
Les dépendances fonctionnelles

Clés

Dépendances

Formes normales

Degré et cardinalité

Le **degré** d'une relation est le nombre d'attributs de son schéma (nombre de colonnes)

Degré et cardinalité

Le **degré** d'une relation est le nombre d'attributs de son schéma (nombre de colonnes)

Exemple : JOUEURS a pour degré 4

Degré et cardinalité

Le **degré** d'une relation est le nombre d'attributs de son schéma (nombre de colonnes)

Exemple : JOUEURS a pour degré 4

La **cardinalité** d'une relation est le nombre de tuples (nombre de lignes)

Degré et cardinalité

Le **degré** d'une relation est le nombre d'attributs de son schéma (nombre de colonnes)

Exemple : JOUEURS a pour degré 4

La **cardinalité** d'une relation est le nombre de tuples (nombre de lignes)

Exemple : JOUEURS a pour cardinalité 3

Clé d'une relation

La **clé** d'une relation est un sous-ensemble minimal d'attributs dont les valeurs permettent de *distinguer tous* les n-uplets de la relation.

Clé d'une relation

La **clé** d'une relation est un sous-ensemble minimal d'attributs dont les valeurs permettent de *distinguer tous* les n-uplets de la relation.

Exemples :

- l'attribut N°Licence est une clé de la relation JOUEURS
- le couple d'attributs (Club, N°Licence) est
une clé de la relation CNB

Rappel et notations

Notations :

Une relation R d'attributs A , B et C est notée $R(A, B, C)$

Une n -uplet ou tuple de la relation est noté (a_1, b_1, c_1)

Dépendance entre 2 attributs

Il existe une dépendance fonctionnelle entre l'attribut A et l'attribut B d'une relation R si à toute valeur de A (appelée source), on ne peut associer qu'une et une seule valeur de B (appelé but).

Dépendance entre 2 attributs

Il existe une dépendance fonctionnelle entre l'attribut A et l'attribut B d'une relation R si à toute valeur de A (appelée source), on ne peut associer qu'une et une seule valeur de B (appelé but).

Plus formellement,

$A \rightarrow B$ dans R

ssi

$$\forall (a_i, b_i), (a_j, b_j) \in \pi_{A,B}(R), a_i = a_j \Rightarrow b_i = b_j$$

Dépendance entre 2 attributs

Exemple : Dans la relation JOUEURS, on a

Dépendance entre 2 attributs

Exemple : Dans la relation JOUEURS, on a

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Nom}$

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Lieu de naissance}$

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Date de naissance}$

Dépendance entre 2 attributs

Exemple : Dans la relation JOUEURS, on a

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Nom}$

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Lieu de naissance}$

$N^{\circ}\text{Licence} \rightarrow \text{Date de naissance}$

Dans la relation CNB, pas de dépendances si la source n'est composée que d'un seul attribut

Il existe une dépendance fonctionnelle entre un ensemble d'attributs A_1, \dots, A_k et l'attribut B d'une relation R si à toute combinaison possible des valeurs de A_1, \dots, A_k , on ne peut associer qu'une et une seule valeur de B .

Généralisation

Il existe une dépendance fonctionnelle entre un ensemble d'attributs A_1, \dots, A_k et l'attribut B d'une relation R si à toute combinaison possible des valeurs de A_1, \dots, A_k , on ne peut associer qu'une et une seule valeur de B .

Plus formellement,

$$A_1, \dots, A_k \rightarrow B \text{ dans } R \\ \text{ssi}$$

$$\forall (a_{1i}, \dots, a_{ki}, b_i), (a_{1j}, \dots, a_{kj}, b_j) \in \pi_{A_1, \dots, A_k, B}(R), \\ a_{1i} = a_{1j}, \dots, a_{ki} = a_{kj} \Rightarrow b_i = b_j$$

Dépendances fonctionnelles et clés

Exemple : Dans la relation CNB, on a

Club, N°Licence \rightarrow Buts

Dépendances fonctionnelles et clés

Exemple : Dans la relation CNB, on a

Club, N°Licence \rightarrow Buts

Dépendances fonctionnelles et clés :

Si un attribut ou un groupe d'attributs détermine par dépendance fonctionnelle *tous* les autres, il constitue une clé.

Remarque : on soulignera les attributs de la clé.

Dépendances fonctionnelles et clés

Exemple : Dans la relation CNB, on a

Club, N°Licence \rightarrow Buts

Dépendances fonctionnelles et clés :

Si un attribut ou un groupe d'attributs détermine par dépendance fonctionnelle *tous* les autres, il constitue une clé.

Remarque : on soulignera les attributs de la clé.

Exemples :

- Dans la relation JOUEURS : N°Licence est une clé
- Dans la relation CNB : Club, N°Licence est une clé

Propriétés des dépendances fonctionnelles

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est élémentaire

s'il n'existe pas de $U' \subset U$ tel que $U' \rightarrow V$

Propriétés des dépendances fonctionnelles

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est élémentaire

s'il n'existe pas de $U' \subset U$ tel que $U' \rightarrow V$

Exemple :

Dans JOUEURS, $N^{\circ}\text{Licence}, \text{Nom} \rightarrow \text{Date de naissance}$
n'est pas élémentaire

Propriétés des dépendances fonctionnelles

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est élémentaire
s'il n'existe pas de $U' \subset U$ tel que $U' \rightarrow V$

Exemple :

Dans JOUEURS, N°Licence, Nom \rightarrow Date de naissance
n'est pas élémentaire

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est directe
s'il n'existe pas $X \neq U, X \neq V$ tel que $U \rightarrow X$ et $X \rightarrow V$

Propriétés des dépendances fonctionnelles

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est élémentaire
s'il n'existe pas de $U' \subset U$ tel que $U' \rightarrow V$

Exemple :

Dans JOUEURS, $N^{\circ}\text{Licence}, \text{Nom} \rightarrow \text{Date de naissance}$
n'est pas élémentaire

Une dépendance fonctionnelle $U \rightarrow V$ est directe
s'il n'existe pas $X \neq U, X \neq V$ tel que $U \rightarrow X$ et $X \rightarrow V$

Exemple : $\text{Club} \rightarrow \text{NbPlaces}$ non directe
car $\text{Club} \rightarrow \text{Stade}$ et $\text{Stade} \rightarrow \text{NbPlaces}$

Formes normales

La forme normale d'une relation permet de distinguer
les propriétés des dépendances entre les différents
attributs de la relation

Formes normales

La forme normale d'une relation permet de distinguer les propriétés des dépendances entre les différents attributs de la relation

On étudiera 4 formes normales :

- 1e Forme Normale
- 2e Forme Normale
- *3e Forme Normale*
- Forme Normale de Boyce et Codd

Première Forme Normale

Une relation est en 1e Forme Normale (ou 1NF) si :

- elle possède une clé
- tous ses attributs sont atomiques

Première Forme Normale

Une relation est en 1e Forme Normale (ou 1NF) si :

- elle possède une clé
- tous ses attributs sont atomiques

Exemple de relation qui n'est pas en 1NF :

<u>Club</u>	Jour	Heure
FC Barcelone	Lundi, Mardi	15h

Première Forme Normale

Une relation est en 1e Forme Normale (ou 1NF) si :

- elle possède une clé
- tous ses attributs sont atomiques

Exemple de relation qui n'est pas en 1NF :

<u>Club</u>	Jour	Heure
FC Barcelone	Lundi, Mardi	15h

Jour n'est pas atomique.

Première Forme Normale

Une relation est en 1e Forme Normale (ou 1NF) si :

- elle possède une clé
- tous ses attributs sont atomiques

Exemple de relation qui n'est pas en 1NF :

<u>Club</u>	Jour	Heure
FC Barcelone	Lundi, Mardi	15h

Jour n'est pas atomique.

Il faut écrire deux n-uplets et modifier la clé (Club, Jour, Heure)

Deuxième Forme Normale

Une relation est en 2e Forme Normale (ou 2NF) si :

- elle est en 1NF
- toutes les dépendances sont élémentaires entre la clé et les autres attributs

Deuxième Forme Normale

Une relation est en 2e Forme Normale (ou 2NF) si :

- elle est en 1NF
- toutes les dépendances sont élémentaires entre la clé et les autres attributs

Exemple de relation qui n'est pas en 2NF :

<u>Club</u>	Président	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>
-------------	-----------	-------------	--------------

Deuxième Forme Normale

Une relation est en 2e Forme Normale (ou 2NF) si :

- elle est en 1NF
- toutes les dépendances sont élémentaires entre la clé et les autres attributs

Exemple de relation qui n'est pas en 2NF :

<u>Club</u>	Président	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>
-------------	-----------	-------------	--------------

Club, Jour, Heure \rightarrow Président

mais Club \rightarrow Président

d'où redondance

Deuxième Forme Normale

Une relation est en 2e Forme Normale (ou 2NF) si :

- elle est en 1NF
- toutes les dépendances sont élémentaires entre la clé et les autres attributs

Exemple de relation qui n'est pas en 2NF :

<u>Club</u>	Président	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>
-------------	-----------	-------------	--------------

Club, Jour, Heure \rightarrow Président

mais Club \rightarrow Président

d'où redondance

modifié en R1(Club, Jour, Heure) et R2(Club, Président)

Troisième Forme Normale

Une relation est en 3e Forme Normale (ou 3NF) si :

- elle est en 2NF
- toutes les dépendances entre la clé et les autres attributs

sont directes

Troisième Forme Normale

Une relation est en 3e Forme Normale (ou 3NF) si :

- elle est en 2NF
- toutes les dépendances entre la clé et les autres attributs sont directes

Exemple de relation qui n'est pas en 3NF :

<u>Club</u>	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>	CodeLieu	NomLieu
-------------	-------------	--------------	----------	---------

Troisième Forme Normale

Une relation est en 3e Forme Normale (ou 3NF) si :

- elle est en 2NF
- toutes les dépendances entre la clé et les autres attributs sont directes

Exemple de relation qui n'est pas en 3NF :

<u>Club</u>	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>	CodeLieu	NomLieu
-------------	-------------	--------------	----------	---------

Si on a $\text{CodeLieu} \rightarrow \text{NomLieu}$, la dépendance fonctionnelle entre la clé et NomLieu n'est pas directe

Troisième Forme Normale

Une relation est en 3e Forme Normale (ou 3NF) si :

- elle est en 2NF
- toutes les dépendances entre la clé et les autres attributs sont directes

Exemple de relation qui n'est pas en 3NF :

<u>Club</u>	<u>Jour</u>	<u>Heure</u>	CodeLieu	NomLieu
-------------	-------------	--------------	----------	---------

Si on a $\text{CodeLieu} \rightarrow \text{NomLieu}$, la dépendance fonctionnelle entre la clé et NomLieu n'est pas directe

modifié en $R1(\underline{\text{Club}}, \underline{\text{Jour}}, \underline{\text{Heure}}, \text{CodeLieu})$
et $R2(\underline{\text{CodeLieu}}, \text{NomLieu})$

Forme Normale de Boyce et Codd

Une relation est en Forme Normale de Boyce et Codd (ou BCNF) si :

- elle est en 3NF
- tout attribut non-clé n'est pas source de dépendance

fonctionnelle vers une partie de la clé

Forme Normale de Boyce et Codd

Une relation est en Forme Normale de Boyce et Codd (ou BCNF) si :

- elle est en 3NF
- tout attribut non-clé n'est pas source de dépendance

fonctionnelle vers une partie de la clé

Exemple :

<u>Ville</u>	<u>Département</u>	CodePostal
--------------	--------------------	------------

Forme Normale de Boyce et Codd

Une relation est en Forme Normale de Boyce et Codd (ou BCNF) si :

- elle est en 3NF
- tout attribut non-clé n'est pas source de dépendance

fonctionnelle vers une partie de la clé

Exemple :

<u>Ville</u>	<u>Département</u>	CodePostal
--------------	--------------------	------------

On a CodePostal \rightarrow Département

Forme Normale de Boyce et Codd

Une relation est en Forme Normale de Boyce et Codd (ou BCNF) si :

- elle est en 3NF
- tout attribut non-clé n'est pas source de dépendance

fonctionnelle vers une partie de la clé

Exemple :

<u>Ville</u>	<u>Département</u>	CodePostal
--------------	--------------------	------------

On a $\text{CodePostal} \rightarrow \text{Département}$

modifié en $R1(\underline{\text{CodePostal}}, \text{Département})$
et $R2(\underline{\text{CodePostal}}, \underline{\text{Ville}})$

Interprétation des Formes Normales

Les attributs peuvent être considérés comme appartenant à deux groupes :

1. les attributs permettant d'identifier un objet (tuple)
2. les attributs décrivant les propriétés de l'objet

Interprétation des Formes Normales

Les attributs peuvent être considérés comme appartenant à deux groupes :

1. les attributs permettant d'identifier un objet (tuple)
2. les attributs décrivant les propriétés de l'objet

Les attributs déterminés en 1. correspondent à la clé

Interprétation des Formes Normales

Les attributs peuvent être considérés comme appartenant à deux groupes :

1. les attributs permettant d'identifier un objet (tuple)
2. les attributs décrivant les propriétés de l'objet

Les attributs déterminés en 1. correspondent à la clé

Normalisation d'une relation : regrouper autour des identifiants tous les attributs qui s'y rattachent directement

Interprétation des Formes Normales

Les attributs peuvent être considérés comme appartenant à deux groupes :

1. les attributs permettant d'identifier un objet (tuple)
2. les attributs décrivant les propriétés de l'objet

Les attributs déterminés en 1. correspondent à la clé

Normalisation d'une relation : regrouper autour des identifiants tous les attributs qui s'y rattachent directement

Ceci correspond donc à la 3NF

Graphe des dépendances fonctionnelles

Le graphe des dépendances fonctionnelles est la représentation schématique des relations de dépendances entre attributs

Graphe des dépendances fonctionnelles

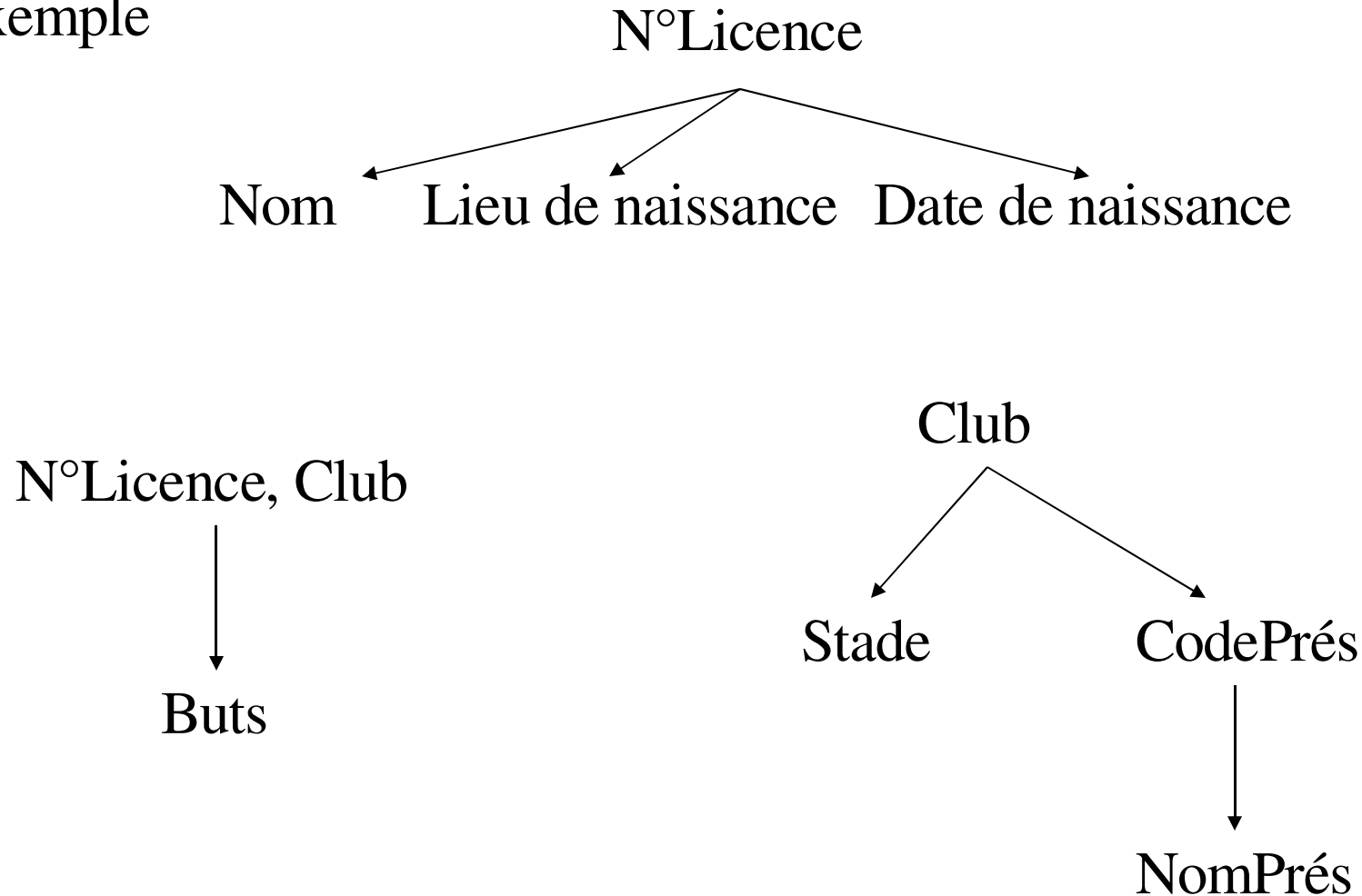
Le graphe des dépendances fonctionnelles est la représentation schématique des relations de dépendances entre attributs

Il permet de déterminer :

- les relations et
- les clés qui leur sont associées

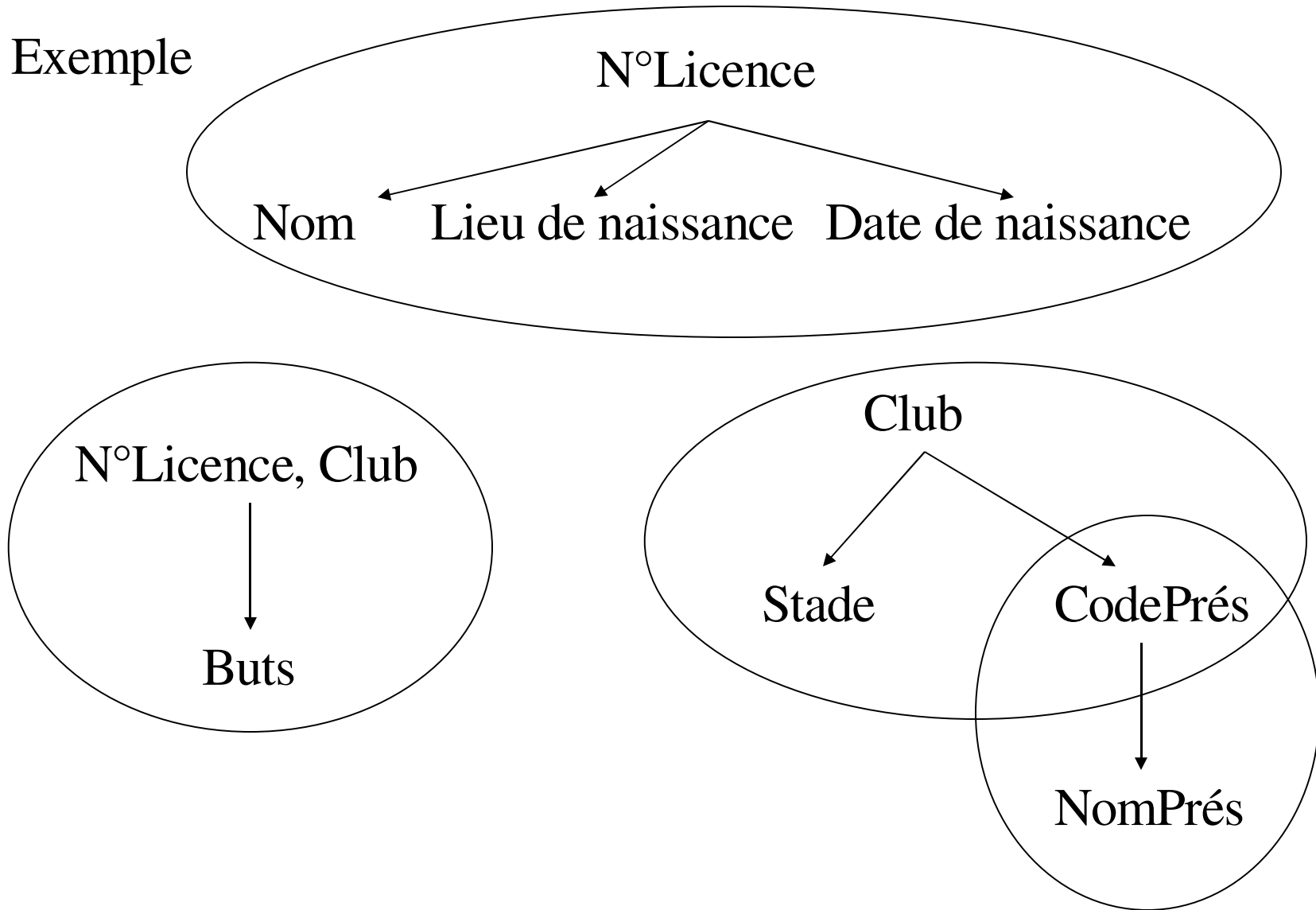
Graphe des dépendances fonctionnelles

Exemple



Graphe des dépendances fonctionnelles

Exemple



Graphe des dépendances fonctionnelles

Exemple :

On trouve les relations suivantes :

JOUEURS (N°Licence, Nom, Lieu de naissance, Date de naissance)

CNB (Club, N°Licence, Buts)

CSP (Club, Stade, CodePrés)

PRESIDENT (CodePrés, NomPrés)

Pas de DF entre Club, Jour et Heure :

CJH (Club, Jour, Heure)