

Modélisation des données

Ivan Kurzweg

15 avril 2007

Modélisation des données

by Ivan Kurzweg

Copyright © 2006 Ivan KURZWEG, *ivan.kurzweg@wanadoo.fr*

Permission to use, copy, modify, and distribute this documentation for any purpose with or without fee is here by granted, provided that the above copyright notice and this permission notice appear in all copies.

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Présentation de Merise | 4 |
| 1.1 | Intoduction / historique | 4 |
| 1.2 | Une approche par niveaux - Le cycle d'abstraction | 4 |
| 1.2.1 | Le niveau conceptuel | 4 |
| 1.2.2 | Le niveau organisationnel | 4 |
| 1.2.3 | Le niveau technique | 4 |
| 1.2.4 | Le cycle d'abstraction | 4 |
| 1.3 | La courbe du soleil | 5 |
| 2 | Modèle Entité Association | 5 |
| 2.1 | Dictionnaire des données | 6 |
| 2.1.1 | Etablir la liste des données élémentaires | 6 |
| 2.1.2 | Epurer les données | 6 |
| 2.1.3 | Distinguer les données calculées des données non calculées | 6 |
| 2.1.4 | Dresser le dictionnaire des données | 7 |
| 2.1.5 | Exercice | 7 |
| 2.2 | Propriété | 7 |
| 2.3 | Entités | 7 |
| 2.3.1 | Définition | 7 |
| 2.3.2 | Formalisme | 7 |
| 2.3.3 | Exercice | 8 |
| 2.4 | Identifiant | 8 |
| 2.4.1 | Définition | 8 |
| 2.4.2 | Formalisme | 8 |
| 2.4.3 | Exercice | 8 |
| 2.5 | Associations | 8 |
| 2.6 | Occurence | 10 |
| 2.6.1 | Occurence d'une entité | 10 |
| 2.6.2 | Occurence d'une association | 10 |
| 2.7 | Cardinalités | 10 |
| 2.8 | Dépendances fonctionnelles | 11 |
| 2.9 | Normalisation | 11 |
| 2.9.1 | Première Forme Normale (1 FN) : | 11 |
| 2.9.2 | Deuxième Forme Normale (2 FN) : | 12 |
| 2.9.3 | Troisième Forme Normale (3 FN) : | 12 |
| 2.10 | Exercices | 12 |
| 2.10.1 | Base archéologique | 12 |
| 2.10.2 | Gestion d'un bibliothèque universitaire | 12 |
| 2.10.3 | GESTION DES CONCOURS | 13 |
| 2.10.4 | Gestion des HLMs | 13 |
| 3 | Modèle relationnel | 14 |
| 3.1 | Concepts du relationnel | 14 |
| 3.1.1 | Relations | 14 |
| 3.1.2 | N-Uplets | 14 |
| 3.1.3 | Cardinalité | 14 |
| 3.1.4 | Degré d'une relation | 15 |
| 3.1.5 | Clef primaire | 15 |
| 3.1.6 | Clef étrangère | 15 |
| 3.1.7 | Formalisme | 15 |
| 3.2 | Normalisation | 15 |
| 3.2.1 | Première Forme Normale (1FN) | 15 |
| 3.2.2 | Deuxième Forme Normale (2FN) | 15 |
| 3.2.3 | Troisième Forme Normale (3FN) | 16 |
| 3.2.4 | Forme Normale de Boyce - Codd (BCFN) | 16 |
| 3.3 | Passage du MCD au MPD | 16 |
| 3.3.1 | Règle 1 | 16 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.3.2 | Règle 2 | 16 |
| 3.3.3 | Règle 3 | 17 |
| 3.3.4 | Règle 4 | 17 |
| 3.4 | Exercices | 17 |
| 4 | Exercice de synthèse : Village de vacances "Les mimosas" | 18 |
| 4.1 | Présentation du sujet | 18 |
| 4.2 | Travail à faire | 18 |
| 5 | Exercice de synthèse : gestion d'une vidéothèque personnelle | 19 |
| 5.1 | Présentation du sujet | 19 |
| 5.2 | Travail à faire | 19 |
| 6 | Exercice de synthèse : Gestion d'une entreprise de plomberie | 19 |
| 6.1 | Présentation du sujet | 19 |
| 6.2 | Travail à faire | 20 |
| 7 | Projet : gestion de la formation | 21 |
| 7.1 | Présentation du sujet | 21 |
| 7.2 | Travail à faire | 21 |

Table des figures

| | | |
|----|------------------------------|----|
| 1 | Courbe du soleil | 5 |
| 2 | Formalisation du MCD | 6 |
| 3 | Entité | 8 |
| 4 | Identifiant | 8 |
| 5 | Association | 9 |
| 6 | Association binaire | 9 |
| 7 | Association ternaire | 9 |
| 8 | Association réflexive | 9 |
| 9 | Entité stagiaire | 10 |
| 10 | Occurrence d'une association | 10 |
| 11 | Cardinalité | 11 |
| 12 | Cardinalité | 11 |
| 13 | Règle 1 | 16 |
| 14 | Règle 2 | 17 |
| 15 | Règle 3 | 17 |
| 16 | MCD HOTEL | 17 |

Liste des tableaux

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Les différents modèles de Merise | 5 |
| 2 | Coureur | 14 |
| 3 | Étapes | 14 |
| 4 | Les zones du centre de vacances "Les Mimosas" | 18 |
| 5 | Les différents types d'hébergement du centre de vacances "Les mimosas" | 18 |
| 6 | Les différents types d'équipements | 18 |
| 7 | Les habitations | 19 |

Résumé

Ce document propose une introduction à la conception de bases de données relationnelles selon la méthode Merise. Il aborde les modèles conceptuels de données et le modèle relationnel.

1 Présentation de Merise

1.1 Introduction / historique

MERISE est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques, mise au point par une équipe de chercheurs français, sur commande du Ministère de l'Industrie en 1977. La collaboration entre des universitaires, des professionnels et des spécialistes en organisation d'entreprise a abouti à la publication d'un ouvrage en 1978.

La méthode a ensuite donné lieu à plusieurs mises à jour, et on a parlé de " MERISE 2 ". Aujourd'hui, la méthode Merise reste une référence en matière de conception de systèmes d'information. Mais la montée en puissance de *l'approche objet* pose certains problèmes, en particulier au niveau de la séparation des données et des traitements.

Même si UML (United Modeling Language), fait de plus en plus d'ombre à Merise, dans le cadre de la modélisation des données à destination d'un SGBDR, Merise convient parfaitement.

1.2 Une approche par niveaux - Le cycle d'abstraction

Parce que la maintenance d'une application informatique met clairement en évidence plusieurs types de problèmes, depuis les modifications qu'entraîne un changement de matériel, jusqu'à la refonte complète de l'application qu'exige la mise en place d'une réglementation totalement nouvelle, il a paru essentiel de dégager des niveaux correspondant à ces préoccupations différentes. Pour Merise et la plupart des méthodes de conception, il est classique de mettre en évidence 3 niveaux de réflexion :

1.2.1 Le niveau conceptuel

Il correspond à la définition des finalités de l'entreprise en explicitant sa raison d'être. Ce niveau, décrit à travers un ensemble de règle de gestion, traduit les objectifs et les contraintes qui pèsent sur l'entreprise. On y retrouve par exemple les règles de gestion du personnel, de tenue de la comptabilité, de livraison des produits finis, etc..

1.2.2 Le niveau organisationnel

Son rôle est de définir l'organisation qu'il est souhaitable de mettre en place dans l'entreprise. On parle de choix d'organisation. L'analyste précise les postes de travail, la chronologie des opérations, les choix d'automatisation, etc..

1.2.3 Le niveau technique

Enfin, sont intégrés les moyens techniques nécessaires au projet. Ils s'expriment en terme de matériels ou de logiciels, et sont les plus sujets à changements (évolution technologique).

1.2.4 Le cycle d'abstraction

La conception du système d'information se fait par étapes, afin d'aboutir à un système d'information fonctionnel reflétant une réalité physique. Il s'agit donc de valider une à une chacune des étapes en prenant en compte les résultats de la phase précédente. D'autre part, les données étant séparées des traitements, il faut vérifier la concordance entre données et traitements afin de vérifier que toutes les données nécessaires aux traitements sont présentes et qu'il n'y a pas de données superflues. Cette succession d'étapes est appelée cycle d'abstraction pour la conception des systèmes d'information :

1. Système d'information manuel
2. Expression des besoins
3. Modèle conceptuel
4. Modèle logique
5. Modèle physique
6. Système d'information automatisé

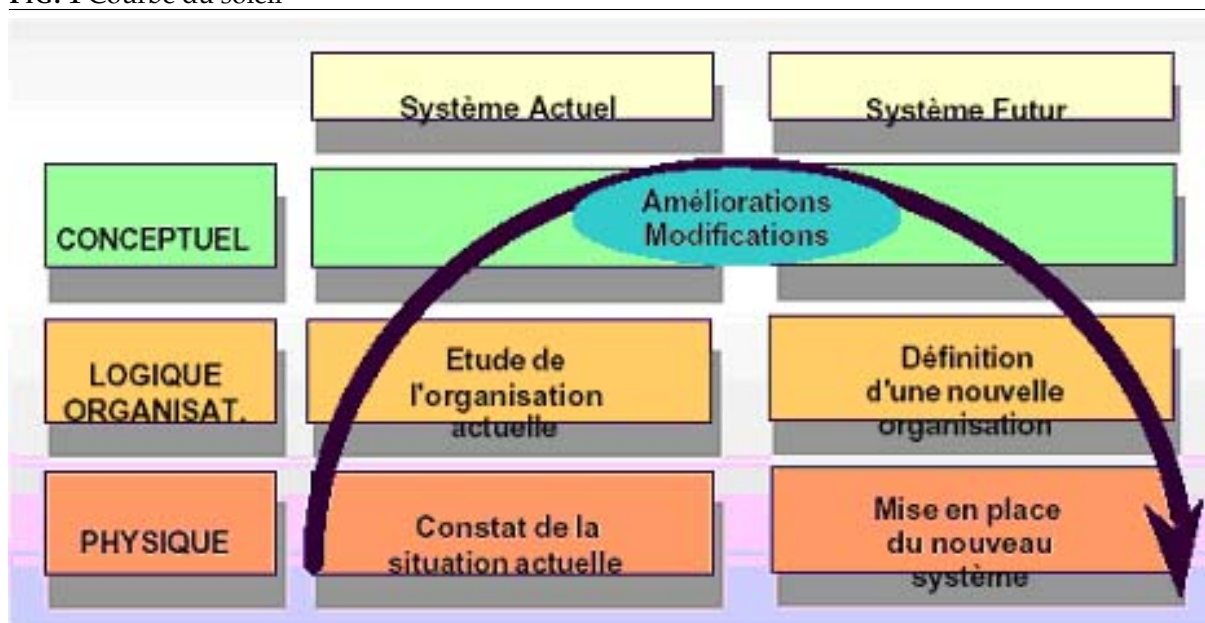
TAB. 1 Les différents modèles de Merise

| Niveaux | Données | Traitements | Questions |
|-----------------|-------------------------------------|--|----------------------|
| Conceptuel | Modèle Conceptuel des Données (MCD) | Modèle conceptuel des Traitements (MCT) | Quoi ? |
| Organisationnel | Modèle Logique des Données (MLD) | Modèle Organisationnel des Traitements (MCT) | Qui ? Où ? Comment ? |
| Technique | Modèle Physique des Données (MPD) | Modèles Opérationnel des Traitements (MOpD) | Comment ? |

1.3 La courbe du soleil

La courbe du soleil permet de représenter le cycle de vie du projet selon Merise. On remarque une montée vers le niveau conceptuel, qui correspond à une étude de l'existant, puis une redescente vers le niveau physique, c'est la phase de conception.

FIG. 1 Courbe du soleil



2 Modèle Entité Association

La modélisation conceptuelle des données est la *représentation de l'ensemble des données du système d'information* étudié, sans tenir compte des aspects organisationnels et techniques liés à leur mise en oeuvre dans tel ou tel traitement. Cette représentation, appelée "*schéma conceptuel des données*" est obtenue par la mise en oeuvre des concepts et des outils du modèle entité - association de la méthode Merise.

- Il y a nécessité de *formaliser* le SCD (schéma conceptuel des données) En analyse, pour traiter un problème, une situation, il faut :

FIG. 2 Formalisation du MCD



- Caractéristiques d'un formalisme :
 - Approche naturelle et de compréhension aisée (pour les analystes et les utilisateurs)
 - Rigoureux
 - Informatisable

2.1 Dictionnaire des données

Une des images les plus classiques de l'informaticien est celle d'un technicien concevant des solutions géniales à des problèmes qui ne lui sont pas posés, et rétif à tout dialogue avec l'utilisateur. Même si les cas d'écoles qui sont présentés en formation ont des objectifs clairement posés sur un existant vide, dans la vie professionnelle, il en va généralement bien autrement. Lors des différentes interviews qui jalonnent l'étude préalable, l'analyste recense les données apparaissant dans les différents documents de l'entreprise. Au cours de la conception détaillée, il va tenter de les décomposer en *données élémentaires*, et les épurer, c'est-à-dire n'en retenir que les pertinentes.

Etablir un dictionnaire des données, c'est *recenser l'ensemble des informations de l'application*, et leur attribuer un type de données, c'est-à-dire indiquer sous quelle forme informatique elles seront enregistrées.

2.1.1 Etablir la liste des données élémentaires

Une donnée élémentaire est une donnée qui ne peut être décomposée. Souvent les données brutes sont constituées de plusieurs parties, mais on ne doit décider de les décomposer qu'en fonction de l'usage qui en sera fait.

Exemple 2.1 Exemple

Une adresse postale d'un client est une donnée brute, qu'on peut décomposer en *AdresseRue*, *CodePostal* et *Ville*. Cela permet par exemple de sélectionner tous les clients d'une ville. Mais si on a aussi besoin de connaître tous les clients d'une rue, on sera alors obligé de décomposer *AdresseRue* en *NuméroRue* et *NomRue*.

2.1.2 Epurer les données

Lorsque deux noms recouvrent la même réalité, il s'agit d'une *synonymie*. Lorsqu'un même nom de données recouvre plusieurs réalités, il s'agit d'une *polysémie*. Il faut bien sûr supprimer ces deux défauts.

Exemple 2.2 Exemple

CodeClient et *referenceClient* sont deux noms de données qui peuvent recouvrir la même réalité, c'est-à-dire le moyen d'identifier le client. Il ne faut donc retenir qu'un seul nom pour cette propriété.

2.1.3 Distinguer les données calculées des données non calculées

Une donnée calculée est une donnée dont la valeur peut être obtenue en appliquant une règle de calcul aux valeurs d'autres données élémentaires. Ces données ne doivent pas entrer dans le modèle conceptuel des données.

2.1.4 Dresser le dictionnaire des données

Les données élémentaires, calculées ou non calculées, épurées et retenues pour leur pertinence, constituent le dictionnaire des données. Pour chacune d'elles, on précise le type et le domaine de définition. On indiquera également si elles sont calculées ou non.

2.1.5 Exercice

Tout au long de ce dossier, nous allons tenter de modéliser un système d'information concernant des accidents de la circulation. En voici les grands traits :

Un club de chasse sous-marine désire informatiser les résultats de parties de chasse. Tous les pêcheurs du club sont connus sous un pseudo. Les parties de chasse ne sont pas communes (chacun chasse individuellement). On considère qu'il ne peut y avoir qu'une seule chasse dans la même journée. Les espèces sont cataloguées en fonction de leur niveau de tir (difficulté qu'ils présentent à être chassés) et de leur poids moyen.

Lorsqu'on enregistre le résultat d'une chasse, seul le nombre de poissons par espèce est comptabilisé (les poissons ne sont pas pesés : on raisonne toujours à partir du poids moyen).

Enfin, à chaque niveau de tir est associé un nombre de points (plus le niveau est élevé, plus le nombre de points est important), qui permet d'attribuer un score à chaque partie de chasse. L'objectif du club est de permettre d'établir les documents suivants :

- l'inventaire des espèces de poissons et le niveau de tir qui leur est attribué
- le récapitulatif du nombre de prises dans l'année pour l'ensemble des chasseurs du club
- le bilan des parties de chasse pour un chasseur donné (NB : on désire voir apparaître le lieu où s'est effectuée chaque chasse).

Exemple 2.3 Exercice

Etablir le dictionnaire des données pour ce SI.

2.2 Propriété

Définition : Appelée aussi information élémentaire, données élémentaire ou rubrique, la propriété désigne le plus petit élément d'information manipulable. Pour être correctement définie, une propriété doit toujours être décrite par un " nom de propriété ", prendre ses valeurs dans un domaine de valeurs et avoir un sens dans le système d'information étudié.

NOTE



Une propriété est véritablement élémentaire si elle n'est pas décomposable en un ensemble de propriétés signifiantes plus petites. On dit alors qu'elle est atomique. Par exemple, une adresse postale peut être décomposé en : - numéro de rue - nom de rue - code postal - ville Mais cette décomposition fine n'est pas systématique, elle est uniquement guidée par la pertinence à traduire une réalité de l'entreprise. Ainsi, il n'est pas nécessaire de découper une date en trois propriétés distinctes, jour, mois et année.

2.3 Entités

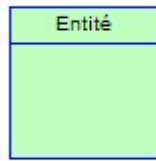
2.3.1 Définition

Une entité est un type d'élément (abstrait ou concret) du monde réel défini par : - une existence propre et une utilité pour l'organisation étudiée - des occurrences multiples (c'est-à-dire au moins deux) - des propriétés (au moins une), dont un identifiant.

2.3.2 Formalisme

L'entité est représentée par un rectangle.

FIG. 3 Entité



2.3.3 Exercice

A partir du dictionnaire des données établi au paragraphe précédent, essayez de distinguer 4 entités représentant la gestion du club de chasse sous marine.

2.4 Identifiant

2.4.1 Définition

Parmi toutes les propriétés d'une entité, une ou plusieurs d'entre elles doivent jouer un rôle particulier, celui de permettre de distinguer chaque occurrence de l'entité par rapport à toutes les autres. Cette propriété ou groupe de propriétés est appelé identifiant. Il existe plusieurs types d'identifiant :

. *Identifiant simple* : il est composé d'une seule propriété (exemple précédent) . *Identifiant composé* : il est composé de deux propriétés ou plus. . *Identifiant relatif* : il est constitué pour partie d'une propriété appartenant à une autre entité. . *Identifiant hérité* : il résulte d'un lien de dépendance avec une entité générique.

2.4.2 Formalisme

L'identifiant d'une entité est l'ensemble des propriétés soulignées.

FIG. 4 Identifiant



2.4.3 Exercice

Indiquez les identifiants des entités définies dans l'exercice précédent. Justifiez vos choix

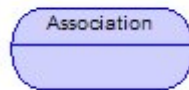
2.5 Associations

Définition : Une association est un type d'élément du monde réel défini par :

- - une absence d'existence intrinsèque
- - au moins une occurrence
- - une dimension (mesurée par le nombre d'entités rattachées)
- - une utilité pour l'organisation étudiée.

Formalisme : L'association est représentée par un ovale.

FIG. 5 Association

**Exemple 2.4** Dimensions d'associations

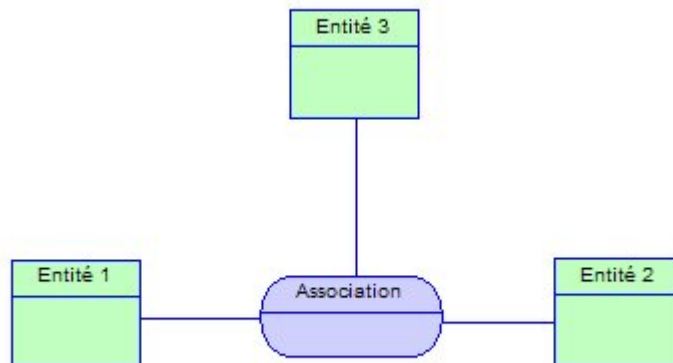
– Association entre deux entités (dimension 2) :

FIG. 6 Association binaire



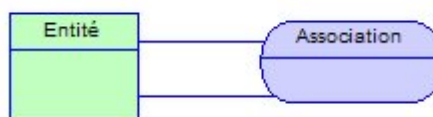
– Association entre trois entités (dimension 3) :

FIG. 7 Association ternaire



– Association réflexive (dimension 1) :

FIG. 8 Association réflexive



Exercice :

Représenter les associations reliant les entités de notre club de chasse sous marine.

2.6 Occurrence

Définition : Une occurrence de propriété est une valeur que peut prendre une propriété.

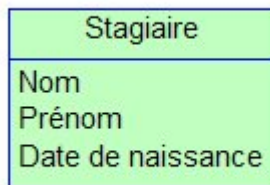
2.6.1 Occurrence d'une entité

Une occurrence d'entité est un ensemble ayant une existence propre d'occurrences de ses propriétés.

Exemple 2.5 Occurrence d'une entité

Soit l'entité suivante :

FIG. 9 Entité stagiaire



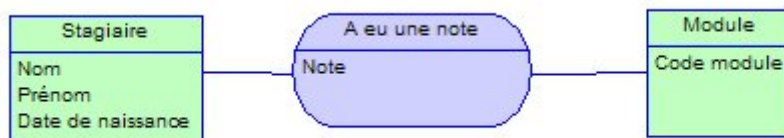
L'ensemble $\{PAYET, JEAN, 23/10/1970\}$ est une occurrence de l'objet *STAGIAIRE* car " *PAYET* " est une occurrence de la propriété *NOM*, " *JEAN* " une occurrence de *PRENOM* et " *23/10/1970* " une occurrence de *DATE_DE_NAISSANCE*.

2.6.2 Occurrence d'une association

Une occurrence de relation est constituée d'une et d'une seule occurrence de chacune des entités associées. L'occurrence de chacune des propriétés de l'association est en relation avec les occurrences des entités associées.

Exemple 2.6

FIG. 10 Occurrence d'une association



Soient les occurrences suivantes :

$\{PAYET, JEAN, 23/10/1970\}$: une occurrence de l'entité " *STAGIAIRE* ".

$\{BDD\}$ et $\{JAVASCRIPT\}$: deux occurrences de l'entité " *MODULE* ".

12 peut être une occurrence de " *NOTE* " associée aux occurrences $\{PAYET, JEAN, 23/10/1970\}$ et $\{BDD\}$;

13 une autre occurrence de " *NOTE* " associée aux occurrences $\{PAYET, JEAN, 23/10/1970\}$ et $\{JAVASCRIPT\}$.

2.7 Cardinalités

Définition : La cardinalité d'une entité par rapport à une association s'exprime par deux nombres appelés cardinalité minimum et cardinalité maximum.

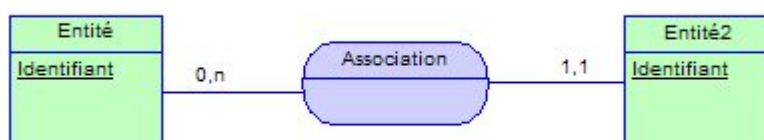
La cardinalité minimale peut être égale à 0 ou à 1.

Si la cardinalité est égale à 0, c'est qu'il existe au moins une occurrence de l'entité qui ne participe pas aux occurrences de l'association.

Si la cardinalité est égale à 1, chaque occurrence de l'entité participe aux occurrences de l'association.

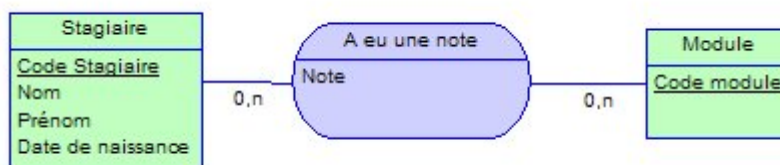
La cardinalité maximale exprime le nombre maximum de fois où une occurrence de l'entité participe aux occurrences de l'association. On la note égale à n , elle peut être égale à 1 ou à tout autre nombre strictement positif (quand le nombre d'occurrences est quantifiable).

FIG. 11 Cardinalité



Exemple 2.7 Cardinalités

FIG. 12 Cardinalité



- Un stagiaire peut ne pas avoir de note, c'est à dire qu'il peut exister un stagiaire qui n'a pas passé l'évaluation (cardinalité minimum = 0).
- Un stagiaire peut être inscrit à plusieurs module et avoir une note pour chacun des modules auxquels il est inscrit (cardinalité maximum = n)
- Il est possible que personne ne se présente à l'évaluation pour un module (cardinalité minimum = 0)
- Plusieurs notes peuvent être attachées à un même module (cardinalité maximum = n)

2.8 Dépendances fonctionnelles

Définition : Deux rubriques (ou propriétés) sont en dépendance fonctionnelle si la connaissance d'une d'entre elles permet la connaissance de l'autre.

Notation : $A \rightarrow B$ signifie que B dépend fonctionnellement de A. En d'autres termes, la connaissance d'une occurrence de la propriété A permet la connaissance d'une occurrence de la propriété B.

Exemple 2.8 Dépendances fonctionnelles

Numéro INSEE \rightarrow sexe ; Numéro INSEE \rightarrow année de naissance ; Code d'un stagiaire \rightarrow Nom de ce stagiaire

2.9 Normalisation

Le modèle conceptuel des données sera toujours présenté en **troisième forme normale**.

2.9.1 Première Forme Normale (1 FN) :

Une entité est en première forme normale si et seulement si :

- Toutes ses propriétés sont élémentaires
- Elle possède un identifiant (une clef)

2.9.2 Deuxième Forme Normale (2 FN) :

Une entité est en deuxième forme normale si et seulement si :

- Elle est en première forme normale
- Toutes ses propriétés sont en dépendance fonctionnelle élémentaire de l'identifiant

Soient les propriétés P1, P2 et P3. Une dépendance fonctionnelle (P1 -> P2) est dite élémentaire si et seulement si il n'existe pas de propriété (P3) incluse dans P1 en dépendance fonctionnelle avec P2 (P3 -> P2).

2.9.3 Troisième Forme Normale (3 FN) :

Une entité est en troisième forme normale si et seulement si :

- Elle est en deuxième forme normale
- Toutes ses propriétés sont en dépendance fonctionnelle élémentaire directe de l'identifiant

Soient les propriétés P1, P2 et P3. Une dépendance fonctionnelle (P1 -> P2) est dite directe si et seulement si il n'existe pas de propriété (P3) telle que P1 -> P3 et P3 -> P2.

2.10 Exercices

2.10.1 Base archéologique

Vous gérez une base de données archéologique dans laquelle vous voulez mettre les informations suivantes. Un objet est trouvé par une équipe donnée, dans un site donné. L'équipe est reconnue par le nom de son directeur, et le site par son numéro, sa longueur, sa largeur. Le site appartient à une zone de fouille qui peut en contenir plusieurs. La zone de fouille porte le nom de la ville la plus proche. L'objet est identifié par un numéro, une désignation (qui le décrit), une catégorie (par exemple, meuble, accessoire, élément d'architecture, manuscrit...), par un état de complétude (s'il est total ou s'il est partiel comme un pied de table, un tesson de bouteille ou un nez de gargouille, etc...) et par un état de conservation (intact, bon, à restaurer, mauvais état, très mauvais). Plusieurs équipes peuvent fouiller simultanément la même zone de fouille, mais pas le même site. En revanche les équipes tournent, d'un site à l'autre, chaque jour. *QUESTION* : proposez un modèle entité-association (ou modèle conceptuel des données MCD) représentant cet énoncé, en justifiant les cardinalités des couples entité-association, ainsi que les clés des entités.

2.10.2 Gestion d'une bibliothèque universitaire

La première étape de l'étude a dégagé les données suivantes à stocker :

- Numéro d'ouvrage (NumeroOuvrage)
- Titre de l'ouvrage (TitreOuvrage)
- Numéro interne du livre attribué par la bibliothèque (NumeroInterne)
- Numéro d'auteur (NumeroAuteur)
- Nom de l'auteur (NomAuteur)
- Numéro d'étudiant (NumeroEtudiant)
- Nom de l'étudiant (NomEtudiant)
- Numéro de la faculté (NumeroFaculte)
- Nom de la faculté (NomFaculte)
- Date du prêt (DatePret)
- Date de retour (DateRetour)

Les contraintes :

- Un ouvrage peut avoir plusieurs auteurs.
- Un auteur peut écrire plusieurs ouvrages.
- Un étudiant n'appartient qu'à une faculté et ne peut emprunter que trois livres à la fois.
- Un ouvrage figure en plusieurs exemplaires dans la bibliothèque.
- Le délai d'emprunt d'un livre est de trois semaines. Au-delà de cette période, l'étudiant doit payer une pénalité.

2.10.3 GESTION DES CONCOURS

Une école désire gérer la participation de ses élèves à divers concours d'entrée dans la fonction publique. Chaque élève est encadré par un tuteur de l'école. Dans chaque concours, l'élève doit réaliser un projet qu'il choisit lui-même. Le jury accorde toujours un nombre de points qui permet d'établir le classement (si 2 élèves ont le même nombre de points, ils sont ex-æquos).

On désire connaître les concours auxquels ont participé les élèves, le projet réalisé, la place et le nombre de points qu'ils ont obtenus (NB : pour la place, on ne gère que les élèves de l'école).

Les informations collectées sont :

- nom de l'élève
- prénom de l'élève
- nom du tuteur
- prénom du tuteur
- nom du concours
- lieu du concours
- dotation globale du concours
- date du concours
- nombre de points obtenus
- place obtenue
- nom projet réalisé

Donnez le MCD correspondant.

2.10.4 Gestion des HLMs

La société OPHCO a la charge de la gestion des immeubles HLM des villes de plus de 5.000 habitants du département. Actuellement, on compte une douzaine de villes de ce type. La gestion des immeubles recouvre notamment l'affectation des appartements en fonction des demandes, la facturation des loyers, les travaux d'entretien, le suivi des règlements, etc... Dans l'optique d'une informatisation prochaine du système de gestion, on vous demande de poursuivre une étude des données, qui a abouti pour l'instant à :

- une liste des données à utiliser dans le système d'information ,
- la liste des règles de gestion à respecter.

Voici la liste des données :

- Revenu Locataire
- Loyer Mensuel
- Type Apart
- Code Gardien
- N° Cité
- Nom Cité
- Code Appartement
- N° Contrat
- Nom Ville
- Nom Locataire
- N° Etage
- Nom Gardien
- Garage (O/N)
- N° Immeuble
- Date Signature Bail
- Prénom Gardien
- Prénom Locataire
- Superficie Apart.
- Durée Bail
- N° Porte

Voici les règles de gestion :

1. RG 1 - Pour une ville (de plus de 5.000 habitants) du département, il existe au moins une cité HLM.
2. RG 2 - Chaque cité HLM est identifiée par un numéro.
3. RG 3 - Pour un numéro de cité, il existe un nom de ville et un seul.

4. RG 4 - Un même nom de cité peut être utilisé pour plusieurs cités différentes, mais dans des villes différentes.
5. RG 5 - Chaque cité est surveillée par un gardien et un seul, mais un gardien peut surveiller plusieurs cités d'une même ville.
6. RG 6 - Chaque cité peut comporter jusqu'à 6 types d'appartements.
7. RG 7 - Une cité comporte plusieurs immeubles, numérotés de 1 à N. Chaque immeuble contient au moins 2 types d'appartements.
8. RG 8 - Chaque appartement est identifié par un code.
9. RG 9 - Un appartement peut disposer d'un garage, mais ce n'est pas toujours le cas.
10. RG 10 - Un appartement peut être occupé par un locataire, qui signe un contrat de location.
11. RG 11 - Chaque contrat est identifié par un numéro, et permet de fixer le montant du loyer valable pour la

Vous devez modéliser le système d'information selon le formalisme MCD

3 Modèle relationnel

Au chapitre précédent, nous avons vu le *Modèle Conceptuel des Données*. Nous allons maintenant examiner le niveau logique des données, et un de ses formalismes particulièrement adapté aux bases de données relationnelles, le *modèle relationnel*. Nous examinerons également les règles de passage du MCD vers le modèle relationnel. De ce type de formalisme, nous verrons qu'il est aisé de passer à la représentation physique des données, et à la mise en oeuvre du SI sur un système de gestion de base de données relationnelles (SGBDR).

3.1 Concepts du relationnel

3.1.1 Relations

Comme pour le modèle entité - association, on définit des domaines dans lesquels des attributs prennent leur valeur. Une relation est un ensemble d'entités et sa description peut prendre la forme d'un tableau dans lequel chaque ligne représente une occurrence d'entité et chaque colonne un attribut.

La relation *COUREUR*(*nom, prénom, dateNaissance*) peut se représenter par :

TAB. 2 Coureur

| Nom | Prénom | DateNaissance |
|--------|----------|---------------|
| Payet | Jacques | 01 |
| Hoarau | Philippe | 10 |

La relation *ETAPES* (NuméroEtape, VilleDépart, VilleArrivée, NbKm) peut se représenter par

TAB. 3 Etapes

| NuméroEtape | VilleDepart | VilleArrivee | NbKm |
|-------------|-------------|--------------|------|
| 1 | St Denis | St Paul | 50 |
| 2 | St Paul | St Leu | 30 |

3.1.2 N-Uplets

Un *n*-uplet est une occurrence d'une relation. Plus concrètement, il représente une ligne du tableau. On dit aussi *t-uplet* au lieu de *n-uplet*. **Exemple** : (1, St Denis, St Paul, 50) est un *n-uplet* de la relation *ETAPES*

3.1.3 Cardinalité

La cardinalité d'une relation est son nombre d'occurrence. Dans l'exemple précédent, la cardinalité de la relation *COUREUR* est de 2.

3.1.4 Degré d'une relation

Le degré d'une relation est son nombre d'attribut. Dans l'exemple précédent, le degré de la relation COUREUR est de 3.

3.1.5 Clef primaire

Une clef primaire est constituée d'un ou plusieurs attributs de la relation. Elle permet d'identifier sans équivoque chaque n-uplet de la relation.

Dans la relation Coureur, NOM peut ne pas être suffisant pour distinguer les occurrences, en cas d'homonymie. On peut rajouter un attribut à la relation, un numéro de coureur, qui devient clef primaire

3.1.6 Clef étrangère

Selon les dépendances fonctionnelles observées, il peut être nécessaire de connaître la clef primaire d'une relation pour identifier un n-uplet d'une autre relation. Dans ce cas, la clef primaire de la première devient clef étrangère de la seconde.

Exemple : soit la nouvelle relation qui permet de modéliser les temps des coureurs : TEMPS(NumCoureur, NumeroEtape, tempsréalisé). Les clefs NumCoureur et NuméroEtape, clefs primaires des relations COUREUR et ETAPES, permettent d'identifier chaque n-uplet de la relation. En effet, un coureur ne participe qu'une seule fois à une étape ! Ce sont donc les clefs étrangères de COUREUR.

3.1.7 Formalisme

On représente chaque relation de la modélisation par : **NOMRELATION (clefPrimaire1, clefPrimaire2, ..., attribut1, Attribut2, .. ,#clefEtrangère1,#clefEtrangère1)**

Exemple : TEMPS (#NumCoureur,#NumeroEtape, tempsréalisé)

COUREUR (NumCoureur, (nom, prénom, dateNaissance)

ETAPES (NuméroEtape, VilleDépart, VilleArrivée, NbKm)

3.2 Normalisation

Le modèle relationnel est une modélisation des données. Nous pouvons le normaliser, de la même manière que nous avons normalisé le MCD. Ainsi, nous allons reprendre les règles de formes normales :

3.2.1 Première Forme Normale (1FN)

Pour être en 1FN, une relation doit avoir une clef et chaque attribut doit être une donnée élémentaire.

Exemple :

EMPLOYE (NomEmployé, PrénomEmployé, AdresseEmployé, DateEmbauche).

Cette table pose des problèmes d'homonymie, deux employés peuvent avoir le même nom, donc le même identifiant !! Pour passer le modèle en 1FN, il faut rajouter un matricule :

EMPLOYE (MatriculeEmployé, NomEmployé, PrénomEmployé, AdresseEmployé, DateEmbauche)

3.2.2 Deuxième Forme Normale (2FN)

Pour être en 2FN, une relation doit être en 1FN et tout attribut non-clef ne doit pas dépendre d'une partie de la clef. Seules les relations dont la clef est composée de plusieurs attributs sont concernés.

Exemple :

COMMANDE (#N°Client, #N°Produit, Qte, Nomclient) CLIENT (N°Client, Adr, VilleClient)

Dans la relation commande, NomClient dépend seulement de la partie de la clef N°Client. Pour normaliser le modèle en 2FN, il faut donc mettre NomClient dans la relation CLIENT :

COMMANDE (#N°Client, #N°Produit, Qte) CLIENT (N°Client, Adr, VilleClient, Nomclient)

3.2.3 Troisième Forme Normale (3FN)

Pour être en 3FN, une relation doit être en 2FN et tout attribut non clef ne doit pas dépendre d'un autre attribut non clef. (pas de transitivité)

Exemple :

FACTURE(*N°Facture*, *dateFact*, *N°Fournisseur*, *RSFournisseur*, *AdrFournisseur*, *VillFournisseur*)

Les attributs *AdrFournisseur* et *VillFournisseur* dépendent de la propriété *N°Facture*, mais aussi de *RSFournisseur*, qui elle-même dépend de la clef. On a donc 2 dépendances fonctionnelles transitives, qu'on peut supprimer en créant une nouvelle relation.

FACTURE (*N°Facture*, *dateFact*, *N°Fournisseur*, #*RSFournisseur*) *FOURNISSEUR* (*RSFournisseur*, *AdrFournisseur*, *VillFournisseur*)

3.2.4 Forme Normale de Boyce - Codd (BCFN)

La normalisation de Boyce - Codd a pour but de supprimer les dépendances fonctionnelles autre que celles de la clé vers les attributs non-clefs.

Exemple :

Dans une entreprise de production qui travaille à la commande de on veut pouvoir comptabiliser le temps consacré par chaque employé à chaque commande. Un employé n'est pas affecté d'une manière fixe à un atelier et un atelier est entièrement consacré à une commande. Soit la relation suivante :

ATTRIBUTION (#*employé*, #*Commande*, *NbHeures*, *N°Atelier*)

La DF fonctionnelle à supprimer dans cette relation est *N°Atelier* -> *N°Commande*. L'application de la BCFN se traduit par les relations suivantes :

ATTRIBUTION (#*employé*, #*Commande*, *NbHeures*) *ATELIER* (*N°Atelier*, *N°Commande*)

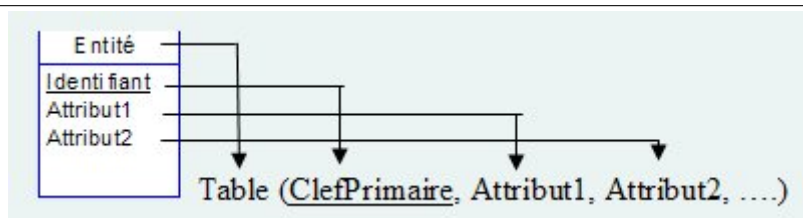
3.3 Passage du MCD au MPD

Le passage du MCD vers le modèle relationnel se base sur l'application de quatre règles simples, énoncées ci-dessous. Il est à noter que cette transformation peut se faire en sens inverse, en appliquant les mêmes règles.

3.3.1 Règle 1

Toute entité du MCD est traduite en une table dont la clef primaire et les attributs proviennent de l'entité

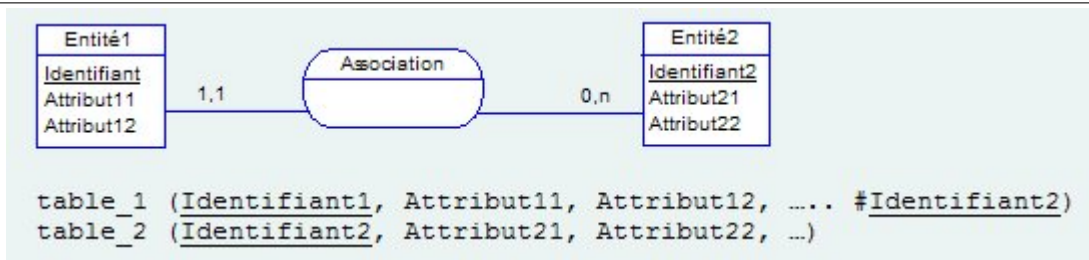
FIG. 13 Règle 1



3.3.2 Règle 2

Une association binaire qui a une cardinalité égale à 0,1 ou 1,1 pour une entité est traduite par une clef étrangère ajoutée à la table qui traduit cette entité. Cette clef étrangère est la clef primaire de l'entité associée.

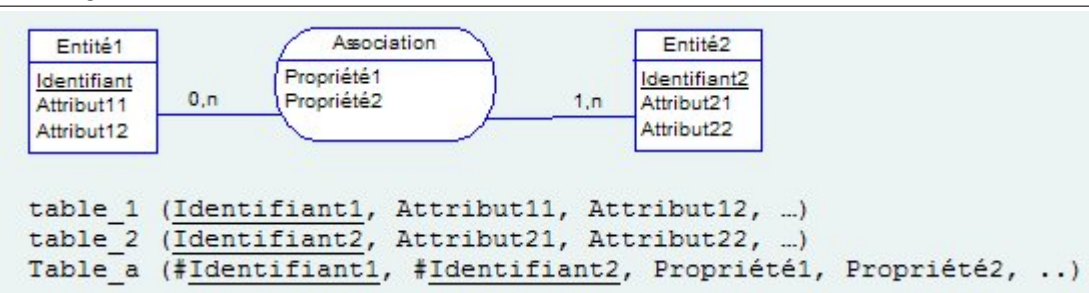
FIG. 14 Règle 2



3.3.3 Règle 3

Une association binaire qui n'a pas de cardinalité égale à 0,1 ou 1,1 est traduite en une table dont la clef primaire est constituée de l'ensemble des identifiants des entités qui y participent.

FIG. 15 Règle 3



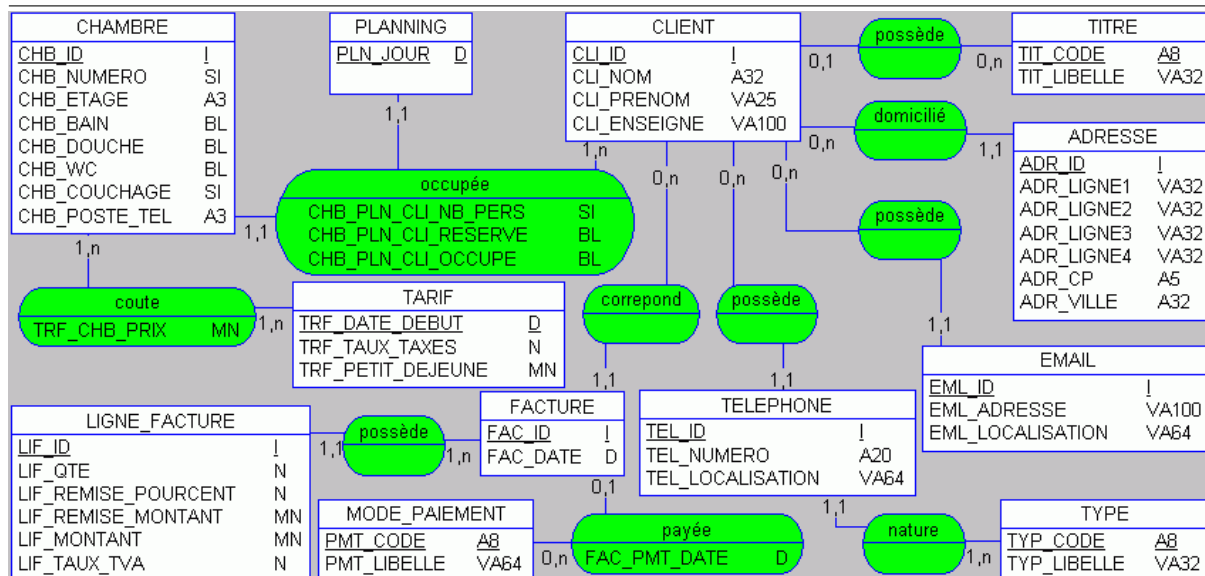
3.3.4 Règle 4

Toute association ternaire et plus est traduite par une relation dont la clef primaire est constituée de l'ensemble des identifiants des entités qui y participent.

3.4 Exercices

1. Reprenez les exercices du chapitre précédent et donnez les modèles relationnels correspondants.
2. A partir du MCD suivant, donnez le modèle relationnel correspondant :

FIG. 16 MCD HOTEL



4 Exercice de synthèse : Village de vacances "Les mimosas"

4.1 Présentation du sujet

Le village de vacances souhaite gérer de manière plus efficace la gestion des hébergements. Ce centre est situé à St-paul et est ouvert à des publics d'horizons variés. Il propose pour cette raison divers types d'hébergement : bungalows, caravanes, mobil-home. Ces hébergements sont situés dans divers secteurs du centre. En fait, le responsable du centre préfère parler de zone. Chaque type d'hébergement a un aménagement particulier (cf. tableau sur l'aménagement des types d'hébergement).

TAB. 4 Les zones du centre de vacances "Les Mimosas"

| Code Zone | Nom zone |
|-----------|-------------------|
| 1 | La Belle époque |
| 2 | Les années folles |
| 3 | Les années Twist |
| 4 | Far West |

TAB. 5 Les différents types d'hébergement du centre de vacances "Les mimosas"

| Code Zone | Nom Zone | Nombre places |
|-----------|------------|---------------|
| 1 | Bungalow | 6 |
| 2 | Caravane | 4 |
| 3 | Mobil-home | 6 |

TAB. 6 Les différents types d'équipements

| Type d'hébergement | Code d'équipement | Équipement |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Bungalow | 1 | Réfrigérateur |
| Bungalow | 2 | Cuisinière |
| Bungalow | 3 | Salon de jardin |
| Bungalow | 4 | Cafetière |
| Bungalow | 5 | Couvertures |
| Bungalow | 6 | Draps |
| Bungalow | 7 | Friteuse |
| Caravane | 8 | Bidon d'eau |
| Caravane | 9 | Plaque de cuisson |
| Caravane | 5 | Couvertures |
| Caravane | 4 | Cafetière |
| Mobil-home | 2 | Cuisinière |
| Mobil-home | 3 | Salon de jardin |
| Mobil-home | 4 | Cafetière |
| Mobil-home | 5 | Couvertures |
| Mobil-home | 1 | Réfrigérateur |

4.2 Travail à faire

Vous devez me présenter

1. Le dictionnaire des données
2. Le modèle conceptuel des données
3. Le modèle logique des données (modèle relationnel).

TAB. 7 Les habitations

| Numéro d'habitation | Zone | Type d'hébergement | Remarques |
|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | La belle époque | Bungalow | Petit jardin devant le bungalow |
| 2 | Les années folles | Caravane | RAS |
| 3 | Les années Twist | Caravane | RAS |
| 4 | Far-west | Caravane | RAS |
| 5 | La belle époque | Caravane | Télévision |
| 6 | La belle époque | Mobil-home | RAS |
| ... | ... | ... | ... |

5 Exercice de synthèse : gestion d'une vidéothèque personnelle

5.1 Présentation du sujet

On souhaite réaliser la gestion d'une vidéothèque personnelle, sachant que le prêt à ses amis devient vite un casse tête et une source de perte non négligeable ;-). Pour gérer ce problème, on dispose des informations suivantes :

- Un film possède les caractéristiques suivantes : Un code, un titre, une année de sortie, une durée et un résumé.
- Dans les films jouent des acteurs, ayant bien sûr un nom et un prénom.
- Chaque film est d'un genre particulier
- On dispose dans notre vidéothèque de plusieurs supports : VHS, DIVX, DVD, mais on ne prête que les VHS
- On prend soin d'enregistrer les personnes empruntant les films, en retenant leur adresse et leur téléphone.

5.2 Travail à faire

Vous devez me présenter :

1. Le dictionnaire des données
2. Le modèle conceptuel des données
3. Le modèle logique des données (modèle relationnel).

6 Exercice de synthèse : Gestion d'une entreprise de plomberie

6.1 Présentation du sujet

Il s'agit d'une petite entreprise artisanale de plomberie, chauffage et d'électricité qui travaille pour des particuliers qui construisent ou rénovent leur maison.

La société emploie :

- M. Durand gérant de l'entreprise
- Mme Durand secrétariat,
- M. Durand fils chef de chantier
- M. Duval chef magasinier
- des ouvriers

C'est M. Durand qui s'occupe des contacts avec la clientèle et de la négociation des devis : après visite du client, il fait une offre (prestation, prix). Une discussion s'engage avec le client qui peut amener à modifier le devis initial. Par contre, le devis signé ne peut plus être modifié. Un devis se voit attribuer un numéro. Au final le devis devra faire apparaître les données suivantes :

- numéro du devis (calculé de façon incrémentale)
- identification complète du client (nom, prénom, adresse, téléphone, fax, e-mail)
- lieu des travaux (adresse complète)
- la date de signature
- la date du début des travaux
- descriptif des prestations et coûts des prestations

- montant global du devis

M. Durand n'accepte un chantier que si le client a signé au préalable un devis. Lorsque l'affaire est conclue, celle-ci est enregistrée et mise dans le planning des chantiers. Il faut alors rechercher les articles et les fournitures à commander aux fournisseurs : tout chantier doit démarrer à la date promise au client.

Un chantier est caractérisé par :

- numéro
- identification complète du client
- lieu des travaux
- date début de chantier
- durée chantier
- liste des ouvriers affectés
- liste des fournitures nécessaires

Les fournitures sont commandées directement aux représentants de différents grossistes lors de leur passage dans l'entreprise. C'est Mme Durand qui enregistre les devis signés en fin de semaine. Elle prépare les commandes aux fournisseurs (qui doivent être visées par M. Durand) et donne au magasinier la liste des articles à sortir au début du chantier. Elle est aussi en charge de la comptabilité.

Le chef magasinier est en charge des planning de travail, il choisit les produits à commander en fonction des devis et des catalogues fournisseurs, et organise les travaux sur les chantiers. M. Duval, chef magasinier, trie les articles lors de la livraison. Les articles courants (tuyaux de cuivre, colliers...) sont rangés dans des rayons par famille de produits et les articles spécifiques à un chantier sont rangés dans un casier spécial au nom du client. Un article est référencé par :

- Code famille
- Code produit
- Libellé produit
- Quantité en stock
- Prix produit HT

On prépare un chantier huit jours avant son ouverture pour s'assurer que les articles nécessaires sont disponibles. Si ce n'est pas le cas, la secrétaire effectue une relance urgente auprès des fournisseurs. C'est lors de la préparation du chantier que sont affectés les ouvriers par le chef de chantier.

6.2 Travail à faire

On vous fournit le dictionnaire des données suivant :

- dDevis: Identifiant devis
- DateS : Date signature devis
- IdCli : Identifiant client
- Nom : Nom du client
- Adresse Fac : Adresse de facturation client
- Adresse chantier : Adresse du chantier client
- Tel: téléphone client
- Idchantier : Identifiant chantier
- Date début chantier
- Durée chantier
- IdPrestation : Identifiant Tache effectuée sur le chantier
- Libelle prestation
- Coût prestation : coût d'une tache
- Montant global devis : Cout chantier à facturer ht (somme (coût chaque prestation) + somme (prix*qté) chaque prod)
- Montant global devis TTC : Cout chantier à facturer ttc (Mont glob. devis * TVA)
- IdOuvriers : Ouvrier travaillant ds l'entreprise
- Nom ouvrier : Nom Ouvrier travaillant ds l'entreprise
- Ouvriers affectés : Ouvrier de l'entreprise affecté à un chantier
- Code produit : Id produit
- Libelle Produit : Libelle du produit
- Prix Produit ht : prix du produit à facturer
- Qté en stock
- Qté prod : Qté prod affectée à chantier
- Code famille : Identifiant famille produit
- Libelle famille : Libelle famille produit

Vous devez faire :

1. Le modèle conceptuel des données
2. Le modèle logique des données (modèle relationnel).

7 Projet : gestion de la formation

7.1 Présentation du sujet

Nous allons tenter de modéliser la formation que vous suivez, de manière à créer une application internet permettant de :

- Avoir la liste et les détails de chaque stagiaire
- Connaître les différents modules de la formation
- Avoir la liste des formateurs qui interviennent
- Disposer du référentiel complet de la formation
- Suivre les différentes évaluations de chaque séquence (mode d'évaluation et résultat)
- Avoir la liste des compétences et de leur niveau d'acquisition pour chaque stagiaire.

7.2 Travail à faire

Concevoir le MCD qui permettra de créer la base de données qui nous servira pour l'application de gestion de la formation. En donner le modèle relationnel.