif ) {

    // la requête recherche tous les sports des disciplines qui sont
    // pratiquées par le sportif passé en paramètre
    Query query = this.getEntityManager().createQuery("
            select distinct(sport) from Sport sport, Discipline disc
            where disc.sport = sport and
            :leSportif in elements(disc.sportifs)");
    query.setParameter("leSportif", sportif);

    // on récupère directement la liste des résultats
    List<Sport> sports = (List<Sport>)query.getResultList();
    return sports;
}
```

  - Ne marche pas pour une erreur de syntaxe, mais marche très bien en HQL d'Hibernate :-)

Langage de requêtes JPQL

- Récupérer tous les sports d'un sportif en SQL natif
  - Jointure sur les 4 tables pratique, discipline, sportif et sport, en fonction de la valeur *code_monSportif*
    - **select** distinct(sport.code_sport), sport.intitule
      from discipline, pratique, sportif, sport
      where sportif.code_sportif = *code_monSportif* **and**
      discipline.code_discipline = pratique.code_discipline **and**
      pratique.code_sportif = sportif.code_sportif **and**
      sport.code_sport = discipline.code_sport
  - On exécuterait cette requête via JDBC et on devrait construire à la main en parcourant case par case le ResultSet pour instancier les sports et les ajouter un par un dans la liste retournée