

Série de TD N° 2 - Module BDD - Objet du TD : DF et normalisation

Exercice 1 : Une banque propose à ses clients différents types de comptes :

- Compte **Cheque** non rémunéré en général
- Compte **Epargne** Logement rémunéré au taux de 1.5 %
- Compte **Codevi** rémunéré au taux de 2.25 %

Les informations sur les clients et les comptes sont stockées dans la table CLIENT suivante (la seule table de la BD)

CLIENT	NumCpte	NomClient	TypeCpte	Solde	Taux
	1	Mohamed	CodeVi	10 000	2.25
	2	Said	Cheque	-500	0
	3	Yasmine	Cheque	1	0

Expliquer les différents types d'anomalies pouvant survenir lors de l'exécution des 3 opérations suivantes :

- Suppression du Client dont le **NumCpte = 1** ;

La suppression du client dont le compte est 1 entrainera une anomalie de suppression qui va engendrer **une perte d'information**. Le compte numéro 1 étant le seul compte du type **CodeVi**, nous perdrons toute information sur ce type de compte dans ce cas.

- Mise à jour du taux (=0.20 au lieu de 0) pour le client dont le **NumCpte = 3** ;

Cette action engendra une anomalie de mise à jour qui va engendrer une incohérence et de la redondance. Avec cette action on aura le même type de compte (cheque) avec deux taux différents (0 et 0,20). Nous devons dans ce cas changer le taux pour tout les comptes de type cheque de 0 à 0,20 (redondance)

- Insertion dans la table CLIENT un nouveau enregistrement (**4, null, CEL, 0, 1.5**)

Cette action va engendrer une anomalie d'insertion. Pour pouvoir insérer un nouveau type de compte nous avons besoin de créer d'abord au moins un compte de ce type de compte

On vous donne cet ensemble de DFs :

NumCpte → TypeCpte ; TypeCpte → Taux ; NumCpte → Solde ; NumCpte → NomClient

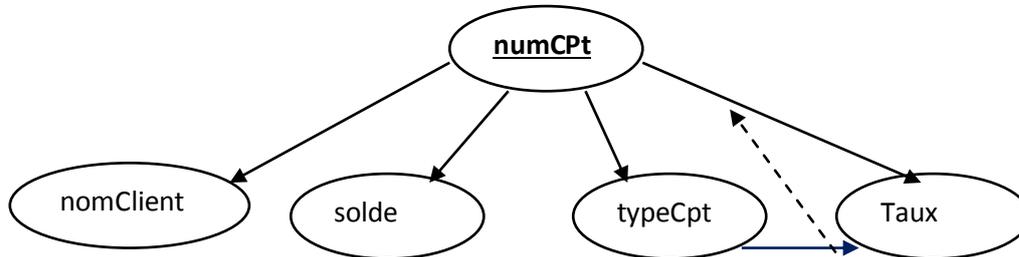
Donner la clé de la relation : CLIENT (NumCpte, NomClient, TypeCpte, Solde, Taux)

Pour trouver la clé de cette relation, nous pouvons appliquer naïvement l'algo suivant :

- Mettre au départ la clé $K = U$ (l'ensemble des attributs)
- Essayer d'enlever à chaque fois un attribut (commencer par les cibles) jusqu'à arriver à la clé minimale
- Pour notre cas :
 - $K = (\text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux})$
 - Enlever solde ?
 - $K\text{-solde} = \text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Taux}$
 - $(K\text{-solde}) += ?$
 - $(k\text{-solde}) + = \text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux} = U$
 - Enlever nomClient ??
 - $K\text{-nomClient} = \text{NumCpte}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux}$
 - $K\text{-comClient} + = ?$
 - $K\text{-nomClient} + = \text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux} = U$
 - Enlever taux ??
 - $K\text{-taux} = \text{NumCpte}, \text{TypeCpte}, \text{Solde},$
 - $K\text{-taux} + = ?$
 - $K\text{-taux} + = \text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux} = U$
 - Enlever typeCpte ???
 - $K\text{-typecpt} = \text{NumCpte}$
 - $K\text{-typecpt} + = ?$
 - $K\text{-typecpt} + = \text{NumCpte}, \text{NomClient}, \text{TypeCpte}, \text{Solde}, \text{Taux} = U$
 - **La clé de la relation COMPTE est $K = \text{NumCpt}$.**

En quelle forme normale est la relation Client? Normaliser la relation CLIENT en 3FN.

On va dessiner le graphe de Dfs



- La relation COMPTE est elle en 1FN ?
 - o La relation Compte possède une clé
 - o Tous les attributs sont atomiques
 - o **Donc Compte est en 1FN**
- La relation COMPTE est elle en 2FN ?
 - o La relation Compte est en 1FN
 - o Toutes les DF par rapport à la clé sont élémentaire (il n'existe pas un attribut hors clé qui dépend d'une partie de la clé)
 - o **Donc la relation compte est en 2FN**
- La relation COMPTE est elle en 3FN ?
 - o La relation Compte est en 2FN
 - o Toutes les DF par rapport à la clé **NE SONT PAS TOUTES DIRECTES**, la df : numcpt → taux est transitive, elle n'est pas directe car : numcpt → typecpt → taux
 - o **Donc la relation compte N'est PAS en 3FN**

La relation COMPTE est en 2FN

Si on veut la normaliser en 3FN

- Isoler la df qui pose probleme
 - Supprimer la cible de cette df dans la relation initiale
- Ce qui va donner
- Compte (numCPT, nomClient, typeCtp, solde)
 - TypeDeCpte(Typecpt, taux)

Exercice 3 :

On considère le schéma relationnel suivant : R(Cours, Prof, Heure, Salle, Etudiant, Note)

Un n-uplet (C, P, H, S, E, N) a pour signification que le cours C est fait par le professeur P à l'heure H dans la salle S et est suivi par l'étudiant E qui a reçu la note N. Une analyse de la situation nous fournit un ensemble initial F de dépendances fonctionnelles élémentaires :

Cours → Prof ; Heure, Salle → Cours ; Heure, Prof → Salle ; Cours, Etudiant → Note ; Heure, Etudiant → Salle

- Justifier que (Heure, Etudiant) est une clé.

Soit K un ensemble d'attribut et R une relation

- K est une clé de R ssi :
 - o $K^+ = U$ (l'ensemble des attributs de R)
 - o Il ne doit pas exister un $K' \subset K / K'^+ = U$
- Pour justifier que (H,E) est une clé, nous devons montrer que
 - o $(H,E)^+ = U$

Série de TD N° 2 - Module BDD - Objet du TD : DF et normalisation

- $H+ \neq U$
- $E+ \neq U$
- $H, E+ = ???$
 - $H, E+ = H, E$
 - $H, E \rightarrow S \Rightarrow HE+ = HES$
 - $H, S \rightarrow C \Rightarrow HE+ = HESC$
 - $EC \rightarrow N \Rightarrow HE+ = HESCN$
 - $C \rightarrow P \Rightarrow HE+ = HESCNP = U$
- $H+ = ???$
 - Aucune df n'a la partie gauche \subset dans $H+$ donc $H+ = H \neq U$
- $E+ = ???$
 - Aucune df n'a la partie gauche \subset dans $E+$ donc $E+ = E \neq U$
- **Donc $K=H, E$ est une clé pour la relation R**

Exercice 4 :

On considère la relation suivante : R (VOL, DE, VERS, HDEP, HARR, TYPAV, NB1C, NB2C, RESTO)

Un n -uplet de R est le suivant : $(v, d, a, hd, ba, tav, n1, n2, r)$: le vol numéro v part de la ville départ d à l'heure hd pour aller vers la ville arrivée a où il arrive à l'heure ba (heures locales). On lui affecte un certain type d'avion tav qui comporte $n1$ sièges en première classe et $n2$ sièges en seconde classe. Durant ce vol, en fonction de l'heure de départ et de l'heure d'arrivée, un certain type de restauration r sera servi à bord.

On considère l'ensemble F de dépendances fonctionnelles suivant :

VOL \rightarrow DE, VERS, HDEP	NB1C, NB2C \rightarrow NB1C
DE, VERS, HDEP \rightarrow HARR, TYPAV, NB1C, NB2C,	HDEP, HARR \rightarrow RESTO
RESTO	VOL, TYPAV \rightarrow RESTO
TYPAV \rightarrow NB1C, NB2C	

- Trouver les dépendances fonctionnelles non élémentaires.

Une df $X \rightarrow Y$ est dite non élémentaire s'il existe $X' \subset X / X' \rightarrow Y$

La df : NB1C, NB2C \rightarrow NB1C n'est pas élémentaire car NB1C \rightarrow NB1C

La df : VOL, TYPAV \rightarrow RESTO n'est pas élémentaire car :

- VOL \rightarrow DE, VERS, HDEP
- DE, VERS, HDEP \rightarrow RESTO
- Par transitivité : VOL \rightarrow RESTO

Donner une couverture minimale CM(F) de F.

Pour calculer CM(F) , on doit pas considérer les df non élémentaires :

- On va tout d'abord éclater les df regroupées :
 - $f_1 : VOL \rightarrow DE$
 - $f_2 : VOL \rightarrow VERS$
 - $f_3 : VOL \rightarrow HDEP$
 - $f_4 : DE, VERS, HDEP \rightarrow HARR$
 - $f_5 : DE, VERS, HDEP \rightarrow TYPAV$
 - $f_6 : DE, VERS, HDEP \rightarrow NB1C$
 - $f_7 : DE, VERS, HDEP \rightarrow NB2C$
 - $f_8 : DE, VERS, HDEP \rightarrow RESTO$

Série de TD N° 2 - Module BDD - Objet du TD : DF et normalisation

- $f_9 : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB1C}$
- $f_{10} : \text{TYPE AV} \rightarrow \text{NB2C}$
- $f_{11} : \text{HDEP, HARR} \rightarrow \text{RESTO}$
- Pour chaque df $f_i : a_i \rightarrow b_i$
 - Si $b_i \in a_i + (F - f_i)$ alors supprimer f_i
- Pour $f_1 : \text{VOL} \rightarrow \text{DE}$
 - $\text{VOL} + (F - f_1) = ???$
 - $\text{VOL} + (F - f_1) = \text{VOL, VERS, HDEP}$
 - $\text{DE} \notin \text{VOL} + (F - f_1)$ alors $f_1 \in \text{CM}(F)$
- Pour $f_2 : \text{VOL} \rightarrow \text{VERS}$
 - $\text{VOL} + (F - f_2) = ???$
 - $\text{VOL} + (F - f_2) = \text{VOL, DE, HDEP}$
 - $\text{VERS} \notin \text{VOL} + (F - f_1)$ alors $f_2 \in \text{CM}(F)$
- Pour $f_3 : \text{VOL} \rightarrow \text{HDEP}$
 - $\text{VOL} + (F - f_3) = ???$
 - $\text{VOL} + (F - f_3) = \text{VOL, DE, VERS}$
 - $\text{VERS} \notin \text{VOL} + (F - f_3)$ alors $f_3 \in \text{CM}(F)$
- La même chose pour les df f_4, f_5 qui ne sont pas redondantes
- pour la df : $f_6 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{NB1C}$
 - $(\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_6) = ????$
 - $(\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_6) = (\text{DE, VERS, HDEP})$
 - $f_4 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{HARR} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR})$
 - $f_5 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{TYP AV} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV})$
 - $f_9 : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB1C} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C})$
 - **NB1C $\in (\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_6)$ donc f_6 est redondante**
- pour la df : $f_7 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{NB2C}$
 - $(\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_7) = ????$
 - $(\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_7) = (\text{DE, VERS, HDEP})$
 - $f_4 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{HARR} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR})$
 - $f_5 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{TYP AV} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV})$
 - $f_9 : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB1C} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C})$
 - $f_{10} : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB2C} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C, NB2C})$
 - **NB2C $\in (\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_7)$ donc f_7 est redondante**
- pour la df : $f_8 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{RESTO}$
 - $(\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_8) = ??????$
 - $f_4 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{HARR} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR})$
 - $f_5 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{TYP AV} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV})$
 - $f_9 : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB1C} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C})$
 - $f_{10} : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB2C} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C, NB2C})$
 - $f_{11} : \text{HDEP, HARR} \rightarrow \text{RESTO} \Rightarrow (\text{DE, VERS, HDEP}) + = (\text{DE, VERS, HDEP, HARR, TYPE AV, NB1C, NB2C, RESTO})$
 - **RETO $\in (\text{DE, VERS, HDEP}) + (F - f_8)$ donc f_8 est redondante**
- Le même traitement pour f_9, f_{10} et f_{11} qui ne sont pas redondantes

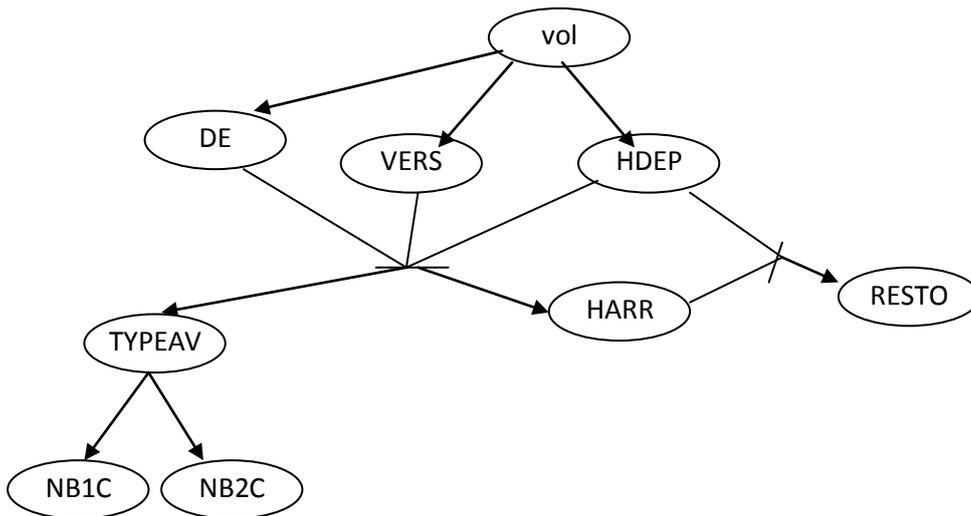
En définitif : $\text{CM}(F) = f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_9, f_{10}, f_{11}$

$\text{CM}(F) =$

- $f_1 : \text{VOL} \rightarrow \text{DE}$
- $f_2 : \text{VOL} \rightarrow \text{VERS}$

- $f_3 : \text{VOL} \rightarrow \text{HDEP}$
- $f_4 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{HARR}$
- $f_5 : \text{DE, VERS, HDEP} \rightarrow \text{TYP AV}$
- $f_9 : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB1C}$
- $f_{10} : \text{TYP AV} \rightarrow \text{NB2C}$
- $f_{11} : \text{HDEP, HARR} \rightarrow \text{RESTO}$

- Donner le graphe des dépendances représentant $\text{CM}(\mathbf{F})$.



- Donner la clé de la relation R. Justifier.

Si on calcule VOL^+ on va trouver $\text{VOL}^+ = \text{U}$, Vol est la clé de la relation R

- Quelle est la forme normale de R ?

- R est en 1F (clé et tous les attributs sont atomiques)
- R est en 2FN car il n'existe pas de df non élémentaire entre clé et attributs non clé
- R N'EST PAS EN 3FN car les df :
 - $\text{VOL} \rightarrow \text{NB1C, NB2C}$
 - Et $\text{VOL} \rightarrow \text{RESTO}$ ne sont pas directes
- R est donc en 2FN
- Pour la normaliser en 3FN, on va isoler ces df dans de nouvelles relation, on aura :
- $R(\underline{\text{VOL}}, \text{DE}, \text{VERS}, \text{HDEP}, \text{TYP AV}, \text{HARR})$
- $R_1(\underline{\text{TYP AV}}, \text{NB1C}, \text{NB2C})$
- $R_3(\underline{\text{HARR}}, \text{HDEP}, \text{RESTO})$

Exercice 4 :

On veut décrire les séances de travaux dirigés (TD) des unités d'enseignement (UE) d'un département de l'université par la relation suivante :

FAC (N°TD, Salle, Horaire, N°Ens, NomEns, PrénomEns, AdresseEns, N°UE, NomUE, N°Etud, NomEtud, PrénomEtud, AdresseEtud, DateIns)

Série de TD N° 2 - Module BDD - Objet du TD : DF et normalisation

L'enseignement, dans ce département est divisé en unités d'enseignement, chacune étant identifiée par un numéro (N°UE). Un étudiant s'inscrit à une ou plusieurs UE, et pour chaque UE à un groupe de TD. Les inscriptions dans les différentes UE sont indépendantes les unes des autres. On mémorise la date d'inscription de chaque étudiant à chaque UE (DateIns) et le numéro du groupe de TD (N°TD).

Il y a une séance de TD par semaine pour chaque UE et pour chaque groupe de TD. Chaque TD a lieu dans une salle donnée et à un horaire donné. Les groupes de TD sont numérotés 1, 2, 3, ... pour chaque UE. Un enseignant assure un ou plusieurs groupes de TD d'une ou plusieurs UE. Un groupe de TD d'une UE est assuré toute l'année par le même enseignant, plusieurs enseignants pouvant se partager les différents groupes de TD d'une même UE. Exceptionnellement, par manque d'enseignants, un même enseignant peut assurer simultanément deux TD différents situés dans deux salles contiguës.

Soit F l'ensemble de DF suivant :

(DF1) N°Etud → NomEtud	(DF8) N°UE, N°Etud → N°TD
(DF2) N°Etud → PrénomEtud	(DF9) N°UE, N°Etud → DateIns
(DF3) N°Etud → AdresseEtud	(DF10) N°UE, N°TD → Horaire
(DF4) N°Ens → NomEns	(DF11) N°UE, N°TD → Salle
(DF5) N°Ens → PrénomEns	(DF12) N°UE, N°TD → NomUE
(DF6) N°Ens → AdresseEns	(DF13) N°UE, N°TD → N°Ens
(DF7) N°UE → NomUE	(DF14) N°UE, N°Etud → N°Ens

- Toutes ces dépendances fonctionnelles sont-elles élémentaires ? Justifier.

La DF12 : N°UE, N°TD → NomUE n'est pas élémentaire car DF7 : N°UE → NomUE

- Donner la couverture minimale CM(F) de F ainsi que son graphe. Justifier.

En appliquant le même algo comme à l'exo 4 on va trouver

CM =

(DF1) N°Etud → NomEtud
(DF2) N°Etud → PrénomEtud
(DF3) N°Etud → AdresseEtud
(DF4) N°Ens → NomEns
(DF5) N°Ens → PrénomEns
(DF6) N°Ens → AdresseEns
(DF7) N°UE → NomUE
(DF8) N°UE, N°Etud → N°TD
(DF9) N°UE, N°Etud → DateIns
(DF10) N°UE, N°TD → Horaire
(DF11) N°UE, N°TD → Salle
(DF13) N°UE, N°TD → N°Ens

La DF 14 est redondante car :

$$(DF8) N^{\circ}UE, N^{\circ}Etud \rightarrow N^{\circ}TD \text{ et } (DF13) N^{\circ}UE, N^{\circ}TD \rightarrow N^{\circ}Ens \Rightarrow DF14 : N^{\circ}UE, N^{\circ}Etud \rightarrow N^{\circ}Ens$$

Justifier que : N[°]UE, N[°]Etud est une clé de R :

Ici on doit montrer que (N°UE, N°ETUD)⁺ = U et que N°UE⁺ ≠ U et N°ETUD⁺ ≠ U

Pour l'algorithme de synthèse vu en TD qui permet de générer directement un schéma en 3FN à partir d'un ensemble de DF et de la relation universelle, on procédera comme suit :

- Regrouper les df de la CM qui ont la même partie gauche
- Chaque df fi donnera une relation Ri
- S'il reste encore des attributs les mettre dans une nouvelle relation avec tt les attributs comme clé
- Pour notre exemple :
 - o N°Etud → NomEtud , PrénomEtud, AdresseEtud
 - RI (N°Etud , NomEtud , PrénomEtud, AdresseEtud)

Série de TD N° 2 - Module BDD - Objet du TD : DF et normalisation

○ N°Ens → NomEns, PrénomEns, AdresseEns
R2(N°Ens, NomEns, PrénomEns, AdresseEns)

○ N°UE → NomUE
R3(N°UE, NomUE)

○ N°UE, N°Etud → N°TD, DateIns
R4(N°UE, N°Etud, N°TD, DateIns)

○ N°UE, N°TD → Horaire, Salle, N°Ens
R5(N°UE, N°TD, Horaire, Salle, N°Ens)