

Chapitre III : Le modele conceptuel des données

(MCD)

1- Introduction :

Il s'agit de donner une représentation schématique (un, modèle graphique) des données déduites de l'étude de l'existant (D.D+ règles de gestion) selon le formalisme individuel qui se base sur les trois concepts suivants :

- -Objet (ou entité)
- -Relation
- -Propriété

2- Approche intuitive (Exemple)

Dans un établissement scolaire, on a recensé la liste des données suivantes (D.D)

- Adresse de l'élève
- Matière enseignée
- Nombre d'heures
- Nom de la classe
- Nom de l'élève
- Nom du professeur
- Note
- Numéro de salle
- Prénom de l'élève

Soir les règles de gestions appliquées dans cet établissement :

RG1 : À chaque classe est attribuée une et une seule salles de cours.

RG2 : chaque matière n'est enseignée que par un et un seul prof.

RG3 : pour chaque classe et chaque matière est défini un nombre fixe d'heures de cours.

RG4 : À chaque élève est attribué une seule note pour matière

RG5 : l'établissement gère les employés du temps des prof et des élèves ainsi que le contrôle des connaissances.

Il s'agit maintenant de regrouper les données en son ensemble présentent une cohérence interne et une autonomie les uns vis-à-vis des autres, on obtient :

❖ Les données liées à la classe :

- nom de la classe
- numéro de la salle

❖ Les données liées à l'élève

- nom de l'élève
- Prénom l'élève
- adresse de l'élève

❖ Les données liées la matière

- matière enseignée
- nom du professeur

Chacun de ces 3ss-ensembles (classe, élève, matière) a un sens en lui-même-on dira que l'on a défini trois objets comportant des propriétés.

Les données note et nombre d'heures ne peuvent- être portées par un seul objet, donc elles seront portées par la relation « Avoir pour note » qui liera les objets « Elevé » et « Matière ».

De même, sur les objets « classe » et « Matière », on définira la relation « enseigner durant »

3- Définition et formalisme :

3-1- Objet : C'est une entité pourvue d'une existence propre et conforme aux choix de gestion de l'entreprise.

Ex : l'objet « Elève ».

3-2- Relation : C'est une représentation d'association entre objets, dépourvue d'existence propre et conforme aux choix de gestion de l'entreprise.

Ex : « avoir pour note ».

3-3- Propriété : Donnée élémentaire utilisée pour décrire les objets et les relations.

Ex : « Adresse de l'élève ».

3-4- Formalisme : Le formalisme utilisé pour représenter les objets et les

relations est le suivant :

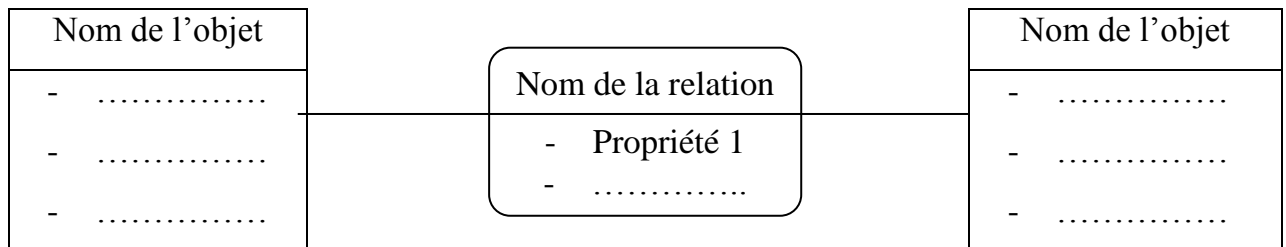
❖ Pour les objets :

Nom de l'objet
- Propriété 1
- Propriété 2
-

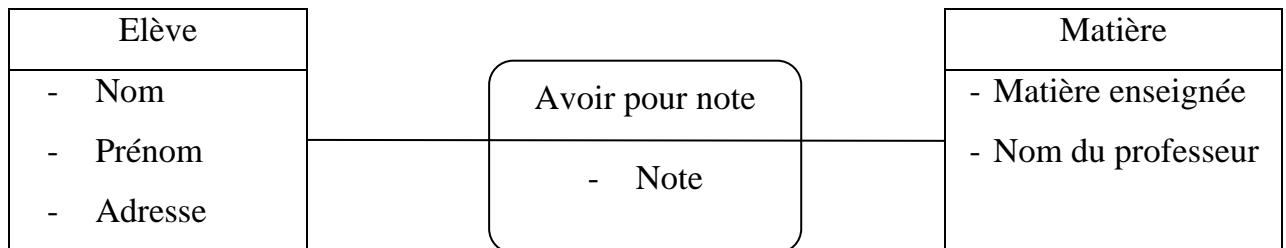
Ex :

Elève
- Nom de l'élève
- Prénom de l'élève
- Adresse de l'élève

❖ Pour les relations :



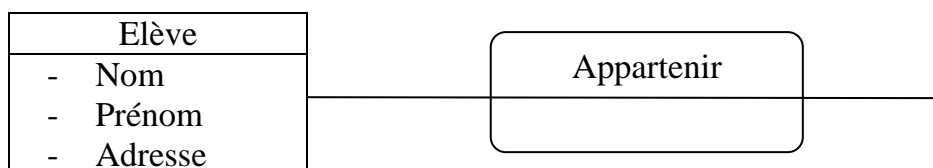
Ex :



Remarques :

- Une propriété ne doit figurer que sur un objet et un seul, sinon elle devra être portée par une relation.
- Un objet possède au moins une propriété sinon c'est un ensemble vide.
- Une relation peut ne porter aucune propriété.

Ex :



3-5- Notion d'occurrence :

a) Occurrence d'une propriété :

Les occurrences d'une propriété sont l'ensemble des valeurs que peut prendre cette propriété.

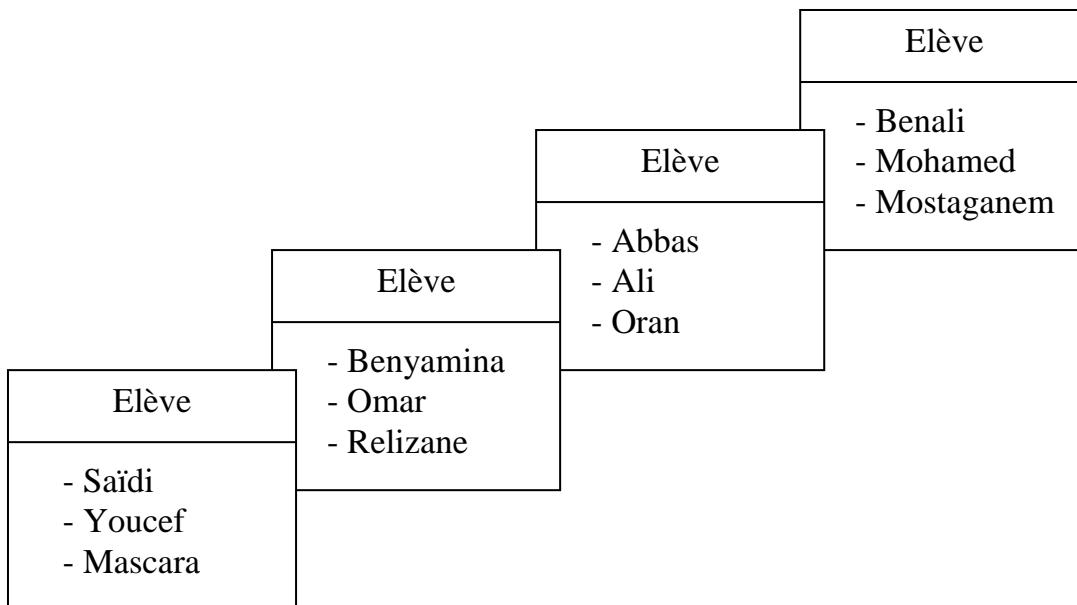
Ex : « Prénom de l'élève » :

- Omar – Ali – Youcef.

b) Occurrence d'un objet :

Une occurrence d'un objet est un ensemble ayant une existence propre d'occurrence de ses propriétés (1 occurrence par propriété).

Ex : L'objet « élève » aura 4 occurrences :



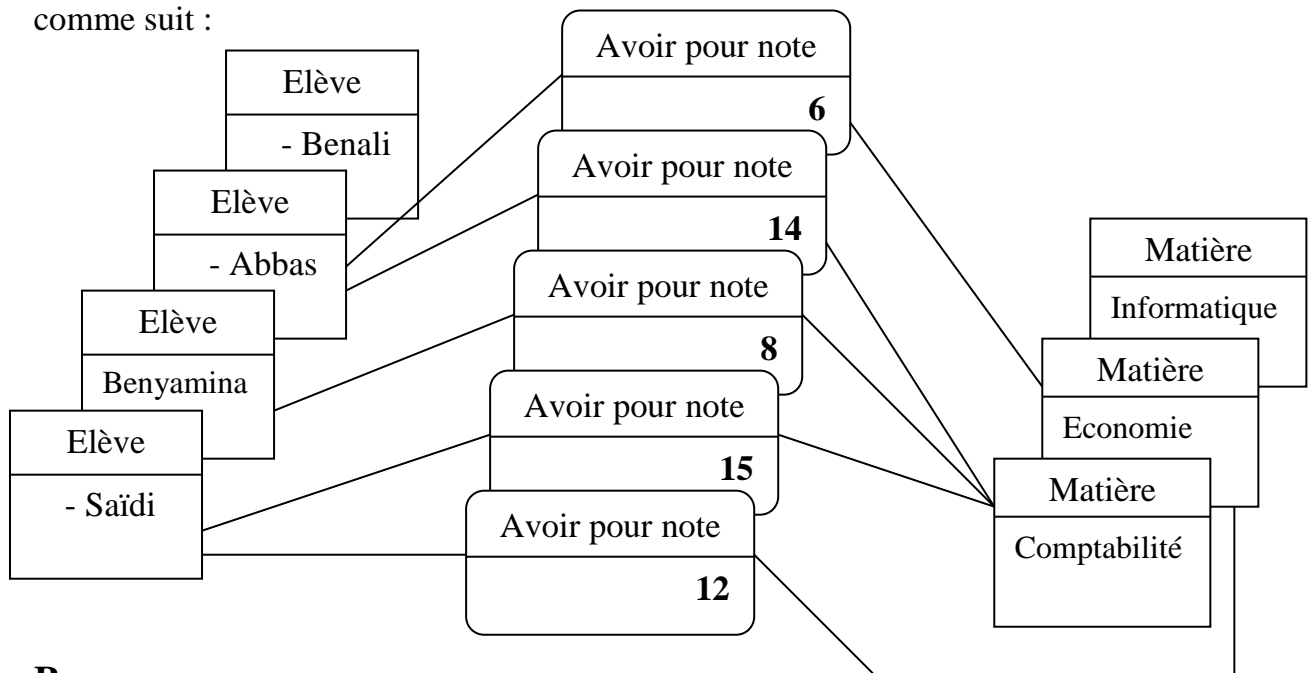
c) Occurrence d'une relation :

Elle sera définie par référence aux occurrences de ses constituants.

Une occurrence de la relation est constituée de :

- Une et une seule occurrence de chacun des objets associés,
- L'occurrence de chacune des propriétés qu'elle porte, correspondant aux occurrences d'objets associés.

Ex : La relation « Avoir pour note » prendra 5 occurrence que l'on schématisera comme suit :



Remarques :

- Un élève ne peut avoir plus d'une note par matière.
- Certains élèves peuvent ne pas avoir de notes (Benali).
- Certains peuvent ne pas avoir de notes dans certaines matières (Benyamina en Economie).
- Certaines matières ne sont jamais notées (informatique).

3-6- Notion d'identifiant :

a) Identifiant d'un objet (ou clé) :

Parmi les propriétés constituant un objet, au moins l'une d'entre elles doit permettre de caractériser chacune de ses occurrences de façon unique. Cette pp (ou ces propriétés) est appelée identifiant de l'objet.

Remarque :

- Tout objet doit posséder un identifiant.
- Un objet peut avoir plusieurs clés ; on doit y choisir un identifiant.
- On inscrit l'identifiant en tête des propriétés.

Ex : Pour l'objet « Elève » on prend le « Matricule ».

b) Identification d'une relation

L'identifiant d'une relation est le produit caractérisé en (concaténation) des identifiants des objets qu'elle associe.

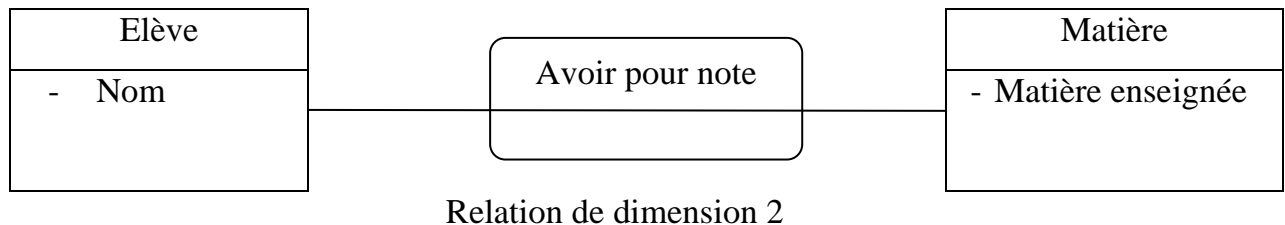
Ex : La relation « Avoir pour note » entre « Elève » et « Matière » aura pour identifiant le produit : Nom élève x matière.

Remarque : En pratique, on n'utilise pas l'identifiant d'une relation, on se contentera de son nom.

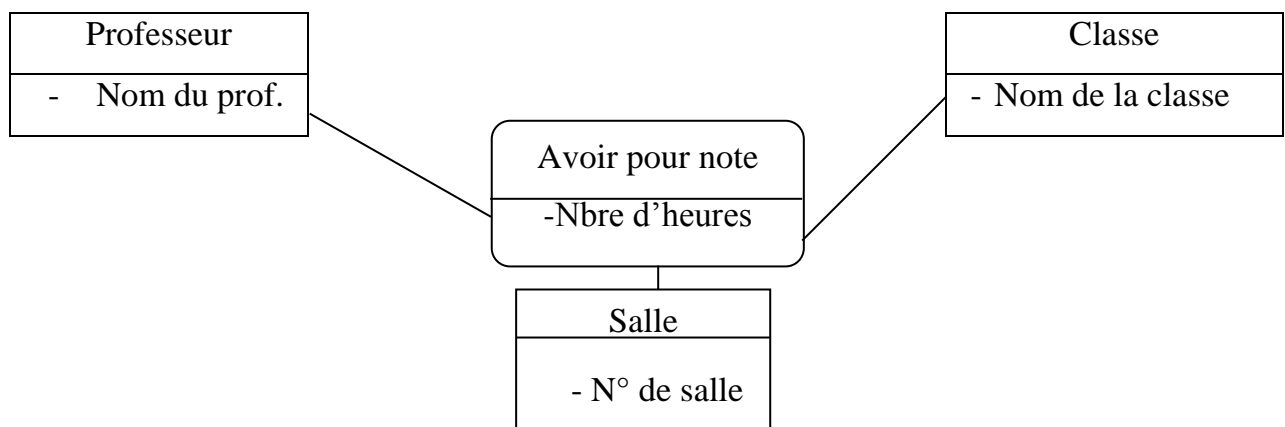
3-7- Dimension d'une relation :

La dimension d'une relation est égale au nombre d'objets participant à cette relation.

Ex1 :



Ex2 : Relation de dimension 3



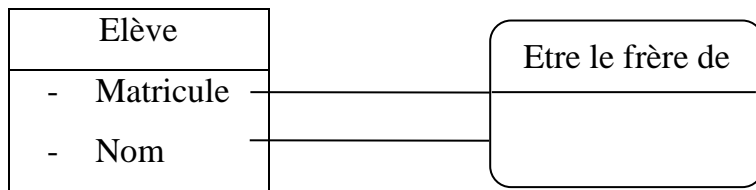
Ex3 : Relation de dimension 4 : on l'obtient en ajoutant à l'ex. précédent l'objet « Matière ».

Remarques :

- En pratique il est déconseillé de dépasser la dimension 4 car ceci posera des problèmes lors du passage aux niveaux logique et physique.
- Il est souhaitable de décomposer les relations complexes par les méthodes de décomposition qu'on verra plus tard.

Ex4 : Relation de dimension 1 (dite réflexive)

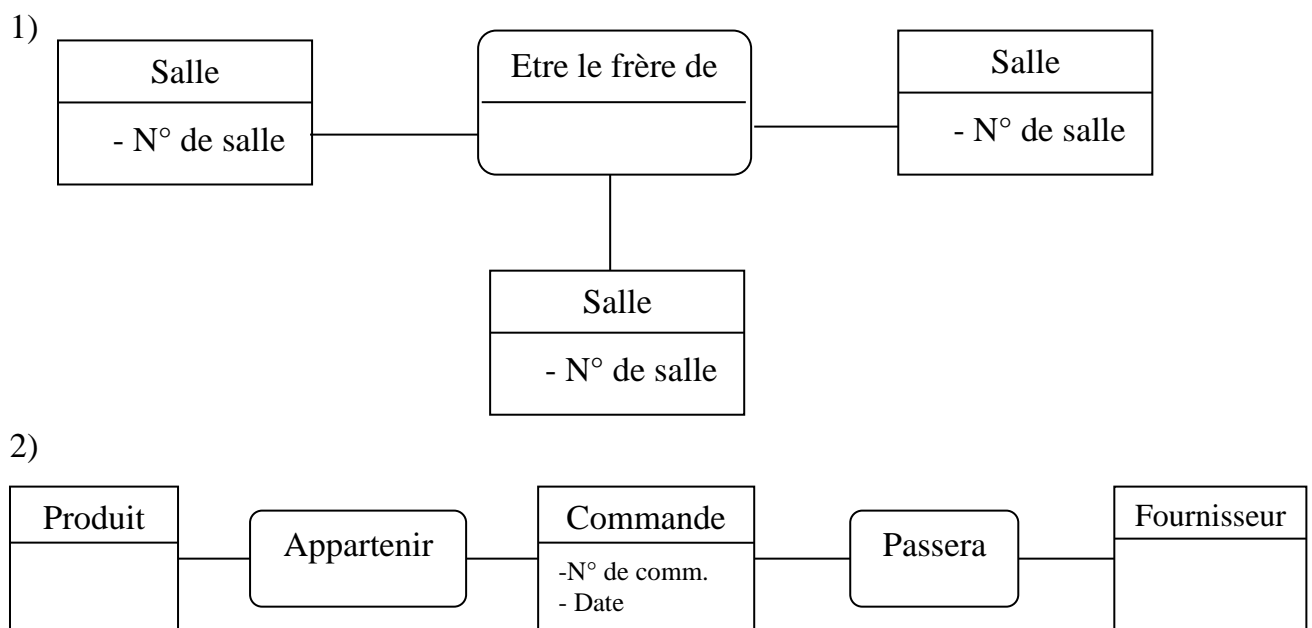
Une relation de dimension 1 porte sur un seul objet.



Remarque :

- La participation optionnelle des objets dans une relation est interdite. On dit qu'il y a dépendance pleine des objets dans les relations.
- Le choix des objets et des relations est laissé à l'initiative du concepteur.

Ex : La traduction d'une commande de produits à une date donnée auprès d'un fournisseur pourra être exprimée de 2 façons :



Dans le 1^{er} cas la commande est une relation, dans le 2^{ème} elle est un objet.

On parlera alors de la commande du produit X chez le fournisseur Y à la date Z. ce qui est lourd à manipuler. Par contre l'entreprise préférera, pour gérer les commandes, parler directement de la commande N° de tél, plutôt que de nommer Produit, Fournisseur et date.

Ce sont donc les choix de gestion de l'entreprise qui guideront le concepteur à choisir les objets et les relations qui seront d'un intérêt réel pour l'entreprise.

4- Contraintes fonctionnelles :

4-1- Cardinalité :

a) Cardinalités d'un objet :

Les cardinalités d'un objet dans une relation mesurent, lorsqu'on parcourt l'ensemble des occurrences de cet objet, le minimum et le maximum de leur participation à la relation.

b) Cardinalité minimum :

La cardinalité minimum d'une relation est le nombre minimum de fois où chaque occurrence d'un objet participe à la relation.

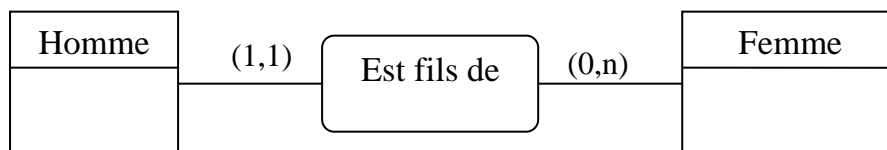
c) Cardinalité Maximum :

La cardinalité maximum d'une relation est le nombre maximum de fois où chaque occurrence d'objet peut participer à une occurrence de la relation.

d) Types de cardinalité :

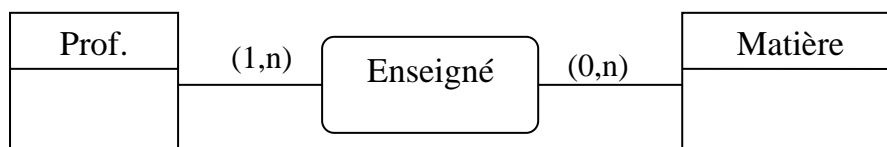
- (0,1) : Une occurrence de l'objet participe au plus 1 fois à la relation.
- (1,1) : Une occurrence de l'objet participe toujours 1 et 1 seule fois à la relation.
- (1,n) : Une occurrence de l'objet participe au moins 1 fois à la relation.
- (0,n) : Aucune précision quant à la participation des occurrences de l'objet à la relation.

Ex1 :



- Un homme est fils d'au moins une femme
 - Un homme est fils d'au plus une femme
 - Une femme a plus fils au moins 0 homme
 - Une femme a plus fils au plus n homme
- } (1,1)
} (0,n)

Ex2 :



- Un professeur enseigné au moins une matière et au maximum plusieurs $\longrightarrow (1,n)$
- Une matière peut ne pas être enseignée (donc au minimum 0)
- Comme elle peut être enseignée pas plus professeur (max. n) $\longrightarrow (0,n)$

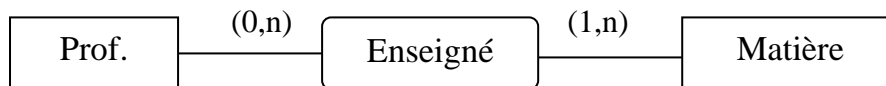
Remarque : Influence des règles de gestion sur les cardinalités :

En effet les cardinalités sont déduits des règles de gestion. Soient les règlements suivantes :

RG1 : Certains professeurs peuvent être dispensés d'enseignement en raison de leurs travaux de recherche.

RG2 : Toute matière est enseignée par au moins un professeur.

D'où le nouveau MCD :



On dit que les règlements expriment les contraintes d'intégrité du modèle.

4-2- Dépendances fonctionnelles :

4-2-1- Dépendances fonctionnelles entre propriétés :

On dit que 2 propriétés a et b sont reliées par une dépendance fonctionnelle :

$a \longrightarrow_{df} b$, si la connaissance de la valeur de a détermine une et une seule valeur de b.

Ex : code – client \longrightarrow_{df} nom – client.

(la connaissance du code - client détermine 1 et 1 seule valeur de nom – client ; N-e si on connaît le code, on doit pouvoir connaître son nom et celui-ci sera unique). (la réciproque n'est pas vraie).

- La dépendance fonctionnelle peut porter sur la concaténation de plusieurs propriétés.

Ex : N° Bon – de – cde + REF \longrightarrow_{df} Qte commande.

(Ici une seule pp ne peut pas déterminer la Qte commande par contre les 2 à la fois le permettent).

❖ Dépendance fonctionnelle élémentaire :

On dit qu'il y a dépendance fonctionnelle élémentaire entre les propriétés a et b on note :

$A \longrightarrow b$ si $a \xrightarrow{\text{df}} b$ et si aucune partie de a ne détermine b.

Ex : * Code – client + Nom – client $\xrightarrow{\text{df}}$ ADR – client.

N'est pas élémentaire (puisque le connaissance de code – client suffit à déterminer l'adresse).

* Code – client \longrightarrow ADR – client.

Est élémentaire.

* N° - Bon – De – CDE + REF \longrightarrow QTE – Commande.

Est une dépendance élémentaire.

❖ Dépendance fonctionnelle élémentaire directe :

On dit qu'il y a dépendance fonctionnelle élémentaire directe entre a et b s'il n'existe pas de propriété c telle que :

$a \xrightarrow{\text{df}} c$ et $c \xrightarrow{\text{df}} b$.

Autrement dit on élimine toute transitivité.

Ex : N° - Prof \longrightarrow Code – matière

Code – matière \longrightarrow Nom – matière

N° - Prof \longrightarrow Nom – matière

Les 2 premiers dépendances fonctionnelles sont directes, la 3^{ème} non en raison de la transitivité.

N° Prof \longrightarrow Code – matière \longrightarrow Nom – matière

❖ Clé d'un objet :

La clé d'un objet est une propriété (ou une concaténation de propriétés) de cet objet telle que toutes les autres propriétés de l'objet dépendant d'elle fonctionnellement et telle que ceci ne soit plus vrai pour aucune de ses parties.

Ex :

Client
Code –client Nom Adresse

Code - client + nom n'est pas une clé car code – client \longrightarrow adresse, par contre code – client est une clé car elle détermine Nom et Adresse.

Remarque : Un objet peut avoir plusieurs clés. L'identifiant est l'une d'entre elles.

Ex :

Salarie
Matricule
N° SS

4-2-2- Dépendance fonctionnelles entre (entités) objets :

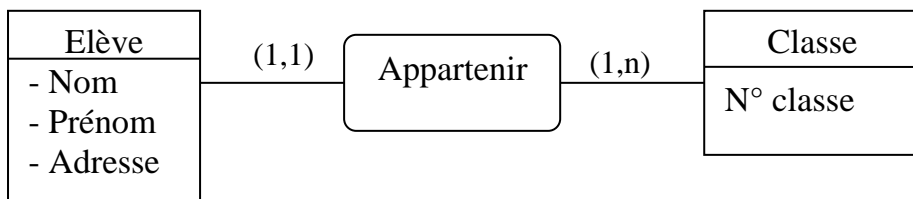
On dit qu'il existe une dépendance fonctionnelle entre 2 objets A et B et on note : $A \longrightarrow B$.

Si toute occurrence de A détermine 1 et 1 seule occurrence de B.

Définition :

Une dépendance fonctionnelle (ou contrainte d'intégrité fonctionnelle : CIF) sur plusieurs objets associés au sein d'une même relation exprime que l'un de ces objets est totalement identifié par la connaissance des autres.

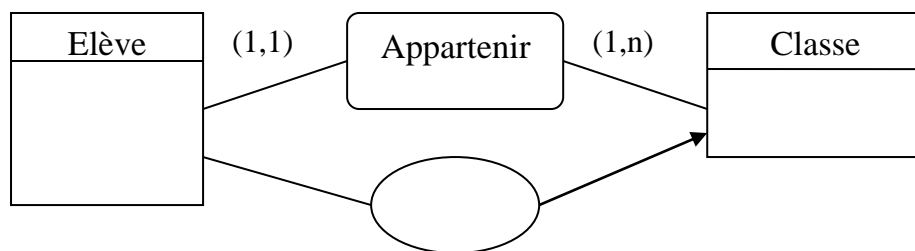
Ex1 :



Où sont qu'il existe une règle qui dit :

« Un élève appartient toujours à 1 et 1 seule classe ».

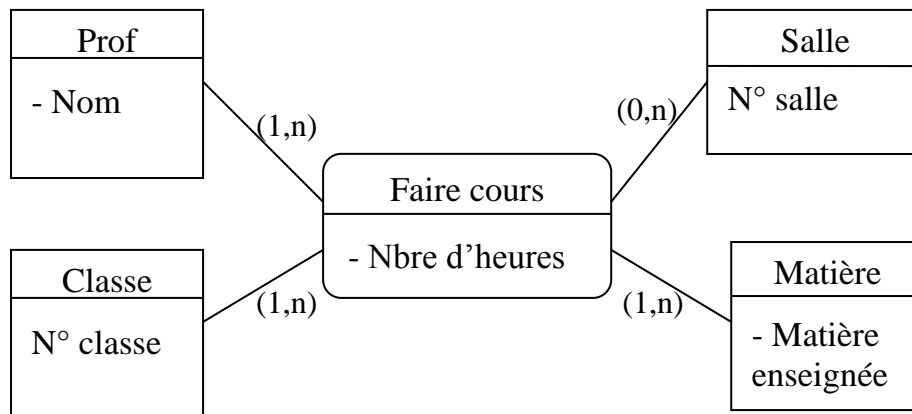
Donc, connaissant l'élève on connaît sa classe. On schématise cette dépendance fonctionnelle (ou CIF) par l'ajout d'une flèche pointant vers l'objet déterminé.



Remarque :

- Pour une relation de dimension 2, la présence des cardinalités (0,1) ou (1,1) sur un objet entraîne l'existence d'une dépendance fonctionnelle (CIF) pointant vers l'autre objet.
- Dans le cas où la relation n'est pas porteuse de propriété et s'il n'existe pas d'autre relation sur ces deux objets, on pourra remplacer la relation par le symbole de la dépendance fonctionnelle (CIF).

Ex2 :

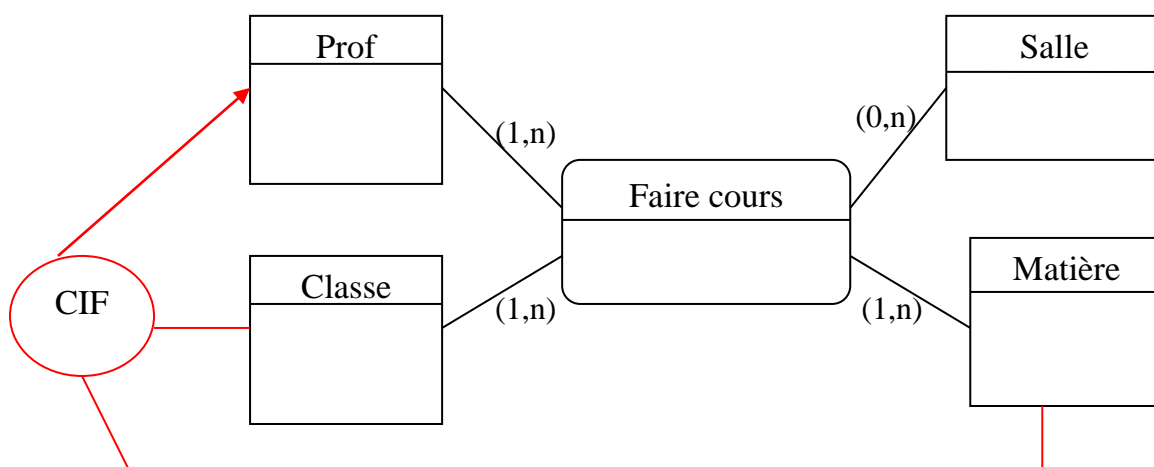


Supposons l'existence d'un règlement qui dit :

« Une classe, pour une matière donnée, doit toujours avoir la même professeur ».

Donc la connaissance de la classe et de la matière implique la connaissance de professeur.

D'où l'existence d'une dépendance fonctionnelle (CIF) entre Classe, Matière et Prof.



5- Règles relatives au MCD :

(Vérification du modèle, normalisation, décomposition d'une relation des et relations)

5-1- Normalisation des objets (ou entités) :

Les objets du MCD doivent vérifier les règles suivantes :

a) Première forme normale (1 FN) :

Dans une entité, toutes les propriétés sont élémentaires et il existe au moins une clé.

Si la clé est unique, elle sera prise comme identifiant. S'il y a plusieurs clés où en choisira une comme identifiant.

Toute entité doit donc avoir un identifiant.

Ex : Soit l'entité suivante :

Client
- Nom
- Adresse

- Cette entité n'est pas en 1FN car il n'y a pas de clé (plusieurs clients peuvent avoir le même nom).
- La propriété Adresse peut être la concaténation de Rue et Ville, donc elle ne constitue pas une propriété élémentaire.

b) Deuxième forme normale (2FN) :

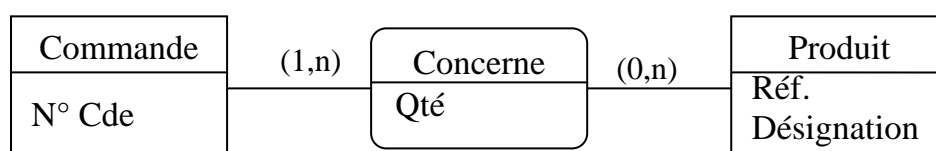
Toute propriété d'une entité doit dépendre de la clé par une dépendance fonctionnelle élémentaire.

Ex1 :

Livre – commande
N° Code, Réf.
Désignation, qté

La clé est: N°cde+réf. mais la dépendance fonctionnelle: N°cde+réf → df → désignation n'est pas élémentaire puisque : réf → désignation.

Cette entité n'est pas en 2FN. Le MCD devrait devenir :



Ex2 :

Client
Code –client
Nom
Rue, Ville

Cette entité est en 2FN car Nom, rue et ville dépende de la clé Code – client par une dépendance fonctionnelle (code \longrightarrow nom, code \longrightarrow rue, ...).

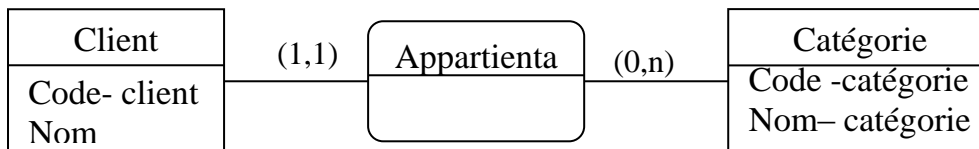
c) Troisième forme normale (3FN) :

Dans une entité toute propriété doit dépendre de la clé par une dépendance fonctionnelle élémentaire directe.

Ex :

Client
Code –client
Nom, Code-catégorie
Nom – catégorie

Cette entité n'est pas en 3FN car la dépendance fonctionnelle code–client \longrightarrow Nom catégorie n'est pas directe du fait de la transitivité:code–client \rightarrow code–catégorie \rightarrow Nom catégorie. Le MCD devrait devenir :



d) Forme normale de Boyce – Codd (BCFN) :

Si une entité a un identifiant concaténé, un des éléments composant cet identifiant ne doit pas dépendre d'une autre propriété.

Ex : Soit la règle de gestion suivante :

Tout professeur enseigne une matière et une seule.

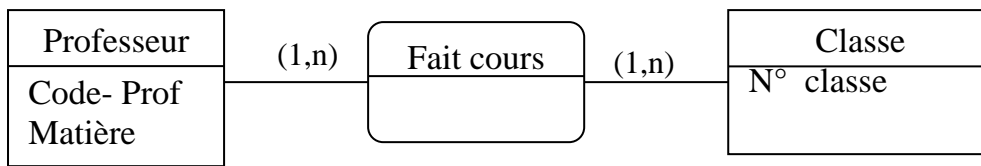
Toute classe n'a qu'un seul professeur par matière.

Dans ce cas l'entité :

Cours
Matière, N° classe
Code – professeur

N'est pas en BCFN, car Matière (partie de l'identifiant Matière + N° classe) dépend de la propriété Code – professeur.

Le MCD devrait être :



Remarque : Les normalisations citées ci-dessus ont pour but d'éliminer les redondances (inutile de répéter la désignation du produit commandé à chaque commande d'un même produit) et les anomalies de mise à jour (si on annule un client on veut sans doute conserver la catégorie de ce client).

5-2- Vérification :

Le concepteur doit s'assurer que les règles du formalisme ont été respectées. Il vérifiera en particulier les points suivants :

❖ Absence de propriété répétitive ou sans signification :

A une occurrence de l'objet ou de la relation qui porte la propriété correspond une et une seule occurrence de la propriété.

Ex : Si un professeur enseigne plusieurs matières, il ne sera pas possible de faire figurer la propriété. « Matière » sur l'objet « Professeur ».

❖ Existence d'un identifiant pour tous les objets :

Ex : La propriété « Matricule » pour l'objet « Etudiant ».

❖ Dépendance pleine des objets dans les relations :

Les propriétés portées par une relation doivent dépendre de la totalité des objets associés, dans la relation (Si certaines ne dépendent que d'un sous ensemble des objets, on devra, soit les rattacher à un objet, soit concevoir une ou plusieurs relations supplémentaires pour les porter).

Ex : Un N° de salle qui ne dépend que de la classe et de la matière enseignée devra être sorti d'une relation « Enseignée » à laquelle participe en plus un objet « Professeur ».

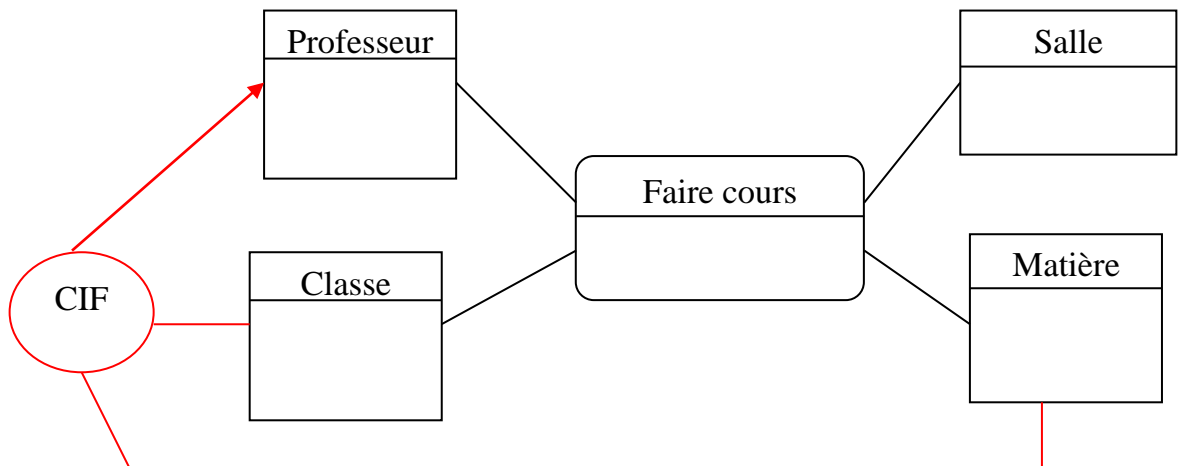
❖ Respect des règles de gestion :

En particulier, on vérifiera les cardinalités.

5-3- Décomposition des relations :

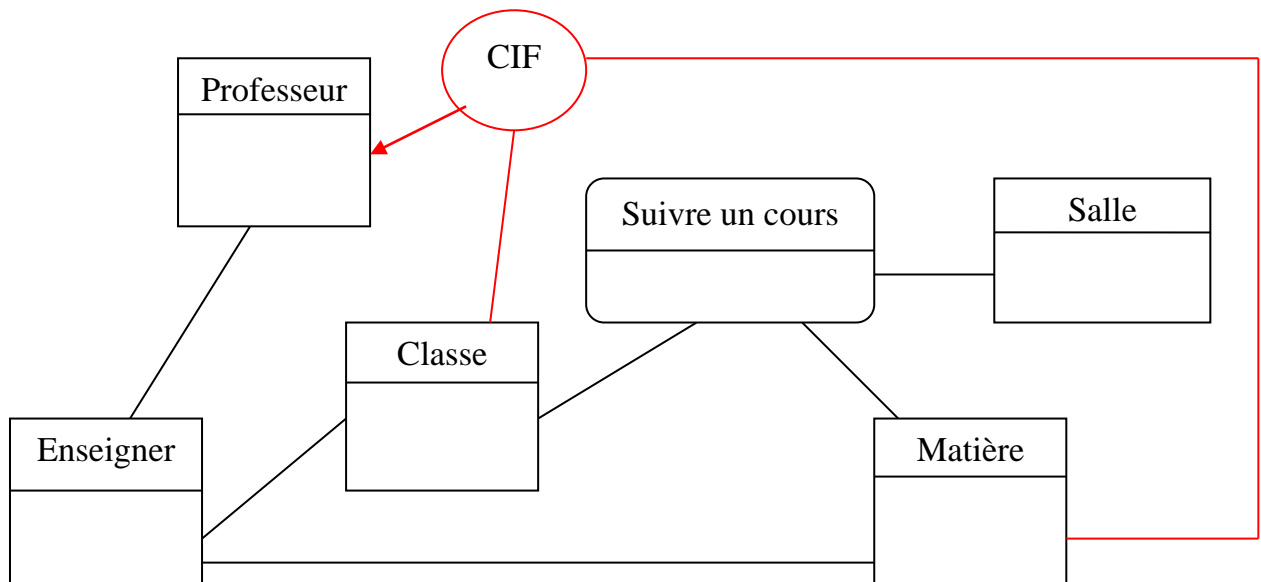
Afin diminuer la dimension d'une relation, on cherche s'il existe une ou plusieurs CIF à l'intérieur de cette relation. En effet une CIF traduit la détermination complète d'un objet à partir des autres. Il sera alors intéressant de sortir cet objet cible de la relation et de créer une autre relation, semblable à la CIF, pour l'englober.

Ex :



CIF : une classe, pour une matière, n'a qu'un seul professeur ».

Donc on pourra remplacer ce MCD par le MCD suivant :



On a remplacé la relation « faire cours » par les deux relations : « suivre un cours » et « enseigner ».

On a laissé la CIF sur le schéma pour s'en assurer.

6- Construction du MCD :

Soit le document suivant (bon de commande + Facture) :

N° Bon		Date		
Nom Client				
Adresse				
.....				
Nom représentant				
Réf	Design.	Qte	PU	Montant
.....
.....
			Total

Et soit les règles de gestion suivantes :

Règlement1 : Un client peut passer une ou plusieurs commandes ou aucune commande.

Règlement 2 : Une commande peut concerner un ou plusieurs produits.

Règlement 3 : une commande est passée à un représentant qui n'est pas toujours le même pour un client donné.

6-1- Constitution du D.D. :

- On établit la liste des propriétés à partir du document donné ci-dessus.
- On ajoute dans le D.D. les propriétés code –client et code –représentant.

Nom	Signification	Type anan	Longueur	Nature		Règle de calcul ou intégrité
				Eco ca	M sig situ	
Nobon	N° bon de commande	N	4	E	M	
Date	Date commande	N	6	E	M	Forme JJ MMAA
Cocli	Code client	N	6	E	SIG	A créer
Nom cli	Nom client	A	30	E	SIG	
Adresse	Adresse client	AN	60	CO	SIG	Rue + ville
Rucli	Rue client	AN	30	E	SIG	
Vilcli	Ville client	A	30	E	SIG	
Corep	Code représentant	N	6	E	SIG	A créer
Nomrep	Nom représentant	A	30	E	SIG	
Ref	Réf. produit	AN	5	E	SIG	1 lettre+ 3 chiffres
Design	Désignation	A	30	E	SIG	
Qte	Quantité commandée	N	3	E	M	Entier
Pu	Prix unitaire	N	7	E	SIG	Forme 9999,99
Montant	Montant ligue	N	8	CA	M	PU x QTE
total	Total commande	N	9	CA	M	Somme des montants
A : Alphabétique		N : Numérique		AN : x-mum		
E : élémentaire		CO : Concaténée		CA : Calculée		
M : Mouvement		SIG : Signalétique		SITU : Situation		

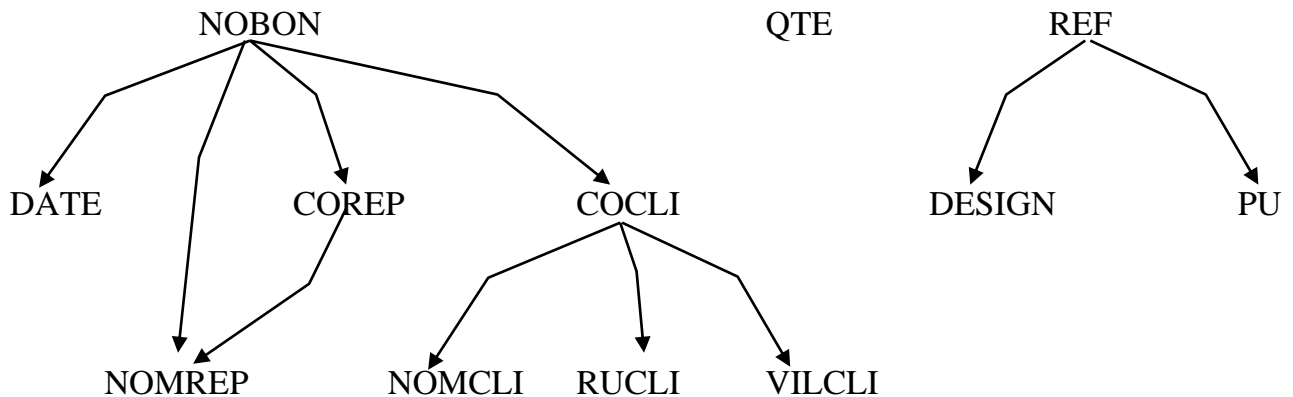
6-2- Epuration du dictionnaire :

On remarque qu'il n'existe pas de synonymes ni de polysèmes.

6-3- Graphe des dépendances fonctionnelles :

On extrait du DD la liste des propriétés qui ne sont ni concaténées ni calculées ; c'est -à- dire toutes les propriétés sauf Adresse (concaténée) et Montant Total (calculées).

D'où la liste des dépendances fonctionnelles :

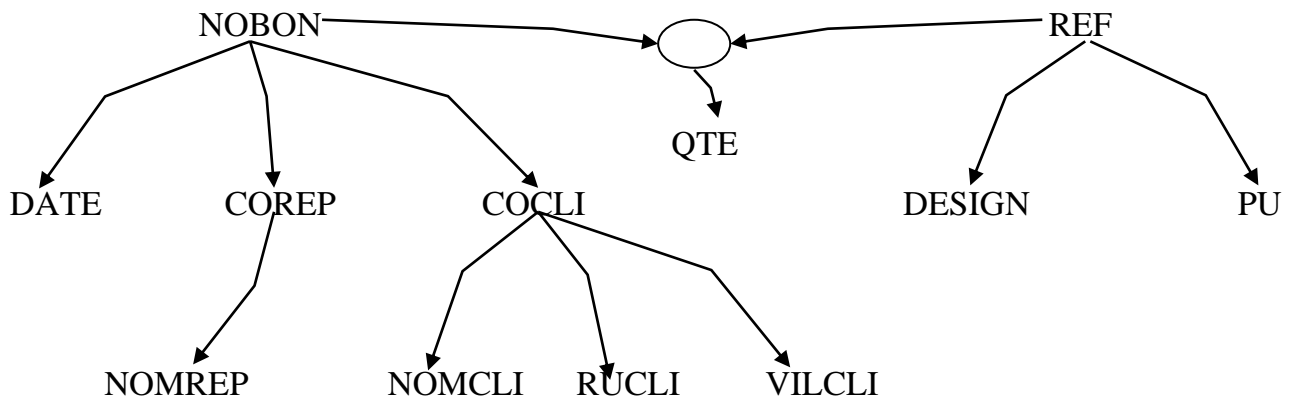


La propriété QTE est isolée.

Cherchons une dépendance fonctionnelle qui conduit à cette propriété à partir de propriété concaténée. (Si on n'en trouve pas, elle restera isolée) :

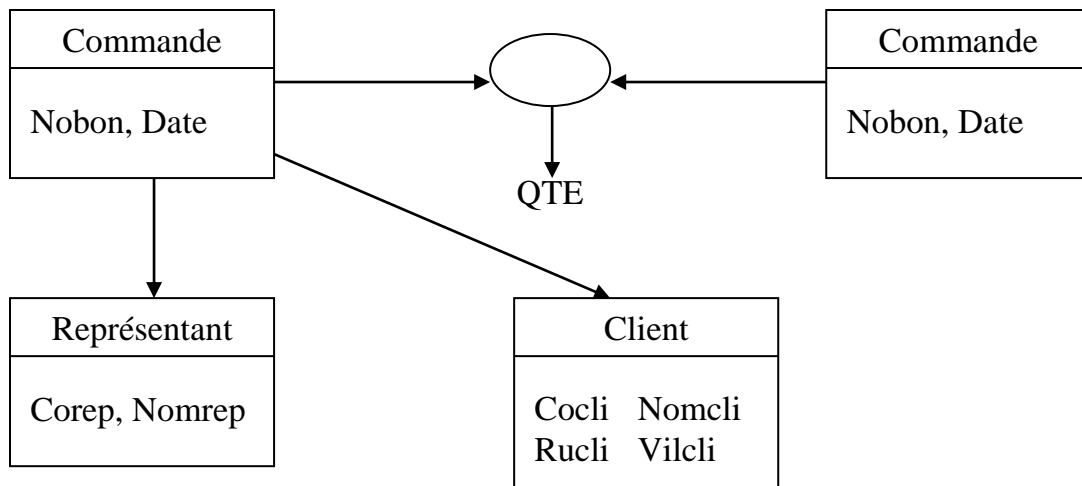
NOBON + REF → QTE

D'où le graphe des dépendances fonctionnelles après élimination des transitivités :



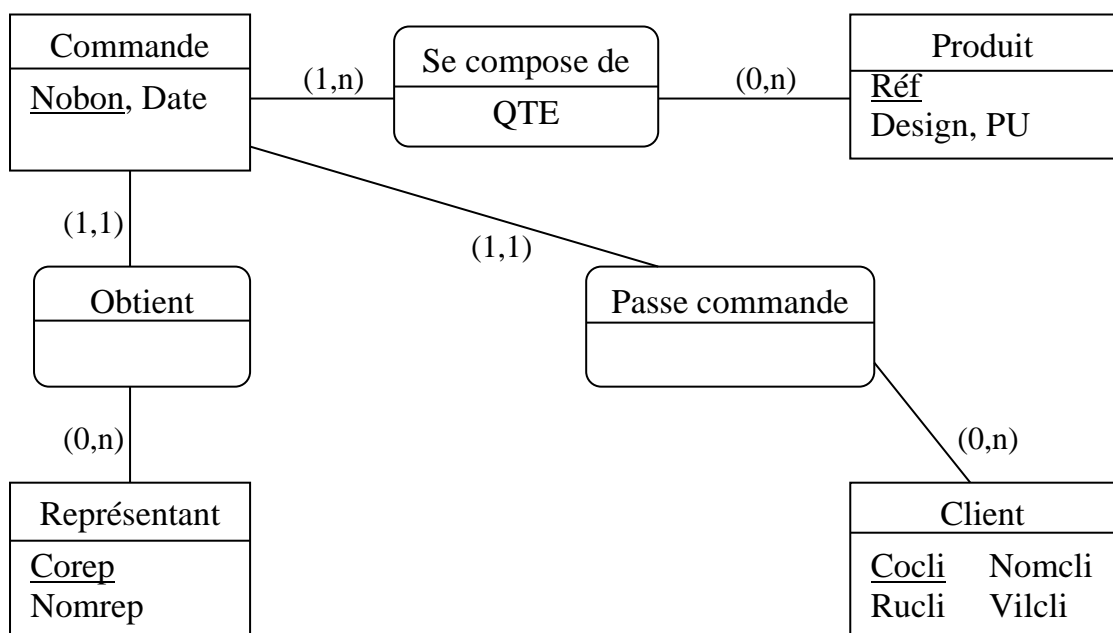
6-4- Etablissement du MCD :

Les arcs terminaux obtenus à partir des propriétés élémentaires définissent les entités. Les origines des ces arcs sont les identifiant.



Les arcs restants mettent en évidence les relations. Les propriétés non isolées restantes sont affectées à des relations. Les propriétés isolées doivent constituer des entités isolées.

Les règles de gestion doivent permettre de trouver les cardinalités.



Remarque : Il faut absence que les règles de vérification, normalisation et décomposition sont respectées (c'est le cas ici).