

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان



Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

Informatique Biomédical Hospitalière

Support de cours et travaux dirigés : Systèmes d'information hospitaliers

Dr. BELAIDI Asma

3 ème année Licence informatique biomédicale hospitalière

Description du polycopié

Ce polycopié de cours traite des concepts fondamentaux relatifs à la conception et à la réalisation des systèmes d'information (SI). Son objectif est de doter l'étudiant des connaissances de base relatives aux méthodes, techniques et compétences nécessaires à l'analyse ainsi à la conception des SI. Il traite également les concepts et les techniques de modélisation et de simulation, ainsi que des normes de spécification, de conception et de documentation. Une attention particulière est portée à l'étude de la méthode MERISE, à sa comparaison avec UML, ainsi qu'à la modélisation des systèmes d'information à travers ces deux approches. Enfin, ce cours insiste sur la mise en pratique de ces méthodes dans le contexte des SI hospitaliers et, plus largement, du secteur de la santé.

Ce cours examine les principes fondamentaux des SI. Grâce à une variété d'exemples pratiques, et vise à :

En termes de connaissances :

- **Donner** des connaissances sur les méthodes, techniques et aptitudes fondamentales pour analyser et concevoir des systèmes d'informations.
- **Expliquer** des concepts et des techniques utilisées pour la modélisation et la simulation.
- **Illustrer** des normes de spécification, de conception et de documentation des SI.

En termes de savoir-faire :

- **Examiner** les objectifs de la méthode MERISE.
- **Extraire** la différence entre la méthode MERISE et UML.
- **Créer** des modélisations des systèmes d'informations en utilisant les deux méthodes : MERSIE & UML.

En termes de savoir-être :

- **Sélectionner** les systèmes d'informations hospitaliers et en santé.

Table des matières

Description du polycopié 2
Liste des abréviations 7
Liste des figures 8
Liste des tableaux 10
I. Introduction générale 11
II. Pré-requis 13
Documentation 15
III. Chapitre 01 : Introduction aux Système d'information 16
1. Objectifs 16
2. Introduction 16
3. Composants d'un système d'informations 16
4. Cas d'un hôpital : niveaux d'informatisation du SI hospitalier 16
5. Base de données 18
5.1. Cycle de vie d'une BDD 18
5.2. Conception d'une BDD 19
5.3. Avantages de la modélisation conceptuelle 20
6. Conclusion 20
7. Liste de questions sur les systèmes d'informations 20
7.1. *Première question :* 20
7.2. *Deuxième question* 20
7.3. *Troisième question* 21
7.4. *Quatrième question* 21
7.5. *Cinquième question* 21
8. Corrigé des questions 21
IV. Chapitre 02 : Opportunités et objectif et compétences visées d'une analyse 22
1. Objectifs 22
2. Introduction 22
3. Recueil de l'existant 22
3.1. Les interviews de direction 22
3.2. Les interviews de postes de travail 23
4. Règles de gestion 23
4.1. Les règles de gestion 24
4.2. Les règles d'organisation 24
4.3. Les règles techniques 24
5. Flux d'information 24

6. Dictionnaire de données 26
7. Les dépendances fonctionnelles 27
7.1. Dépendances fonctionnelles composées 27
7.2. Dépendance fonctionnelle élémentaire 28
7.3. Propriété des dépendances fonctionnelles 28
7.4. Graphe des dépendances fonctionnelles 28
8. Méthodologie d'élaboration des dépendances fonctionnelles 29
9. Conclusion 31
10. Exercices avec solutions 31
10.1. Exercice 01 31
10.2. Exercice 02 32
10.3. Exercice 03 34
V. Chapitre 03 : Présentation et étude des méthodes d'analyse 36
1. Objectifs 36
2. Introduction 36
3. Modèle entité-association 36
3.1. Introduction 37
3.2. Propriétés 37
3.3. Entités 37
3.4. L'identifiant 38
3.5. Relations 39
3.6. Cardinalités 39
3.7. Les relations porteuses 41
3.8. Relation réflexive 42
3.9. Consignes d'utilisation 42
3.10. Exercices avec solutions 43
3.10.1. Exercice 01 43
3.10.2. Exercice 02 44
3.10.3. Exercice 03 45
4. Modèle Logique des données 46
4.1. Introduction 46
4.2. Passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données 47
4.3. Associations n-aires 48
4.4. Associations réflexives 49
4.5. Cas particulier 50
4.6. Exercices avec solutions 50

4.6.1. Exercice 01 50
4.6.2. Exercice 02 51
4.6.3. Exercice 03 52
4.6.4. Exercice 04 53
5. L'héritage 54
5.1. Principe de l'héritage 54
5.2. Exercices avec solutions 56
5.2.1. Exercice 01 56
5.2.2. Exercice 02 57
5.2.3. Exercice 03 59
6. Normalisation d'une relation 60
6.1. Introduction 60
6.2. Première forme normale (1FN) 61
6.3. Deuxième forme normale (2FN) 61
6.4. Troisième forme normale (3FN) 62
6.5. Forme normale de Boyce-Codd (BCNF) 63
6.6. Quatrième forme normale (4FN) 64
6.7. Cinquième forme normale (5FN) 65
6.8. Exercices avec solutions 66
6.8.1. Exercice 01 66
6.8.2. Exercice 02 68
7. Le langage de modélisation UML 69
8. Analogie Merise/UML 70
8.1. Passage 1 : Modèle de contexte (diagramme des flux) et diagramme de cas d'utilisation UML 70
8.2. Passage 2 : MCD et diagramme de classes UML 71
8.3. L'héritage 74
8.3.1. Contrainte d'exclusion 75
8.3.2. Contrainte de partition 77
8.4. Exercices avec solutions 78
8.4.1. Exercice 01 78
8.4.2. Exercice 02 80
8.4.3. Exercice 03 81
8.4.4. Exercice 04 82
9. Conclusion 84
I. Chapitre 04 : Étude de quelques cas 85

1. Objectifs 85
2. Introduction 85
3. Systèmes d'information en santé 85
3.1. Objectif de système d'information de santé 86
4. Système d'information hospitalier 86
4.1. Objectif de système d'information hospitalier 86
4.2. Composants d'un système d'information hospitalier 87
4.3. Dossier médical 87
4.4. Dossier du soin 89
4.5. Les bénéfices attendus d'un SIH 89
5. Système d'information de radiologie 90
5.1. Les différentes parties de gestion d'un SIR 90
5.2. Les fonctions d'un SIR 90
6. Système d'archivage et de communication d'images (PACS) 91
6.1. Principe du PACS 92
6.2. Composants d'un PACS 92
6.3. Objectifs et avantages PACS 92
6.4. Limites et difficultés d'un PACS 93
7. Conclusion 93
VII. Conclusion générale 95
VIII. Remerciements 96
IX. Références 97
X. Annexe 100
1. Examen 100
1.1. Questions 100
1.2. Exercice 01 100
1.3. Exercice 02 101
2. Examen de rattrapage 101
2.1. Questions 101
2.2. Exercice 01 102
2.3. Exercice 02 102

Liste des abréviations

BDD : Base de Données

C : Calculée

DD : Dictionnaire de Données

DF : Dépendance Fonctionnelle

DM : Dossier Médical

E : Elémentaire

E-A : entité-association

FN : Forme Normale

LDD : Langage de description des données

LMD : Langage de modélisation des données

MCD : Modèle conceptuel de données

MLD : Modèle logique de données

MLDR : Modèle logique de données relationnelles

MPD : Modèle physique de données

NV : Numéro Véhicule

SGBD : Système de Gestion de Base de Données

SI : Système d'information

SIH : Système d'information hospitalier

SIR : Système d'Information de Radiologie

SIS : Système d'Information de Santé

SQL : SEQUEL

UML : Unified Modeling Language

Liste des figures

Figure I.1. *Structure du cours*

Figure II.1. MCD d'un cabinet médical dentaire

Figure III.1 *Informatisation limitée*

Figure III.2. *Informatisation totale-Communication limitée*

Figure III.3. *Informatisation totale-Communication totale*

Figure IIII.4. *Base de données*

Figure III.5. *Architecture d'un SGBD*

Figure III.6. *Conception d'une base de données*

Figure IV.1. *Technique d'interview*

Figure IV.2. *Identification des flux d'informations*

Figure IV.3. *Graphe des dépendances fonctionnelles*

Figure IV.4. *Exemple de fiche*

Figure IV.5. *Dictionnaire de données*

Figure IV.6. *Graphe des dépendances fonctionnelles*

Figure V.1. *Exemple d'un modèle E-A*

Figure V.2. *Exemple de l'entité Client*

Figure V.3. *Identifiant d'une entité*

Figure V.4. *Relation entre deux entités*

Figure V.5. *Cardinalités dans une relation*

Figure V.6. *Schéma avec cardinalités*

Figure V.7. *Exemple de modélisation*

Figure V.8. *Relation porteuse*

Figure V.9. *Exemple d'une relation ternaire*

Figure V.10. *Relation réflexive*

Figure V.11. *Passage du MCD au MLDR*

Figure V.12. *Exemple 01 du passage de MCD au MLDR*

Figure V.13. *Exemple 02 du passage de MCD au MLDR*

Figure V.14. *Association n-aires*

Figure V.15. *Exemple d'une relation ternaire*

Figure V.16. *Association réflexive*

Figure V.17. *Cas particuliers*

Figure V.18. *Représentation une du MCD d'une maison de santé*

Figure V.19. *Représentation deux du MCD d'une maison de santé*

Figure V.20. *Représentation du MCD d'une maison de santé en utilisant l'héritage*

Figure V.21. *Exemple 1FN*

Figure V.22. *Exemple 2FN*

Figure V.23. *Exemple 3FN*

Figure V.24. *Exemple de la forme Boyce Codd*

Figure V.25.*Diagramme des flux MERISE*

Figure V.26.*Diagramme des cas d'utilisation UML*

Figure V.27. *Merise/UML : Association non porteuse*

Figure V.28.*MERISE/UML : Association porteuse*

Figure V.29.*MERISE/UML : Associations ternaires non porteuse*

Figure V.30.*MERISE/UML : Associations ternaires porteuse*

Figure V. 31.*MERISE/UML : Associations réflexive*

Figure V. 32.*L'héritage MERISE*

Figure V. 33.*L'héritage UML*

Figure V. 34.*exemple de contrainte d'exclusion*

Figure V. 35.*exemple de contrainte d'exclusion : MERISE*

Figure V. 36.*exemple de contrainte d'exclusion : UML*

Figure V. 37.*exemple de contrainte de partition*

Figure V. 38.*exemple de contrainte de partition : Merise*

Figure V. 39.*exemple de contrainte de partition : UML*

Figure VI.1. *Structure du dossier médical*

Liste des tableaux

Tableau IV.1. *Les acteurs du système*

Tableau IV.2. *Description du flux*

Tableau V.1. *Exemple de 4FN*

Tableau V.2. *Solution de l'exemple de 4FN*

Tableau V.3. *Comparaison entre Merise et UML*

I. Introduction générale

Les SI occupent une place importante dans le fonctionnement et l'optimisation de la gestion des organisations à travers le monde. Les SI sont devenus des piliers fondamentaux pour la coordination, la prise de décision, et la communication interne et externe.

Un SI est défini comme un ensemble structuré de ressources, comprenant des personnes, des processus, des technologies et des infrastructures, qui collaborent afin de recueillir, conserver, analyser et diffuser des informations, afin de soutenir les activités opérationnelles, la gestion au sein d'une organisation. Ces systèmes peuvent varier en taille et en complexité, allant des systèmes de gestion de BDD aux systèmes intégrés d'entreprise en passant par les systèmes d'information stratégiques.

Parmi les SI qui retiennent notre attention, les systèmes d'informations hospitaliers (SIH) se distinguent comme un ensemble intégré de matériels, logiciels, processus et données conçu pour gérer les activités administratives, cliniques et opérationnelles dans un établissement de santé. Ils occupent une fonction essentielle dans l'amélioration de la qualité des soins [1] [2] incluent généralement des modules dédiés à la gestion des patients, la gestion de dossiers médicaux électroniques, la gestion des ressources, la facturation, la gestion des stocks, la gestion de rendez-vous, la radiologie, la pharmacie, et d'autres fonctions essentielles spécifiques aux soins de santé. L'objectif d'un SIH est d'améliorer l'efficacité, la qualité des soins, la confidentialité des patients et la gestion des ressources dans un environnement hospitalier.

Ce support du cours intitulé Systèmes d'informations hospitaliers destiné aux étudiants de la troisième année licence Génie Biomédical spécialité «Informatique Biomédicale et Hospitalière». Ce cours comprend quatre chapitres :

Dans le **1ier chapitre**, nous aborderons les bases des systèmes d'informations pour établir une compréhension initiale de ce domaine. Le **2ème chapitre** se concentrera sur les opportunités, les objectifs et les compétences essentielles requises pour mener à bien une analyse efficace. Dans le **3ème chapitre**, nous explorerons les différentes méthodes d'analyse, en examinant à la fois les approches traditionnelles et les méthodologies plus récentes telles que Merise et UML. Enfin, le **4ième chapitre** consistera en l'étude de cas pratiques, notamment les SIH et SI de santé, ainsi que les systèmes d'identification des patients, pour illustrer concrètement les concepts abordés dans les chapitres précédents.

Cette figure illustre les compétences visées par ce cours.

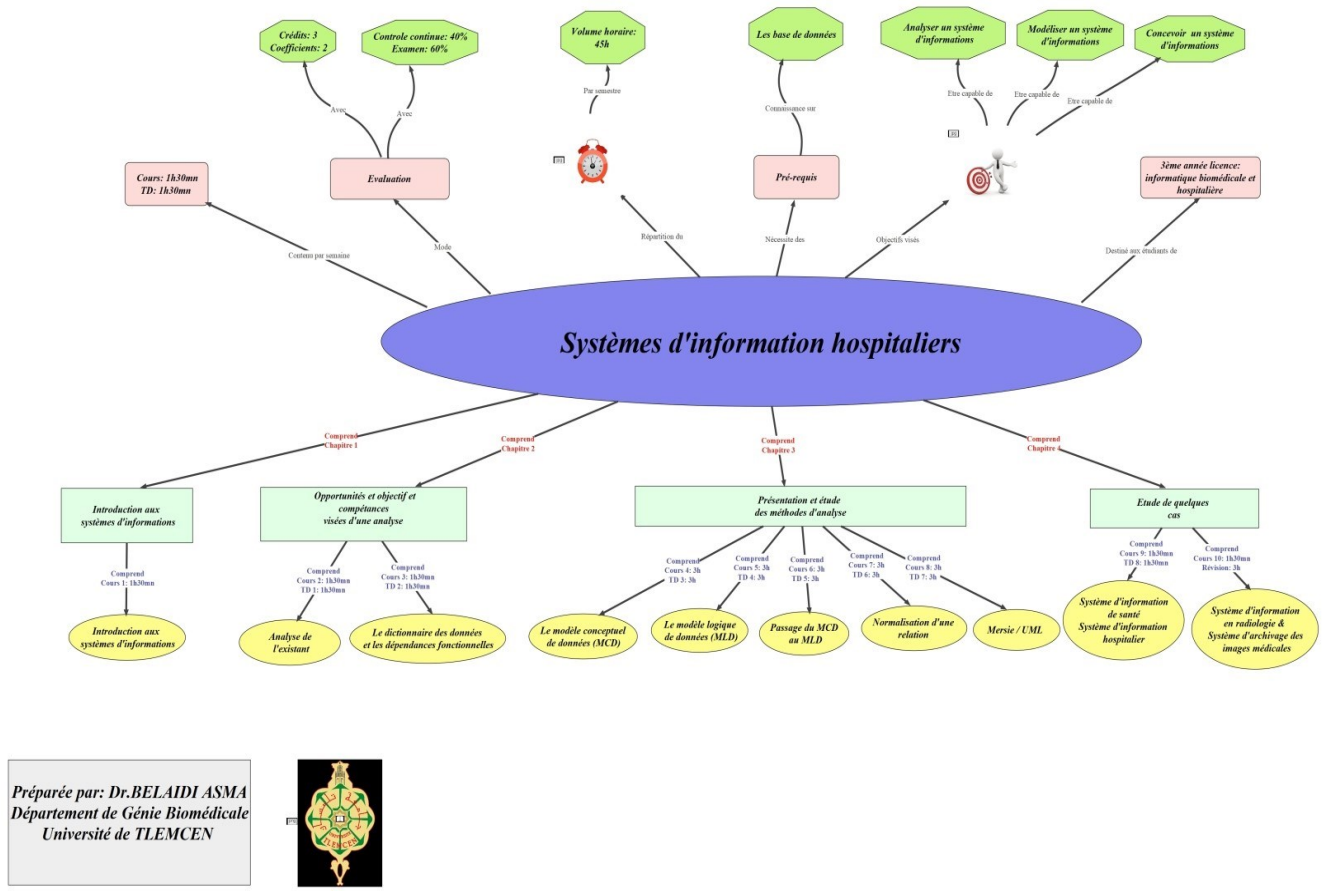


Figure I.1. *Structure du cours*

II. Pré-requis

Les prérequis essentiels pour aborder efficacement le domaine des systèmes d'information sont présentés ci-dessous. L'étudiant doit posséder des connaissances en bases de données relationnelles, maîtriser les principes fondamentaux de leur conception, ainsi que comprendre le langage SQL et les principales opérations de manipulation et d'interrogation des données.

Afin d'évaluer ces prérequis, un test préliminaire est proposé. Il consiste en un questionnaire portant sur les BDDR (base de données relationnelles), complété par des exercices de rédaction relatifs à la conception de BDD et à l'utilisation du langage SQL pour la réalisation d'opérations courantes sur les données.

Questions sur les connaissances sur les bases de données

Question 01 : Une BDD représente l'ensemble cohérent, intégré, partagé des informations nécessaires au fonctionnement d'une entreprise

Vrai ☐

Faux ☐

Question 02 : Le cycle de vie d'une BDD est la suite des phases :

☐ Conception

☐ Implantation

☐ Utilisation

Question 03 : Définir un schéma d'une BDD.

Exercices sur la conception d'une base de données

Exercice 01

Un service est identifié par un nom et caractérisé par une localisation. Un salarié est identifié par un numéro, et caractérisé par son nom, son grade. Le numéro d'un salarié est unique dans un service.

Question : Donner le modèle conceptuel de données, en précisant les propriétés.

Exercice 02

On vous donne le modèle conceptuel qui représente un système d'information d'un cabinet dentaire :

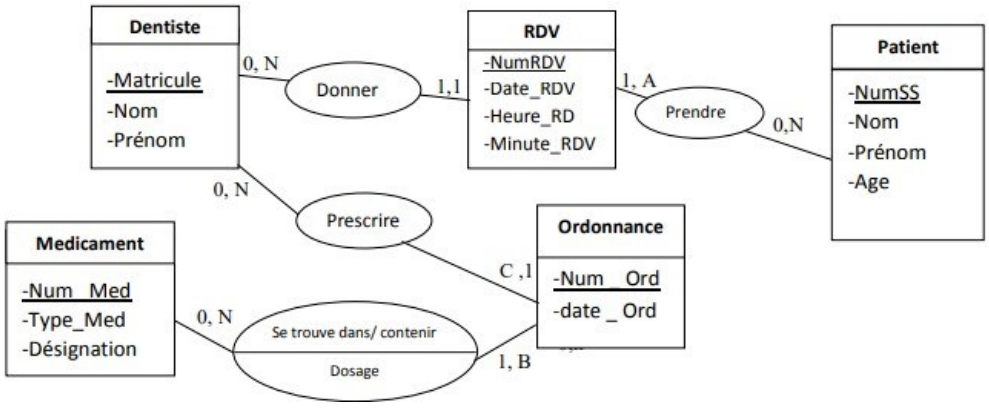


Figure II.1. MCD d'un cabinet médical dentaire

Questions :

1/Donner et discuter la valeur de A

2/ Donner et discuter la valeur de B

3/ Donner et discuter les valeurs de C

Exercices sur Le langage SQL et les opérations de BDD

Exercice 01

Soit la relation R de schéma :

R (NCom, NC, NomC, DateC, QteC, Montant)

Avec : NCom (Numéro de la commande), NC (Numéro du client), NomC (Nom du client), DateC (Date de commande), QteC (Quantité commandée)

Questions : Exprimer en SQL les requêtes suivantes :

-On désire obtenir les noms des clients ainsi que leur n° commande.

-On désire obtenir les noms des clients ayant déposé des commandes le 20/03/80.

-On désire obtenir les noms des clients ayant commandé une quantité > 15 et dont le montant est > 2000.

On désire obtenir la liste des clients classés par ordre alphabétique ainsi que leurs numéros.

Question : effectuer les différentes requêtes en SQL.

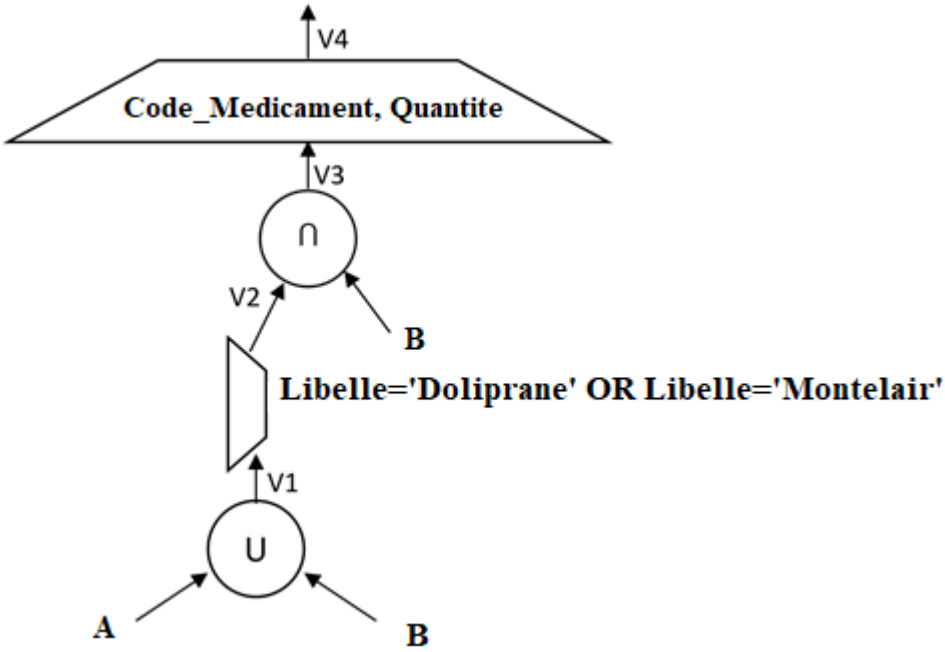
Exercice 02

Soit la BDDR qui contient les deux tables suivantes :

A	Code_Medicament	Libelle	Fourisseur	Quantite
	10	Doliprane	Saydal	21
	15	Spacefon	Sap	25
	20	Iris	Dia	12
	50	Telfast	Teva	21

B	Code_Medicament	Libelle	Fourisseur	Quantite
	10	Doliprane	Saydal	21
	22	Montelair	Mat	30
	45	Budecort	Bud	23

Questions : Exprimer en SQL les requêtes de l'arbre relationnel suivant :



Documentation

Voici la documentation essentielle pour acquérir des connaissances sur les prérequis [3].

III. Chapitre 01 : Introduction aux Système d'information

1. Objectifs

Les SI sont devenus des éléments fondamentaux pour assurer une gestion efficace des données, faciliter la prise de décision et coordonner les activités. Dans ce chapitre nous allons :

- Définir un SI.
- Expliquer l'architecture globale d'un SI.
- Examiner un SI dédié à un environnement hospitalier.
- Évaluer une modélisation conceptuelle d'une BDD.

2. Introduction

Un SI est défini comme un ensemble structuré de composants interconnectés qui traitent, collectent, stockent et diffusent des informations en vue d'optimiser la prise de décision et le pilotage des activités au sein d'une organisation. Ces composants englobent divers éléments tels que les acteurs humains, les applications logicielles, les infrastructures matérielles, les réseaux et les données. Le SI vise à fournir aux utilisateurs les informations nécessaires pour les aider à accomplir leurs tâches de manière efficace et efficiente [4].

3. Composants d'un système d'informations

Le SI est spécifique à chaque organisation, et la diversité croissante des solutions, des outils, des technologies et des modes d'utilisation de l'informatique renforce cette spécificité. Afin de conserver une approche pragmatique et d'éviter une complexité technologique excessive, Il est recommandé de rendre l'analyse des SI plus simple en [5] :

- L'infrastructure : comprend les serveurs, les systèmes de stockage, les bases de données, les réseaux et les dispositifs de sécurité [45].
- Les applications : le marketing, les solutions métiers, les services, les développements spécifiques, etc. [45]
- Les utilisateurs : les ressources et services relatifs au poste de travail, complétés par les environnements mobiles [45].
- L'administration : le pilotage et la supervision du SI et de ses différents éléments [45].

4. Cas d'un hôpital : niveaux d'informatisation du SI hospitalier

Les premières données informatisées concernent généralement le patient. Elles incluent son état civil, ses admissions et sorties de l'hôpital, ainsi que ses déplacements entre les différents services.

Il existe trois différents niveaux d'informatisation du SI :

- Informatisation de certaines informations
- Informatisation totale avec communication limitée
- Informatisation totale avec communication totale

Informatisation de certaines informations : Ce niveau d'informatisation correspond à une utilisation partielle de l'outil informatique au niveau de l'hôpital. Seules certaines informations administratives de base, telles que l'identité du patient, les admissions et les sorties, sont enregistrées sous forme numérique, tandis que le reste des activités continue à être géré de manière manuelle. Cette approche constitue généralement une première étape vers une informatisation plus avancée du SIH.

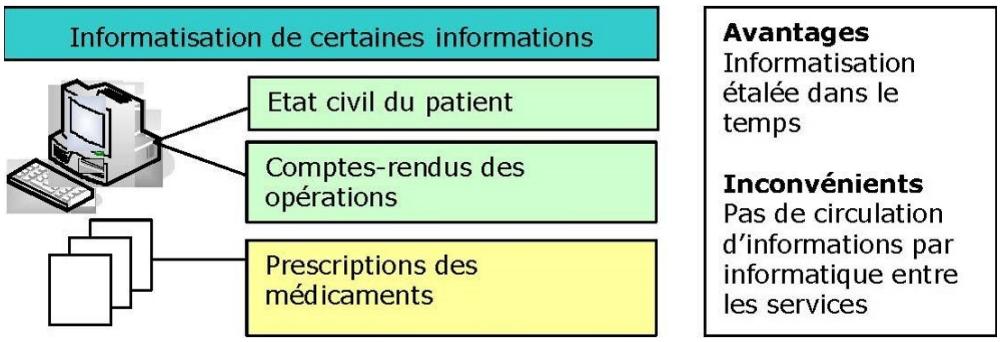


Figure III.1 *Informatisation limitée*

Informatisation totale avec communication limitée : Dans la deuxième configuration la plupart des informations sont saisies sur ordinateur. Cependant, toutes ces informations ne sont pas accessibles par l'ensemble des services et il n'existe pas d'interface globale permettant d'extraire les informations et de les intégrer dans un autre module de saisie.

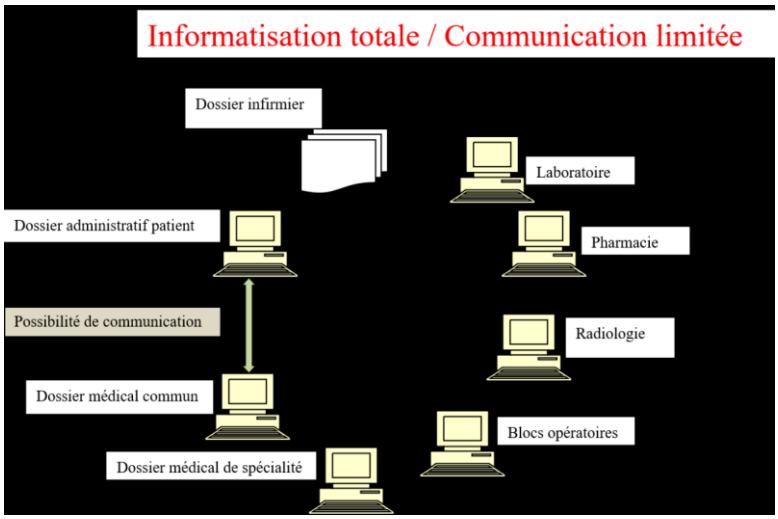


Figure III.2. *Informatisation totale-Communication limitée*

Informatisation totale/Communication totale : Il permet de suivre en temps réel les activités et les flux associés à la prise en charge du patient. Il offre aussi la possibilité de reconstituer toutes les étapes du parcours et d'en assurer la conservation entre les différents séjours, assurant ainsi la traçabilité des soins [46].

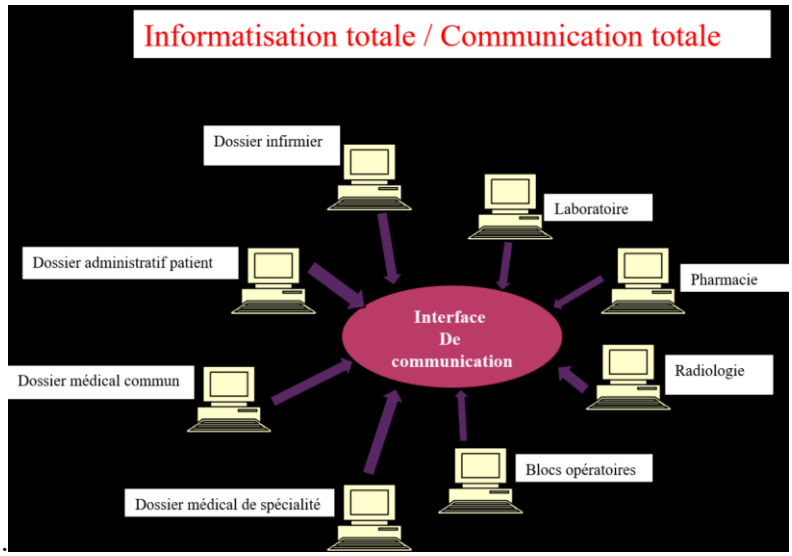


Figure III.3. *Informatisation totale-Communication totale*

Un tel SI informatisé permet de réaliser une formidable BDD sur l'activité hospitalière servant de support à diverses analyses médicales, comptables et managériales.

5. Base de données

Une base de données (BDD) est un ensemble organisé qui permet de stocker des données de manière structurée, en limitant au maximum les redondances. Ces données peuvent être exploitées par différents programmes et utilisateurs [6]. Une BDD permet de mettre les données à la disposition des utilisateurs pour des opérations de consultation, de saisie ou de mise à jour, tout en garantissant la gestion des droits d'accès. Elle peut être locale, lorsqu'elle est utilisée sur une seule machine par un utilisateur, ou distribuée, lorsque les données sont stockées sur plusieurs machines distantes et accessibles via un réseau. L'avantage majeur de l'utilisation BDD est la possibilité de pouvoir être accédées par plusieurs utilisateurs simultanément.

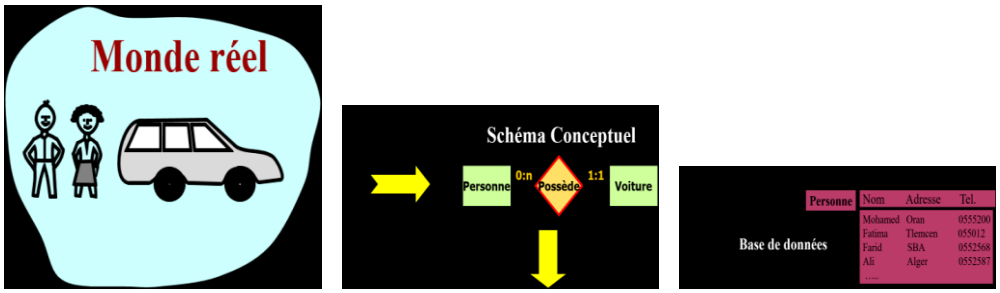


Figure IIII.4. *Base de données*

Exemple

Celles qui assurent la gestion du personnel dans une organisation, celles utilisées pour la réservation des places d'avion dans les compagnies aériennes, ainsi que celles dédiées à la gestion des comptes clients dans les établissements bancaires, celles qui permettent la gestion des patients dans un hôpital.

5.1. Cycle de vie d'une BDD

Le cycle de vie d'une BDD comprend une succession de phases : la conception, l'implantation et l'utilisation [7] :

A- La conception d'une BDD correspond à la phase d'analyse, qui permet de définir le futur contenu de la base [47].

B- L'implantation de la BDD consiste consiste à la définir à l'aide du langage du système de gestion de base de données (SGBD) et à en construire une première version. Cette description est réalisée au moyen d'un langage symbolique propre au logiciel utilisé, appelé langage de définition des données (LDD).

C- L'utilisation de la BDD s'effectue à travers un langage appelé langage de manipulation des données (LMD) [47], qui permet d'exprimer à la fois des requêtes d'interrogation pour extraire des informations, et des requêtes de mise à jour pour ajouter, supprimer ou modifier des données existantes [8].

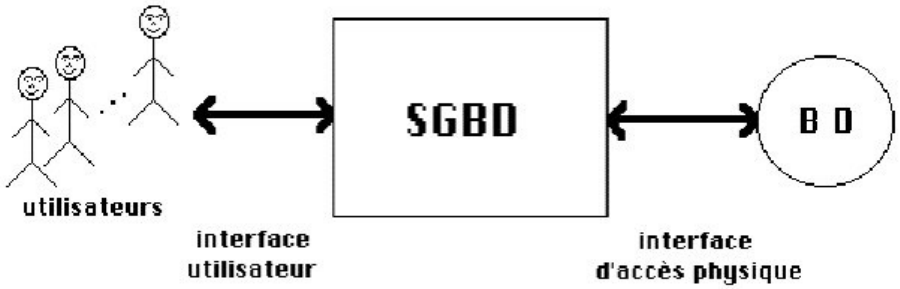


Figure III.5. *Architecture d'un SGBD*

5.2. Conception d'une BDD

La modélisation est le processus qui consiste à construire une représentation structurée de la réalité. Une BDD représente une partie correspondant aux besoins des utilisateurs ou des applications. La modélisation des données correspond ainsi à la définition des structures permettant de stocker ces informations dans une BDD. Ces structures sont formalisées dans le schéma de la BDD.

Le processus de modélisation ainsi que la formalisation de son résultat sous la forme d'un schéma conceptuel sont appelés conception de BDD. La démarche de conception d'une BDD se déroule généralement en deux étapes :

- l'analyse conceptuelle,
- la production de la BDD.

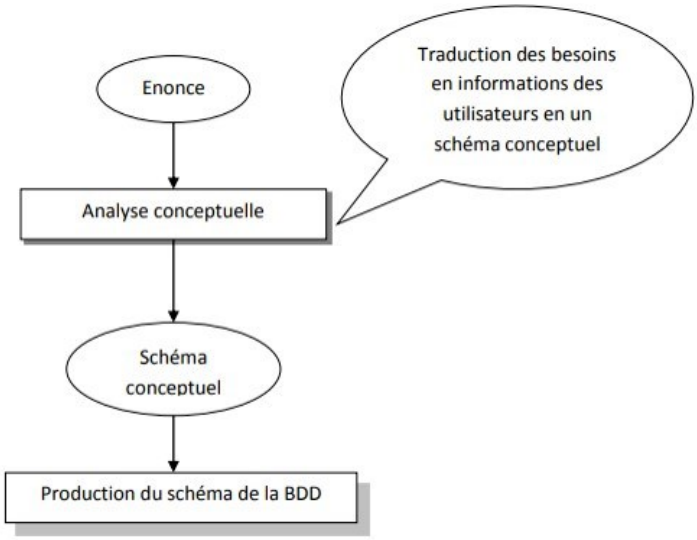


Figure III.6. *Conception d'une BDD*

5.3. Avantages de la modélisation conceptuelle

- Focalisation sur les applications
- Indépendance vis-à-vis des technologies
- Portabilité
- Longévité (durée de vie étendue)
- Orientation utilisateur
- Bonne compréhensibilité
- Spécifications formelles et non ambiguës
- Facilitation de la manipulation des données
- Facilitation des échanges d'informations entre différents SGBD
- Support du dialogue entre concepteurs et utilisateurs [47]
- Favorise la collaboration et la validation par les utilisateurs [47]

6. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les concepts fondamentaux relatifs aux BDD et aux SI. La compréhension de l'utilisation et de la conception des SGBD constitue une étape essentielle pour assurer une gestion efficace du système d'information hospitalier, qui sera abordé dans le dernier chapitre. En effet, les bases de données jouent un rôle central en garantissant une gestion fiable, complète et cohérente des données médicales, tout en assurant leur disponibilité permanente, leur accessibilité à un grand nombre d'utilisateurs autorisés et leur présentation sous une forme adaptée aux besoins.

7. Liste de questions sur les systèmes d'informations

7.1. *Première question :* Donner une définition du SI.

7.2. *Deuxième question* : Un SI permet :

- de soutenir les processus opérationnels
- la prise de décision

 la gestion au sein d'une organisation

7.3. *Troisième question* : Un SI est :

 Un ensemble de logiciels

 Un ensemble de matériels

Un ensemble organisé de ressources comprenant des personnes, des processus, des technologies et des données

7.4. *Quatrième question* : Quels sont les principaux composants d'un SI ?

 Matériel

 Logiciel

 Données

 Toutes les réponses ci-dessus

7.5. *Cinquième question* : Quels composants d'un SI correspondent à l'infrastructure et qui permet la communication entre les différents composants du système ?

8. Corrigé des questions

Question 1 :

Un SI est un système structuré de ressources organisées permettant de gérer l'information, depuis sa collecte jusqu'à sa diffusion, au sein d'une organisation.

Question 2 : Un SI permet de :

✓ soutenir les processus opérationnels

✓ faciliter la prise de décision

✓assurer la gestion au sein d'une organisation

Question 3 :

✓ Un SI est un ensemble organisé de ressources comprenant des personnes, des processus, des technologies et des données

Question 4 :

✓ Toutes les réponses ci-dessus

Question 5 :

✓ Le réseau informatique (infrastructure de communication)

IV. Chapitre 02 : Opportunités et objectif et compétences visées d'une analyse

1. Objectifs

L'objectif de l'analyse de l'existant est de comprendre le fonctionnement et la nature du système actuel [20], ainsi de décrire la solution en place dans le domaine étudié du point de vue organisationnel. Elle permet également d'identifier les bénéfiques ainsi les limites du système pour établir une étude précise de la situation actuelle.

Dans le présent chapitre, nous allons :

- Définir les diverses méthodes de collecte et de recueille d'informations.
- Expliquer les différentes règles de gestion au sein d'une entreprise.
- Illustrer les concepts de circulation d'informations.
- Examiner des exemples sur le dictionnaire de données.
- Créer les dépendances fonctionnelles.

2. Introduction

L'analyse de l'existant joue un rôle fondamental dans le développement d'un projet. Cette étape permet d'explorer en profondeur le système actuel, afin de déterminer les faiblesses, les forces, les opportunités et les menaces qui peuvent influencer les décisions futures. Pour mener à bien cette analyse, il est essentiel de recueillir des informations pertinentes et fiables. C'est là qu'interviennent les techniques de recueil d'informations, qui fournissent les méthodes et les outils nécessaires pour recueillir, organiser et interpréter les données pertinentes. Dans ce chapitre, nous examinerons de près l'intérêt de l'analyse de l'existant et nous explorerons les différentes techniques de recueil d'informations disponibles, ainsi que leurs avantages, leurs limites et leurs applications dans divers contextes professionnels. En comprenant les enjeux de l'analyse de l'existant et en maîtrisant les techniques de recueil d'informations, les professionnels seront mieux équipés pour prendre des décisions éclairées et élaborer des solutions efficaces pour les défis rencontrés dans leur domaine d'activité.

3. Recueil de l'existant

L'analyse de l'existant dans l'entreprise pourra être recueillie [21] au niveau de la direction de cette entreprise afin d'avoir une idée globale de l'entreprise et des postes de travail. Pour recueillir les informations, la technique utilisée est celle de l'interview qu'on pourra compléter par des questionnaires, des enquêtes ou autres.

3.1. Les interviews de direction

Les interviews de direction constituent une étape essentielle de l'analyse du SI. Elles permettent à l'analyste d'acquérir une compréhension du problème posé, en précisant les raisons pour lesquelles son intervention est sollicitée et en clarifiant la problématique générale. Ces entretiens visent également à identifier les objectifs des demandeurs, qui sont rarement exprimés de manière explicite et doivent être dégagés à partir de l'ensemble des échanges. Par ailleurs, ils permettent de mettre en évidence les principaux postes de travail impliqués [21], notamment à travers la présentation d'un organigramme détaillé de l'organisation, facilitant ainsi la préparation des interviews aux niveaux hiérarchiques suivants. Les consultations débutent généralement avec l'organe dirigeant, puis se poursuivent auprès des responsables hiérarchiques tels que les chefs de service, de département ou

de bureau. Les interviews sont le plus souvent informelles et centrées sur les missions et les objectifs des services concernés, dans le but de recueillir un maximum d'informations [22] et de documents relatifs au domaine étudié. À l'issue de cette phase, les résultats obtenus permettent de délimiter les objectifs et les postes de travail, d'identifier les contraintes liées aux moyens matériels, financiers et humains, ainsi que de recenser les lois réglementaires générales [21].

3.2. Les interviews de postes de travail

Ces interviews constituent une étape fondamentale dans l'analyse détaillée du SI. Elles permettent de recenser et de décrire avec précision les tâches exécutées par chaque poste, ainsi que d'observer le passage des données. Cette observation prend en compte les documents écrits échangés entre les différents postes de travail, ainsi les autres moyens de communication utilisés, tels que les échanges téléphoniques. La technique d'interview s'appuie essentiellement sur l'élaboration simultanée du diagramme « Tâches–Documents » (DCD) pendant le déroulement de l'entretien. Afin de mener efficacement l'interview, l'analyste doit formuler des questions précises, notamment sur les résultats produits par chaque tâche, les événements qui les déclenchent, ainsi que sur l'utilité des documents manipulés. Il est recommandé que l'analyste prenne contact au préalable avec les personnes concernées dans le but de leur exposer la méthode de travail, et de limiter la durée de chaque séance d'interview à un maximum de deux heures afin d'éviter la fatigue. La maîtrise du langage spécifique de l'entreprise constitue également un atout important pour faciliter les échanges avec les différents responsables. En règle générale, l'interview est conduite par deux chargés d'étude : l'un anime l'entretien et tente d'en proposer une représentation graphique, tandis que l'autre prend des notes complémentaires de manière libre et veille à collecter les différents documents utilisés par les postes de travail. Cette approche s'inscrit dans un formalisme d'étude des procédures permettant de visualiser la succession des tâches à travers les documents qui en assurent le déclenchement.

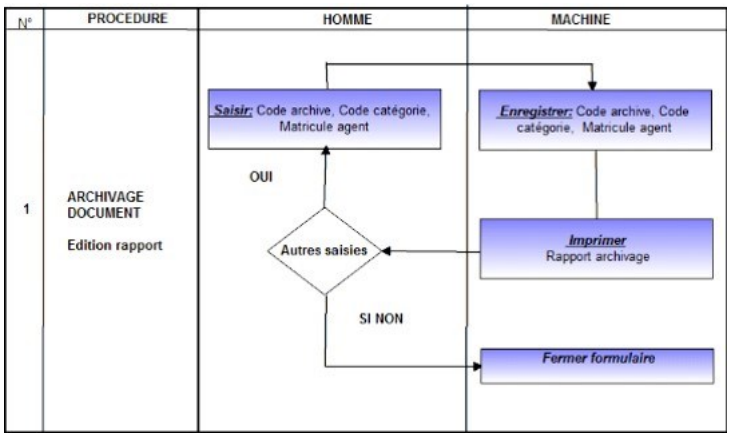


Figure IV.1. *Technique d'interview*

4. Règles de gestion

Dans une entreprise, La gestion des informations et la réalisation des activités au niveau d'un poste de travail sont encadrées par un ensemble de règles reflétant des objectifs ou des contraintes [23]. Il existe trois types de règles qui sont :

- Les règles de gestion [24].
- Les règles d'organisation [24].

- Les règles techniques [24].

4.1. Les règles de gestion

Elles expriment les actions qui doivent être accomplis et la réglementation jointe à ces actions (lois, règlements, rapports avec clients, règlements interviews, règles de calcul, ...).

Exemple

-Un étudiant ne peut s'inscrire dans deux niveaux différents.

4.2. Les règles d'organisation

Elles reflètent l'organisation adoptée par l'entreprise pour atteindre les objectifs définis [25].

Exemple

-Les dossiers sont archivés pour une période maximale de cinq ans.

4.3. Les règles techniques

Elles reflètent les choix techniques adoptés, en accord avec l'organisation définie et destinés à atteindre les objectifs fixés [21].

Exemple

-La capacité du disque dur devra être d'au moins 40 Méga octets.

-Le système d'exploitation permettra un travail multi postes.

5. Flux d'information

Il correspond à la circulation d'informations entre les différents acteurs d'une organisation, qu'il s'agisse de données, de rapports, des emails ou de toute autre type de communication. Ces flux possèdent un rôle important dans la transmission des connaissances, la coordination des activités ainsi pour la prise de décisions. On distingue deux types de flux : les flux internes, qui circulent entre les acteurs au sein de l'établissement de travail et favorisent la collaboration et l'organisation, et les flux externes, qui impliquent au moins un acteur extérieur, tels que les partenaires, les clients ou les fournisseurs, et permettent d'assurer les échanges avec l'environnement externe [9].

Exemple : Location des véhicules

Une agence de location de véhicules souhaite informatiser la gestion de ses locations. Lorsqu'un client se présente à l'accueil, il précise le type de véhicule souhaité ainsi que la durée de location. Le service d'accueil vérifie, en fonction du stock disponible, si la location est possible et informe le client de la réponse. Si la location est acceptée, une facture est éditée et remise au client, qui doit effectuer le paiement immédiatement. La facture ainsi que le paiement sont ensuite transmis au service comptable. Par ailleurs, l'accueil transmet la demande au gestionnaire du parc, qui prépare le véhicule demandé et le met à disposition du client. [26].

N°	Acteur	Nature
1	Client	Externe
2	Comptabilité	Interne
3	Accueil	Interne
4	Gestionnaire	Interne

Tableau IV.1. *Les acteurs du système*

N°	Description
1	Demande de location
2	Refus ou acceptation de la location en fonction du stock
3	L'édition de la facture
4	Paiement de la facture par le client
5	Transfert de la facture et du paiement au service comptabilité.
6	Transmission de la demande au gestionnaire du parc
7	Remise du véhicule au client par le gestionnaire

Tableau IV.2. *Description du flux*

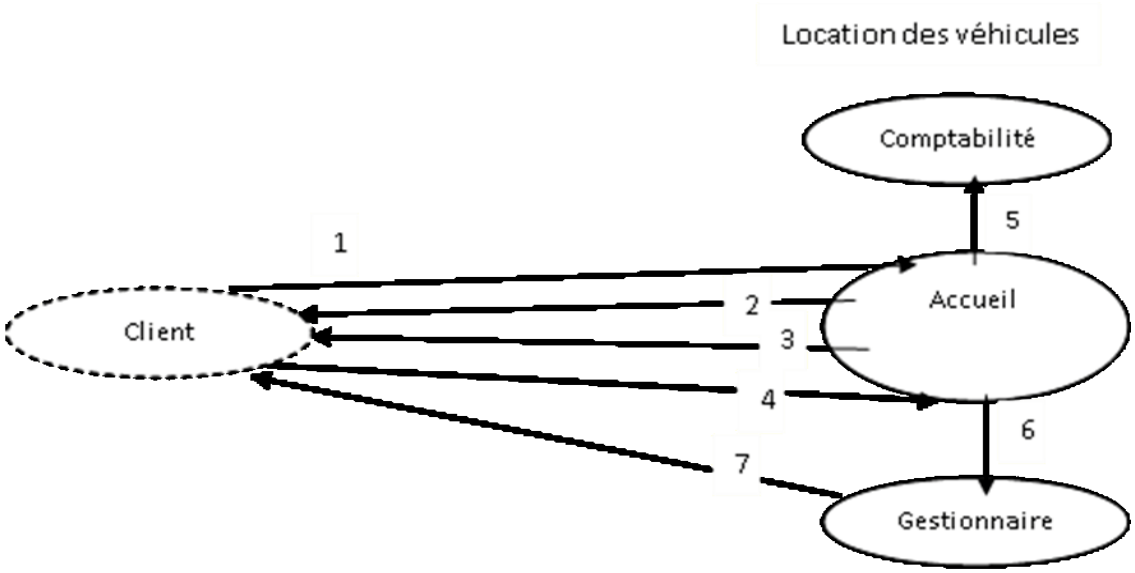


Figure IV.2. *Identification des flux d'informations*

Remarque : Description du flux

- Le flux d'information sera placé en début de conception et de réalisation d'un projet de SI.

- Un flux ne doit pas être bidirectionnel et il ne doit pas être réflexif [27].

- Interdiction de flux entre des acteurs externes [27].

6. Dictionnaire de données

C'est un référentiel centralisé qui regroupe des métadonnées détaillées concernant les données d'une BDD ou d'un SI. Il offre une documentation complète décrivant la structure, la signification, les relations ainsi que l'usage des données [28] [10].

Le DD représente l'ensemble des propriétés figurant sur les documents utilisés par les différents postes de travail de champ d'étude. En général, les informations collectées dans les divers interviews de poste de travail présentent des incohérences (telles que les synonymes et les polysèmes) qu'il faut éliminer.

Remarque : Les synonymes

Différentes appellations peuvent désigner un même sens.

Exemple :

- N° de client et code client.
- Salarié et employé.
- Type produit et désignation produit, etc.

Remarque : Les polysémes

Un même terme peut désigner deux réalités différentes.

Exemple :

- Prix désigne le prix de vente et le prix d'achat, etc.

Syntaxe : Composants d'un dictionnaire de données

- Nom de la donnée : cette cellule contient l'intitulé de la donnée, par exemple : Nom du client [26].
- Format : cette colonne précise le type de la donnée, par exemple : alphabétique [26].
- Longueur : elle indique la taille approximative ou exacte de la donnée, par exemple : 30 caractères [26].
- Type : une croix est utilisée pour préciser si la donnée est élémentaire ou calculée [26].
- Règle de calcul : cette rubrique décrit de manière explicite la formule ou le calcul permettant d'obtenir la donnée [26].
- Document : cette rubrique indique la source ou le document dans lequel la donnée a été identifiée [26].

7. Les dépendances fonctionnelles

L'identification des dépendances fonctionnelles (DF) permet de mieux comprendre les relations entre les différentes données. En tant que première étape de l'analyse, cette activité est essentielle, car toute négligence à ce niveau peut compromettre l'ensemble du processus.

Définition

Une donnée X est dite en dépendance fonctionnelle d'une donnée Y lorsque la connaissance de la valeur de X permet de déterminer une seule et unique valeur de Y [11] [26].

Exemple

La connaissance de la valeur d'un numéro patient nous permet de connaître de façon sure et unique la valeur d'un et d'un seul nom de patient.

Une dépendance fonctionnelle est représentée selon le formalisme ci-dessous :

Numéro_patient → (Nom_patient, prénom_patient, adresse, code postal, ville, téléphone, mail, date d'adhésion)

Numéro patient sera appelé la clé de la relation ou clé primaire ou encore identifiant de la relation [26].

- Source de la dépendance fonctionnelle correspond à la partie gauche de la dépendance fonctionnelle (ici Numéro patient) [26].
- Le but de la dépendance fonctionnelle correspond à la partie droite de la dépendance fonctionnelle [26].

7.1. Dépendances fonctionnelles composées

Une DF est dite composée lorsqu'elle implique plusieurs attributs.

Exemple

(Numéro Coureur, Numéro course) → (temps)

Alors, À partir du numéro du coureur et du numéro de la course, il est possible de déterminer sans ambiguïté le temps chronométré correspondant.

7.2. Dépendance fonctionnelle élémentaire

Une DF X → Y est élémentaire s'il n'existe pas une donnée Z, sous- ensemble de X, décrivant une dépendance fonctionnelle de type Z → Y

Exemple

CodeCommande → DateCommande

NumClient → NomClient

7.3. Propriété des dépendances fonctionnelles

- Réflexivité : E ⊆ F Alors F →E [23]
- Augmentation : F→ E Alors F G →E G [23]
- Transitivité : F→ E et E→ G Alors F →G [23]
- Union : F→ E et F→ G Alors F→ E G [23]
- Pseudo-transitivité : F →E et Q E→ G Alors Q F →Z [23]
- Décomposition : F →E et G ⊆E Alors F→ G [23]

7.4. Graphe des dépendances fonctionnelles

Il constitue une étape importante, il simplifie le DD en conservant uniquement les informations élémentaires et non déductibles, tout en offrant une représentation visuelle du futur modèle conceptuel des données [12] [26].

Exemple

Soit la relation :

Véhicule (NumVehicule TypeVehicule, MarqueVehicule, PuissanceVehicule, CouleurVehicule)

On a : NumVehicule → CouleurVehicule

TypeVehicule → MarqueVehicule

TypeVehicule → PuissanceVehicule

(TypeVehicule, MarqueVehicule) → PuissanceVehicule

Exemple de graphe de dépendances fonctionnelles

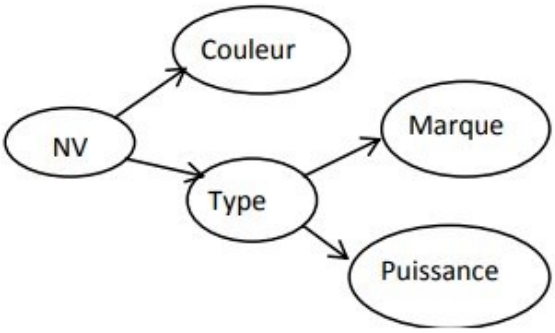


Figure IV.3. *Graphe des dépendances fonctionnelles [3]*

8. Méthodologie d'élaboration des dépendances fonctionnelles

L'établissement des DF s'appuie sur le DD. Le principe est de rechercher les DF élémentaires et les DF composées.

Cas pratique

La société X vous sollicite afin de réaliser un logiciel de gestion des achats de son épicerie. En effet, les clients règlent leurs achats uniquement à la fin du séjour. Actuellement, chaque achat est noté manuellement sur une fiche d'achat établie pour chaque client. À la fin de la période de séjour, les montants sont additionnés et une facture est générée manuellement [26].

La société souhaite désormais disposer d'un logiciel permettant d'automatiser l'édition des factures à partir de l'enregistrement quotidien des achats [26]. La fiche est représentée ci-dessous :

Société X
N° 45 Rue Amir AEK Tlemcen
Fiche d'achat
Nom :
Prénom :
Adresse :
Code postal :
Ville :
Téléphone :

Date	Désignation	Quantité	Prix Unitaire	Total
1-10-2021	Café	4	50	200
2-10-2021	Repas	4	1200	4800
.....	.....	.....	.....	....
				Total : 5000

Figure IV.4. *Exemple de fiche*

Résolution du cas

À la lecture de l'énoncé, il est nécessaire de distinguer les informations mémorisables de celles qui décrivent uniquement le contexte [26].

Les données relatives à l'hôtel (comme le nombre de chambres, par exemple) relèvent d'informations générales et ne sont pas destinées à être stockées dans le système d'information. Elles ne font donc pas partie du périmètre de l'informatisation [26].

L'analyse doit ainsi se concentrer sur l'élément central du problème, à savoir la fiche d'achat, qui regroupe les informations essentielles pour l'établissement de la facture finale [26].

On y retrouve notamment le nom et l'adresse du client, la liste des articles achetés, le prix unitaire, la quantité ainsi que le montant total. Par ailleurs, deux informations doivent être ajoutées afin de garantir une meilleure structuration des données : le numéro du client et le code de l'article [26].

a) Le DD :

Nom	Format	Longueur	Type Elémentaire	Type calculée	Règle de calcul	Document
NumClient	Numérique		x			Fiche Achat
Nom	Alphabétique	30	x			Fiche Achat
Prénom	Alphabétique	30	x			Fiche Achat
Adresse	Alphanumérique	50	x			Fiche Achat
Code Postal	Alphanumérique	10	x			Fiche Achat
Ville	Alphabétique	30	x			Fiche Achat
CodeArticle	Alphanumérique	10	x			Fiche Achat
Désignation	Alphabétique	50	x			Fiche Achat
Prix Unitaire	Numérique		x			Fiche Achat
Date	Date		x			Fiche Achat
TotalLigne	Numérique			x	PrixUnitaire x Quantité	Fiche Achat
TotalFacture	Numérique			x	Somme des TotalLigne	Fiche Achat

Figure IV.5. *Dictionnaire de données*

b) Les dépendances fonctionnelles

Nous pouvons distinguer deux groupes d'informations. Un groupe pour les clients, l'autre pour les produits.

DFs concernant les clients

- Numclient → NomClient
- Numclient → PrénomClient
- Numclient → AdresseClient
- Numclient → CodePostalClient
- Numclient → VilleClient

DFs pour les articles :

- CodeArticle → DésignationArticle
- CodeArticle → PrixUnitaireArticle

Intéressons-nous à la donnée « Quantité » : la connaissance du CodeArticle permet-elle de déterminer de manière certaine et unique une quantité ?

La Quantité appartient à une DF composée.

- (Numcli, CodeArticle, Date) → Quantité

Remarque

Les DFs ne portent que sur les données élémentaires et non déductibles. C'est pourquoi les informations telles que les totaux de la facture n'y figurent pas, car elles sont obtenues par calcul.

c) Graphe des DFs

Le graphe des DFs concernant la gestion des clients de l'hôtel est comme suit :

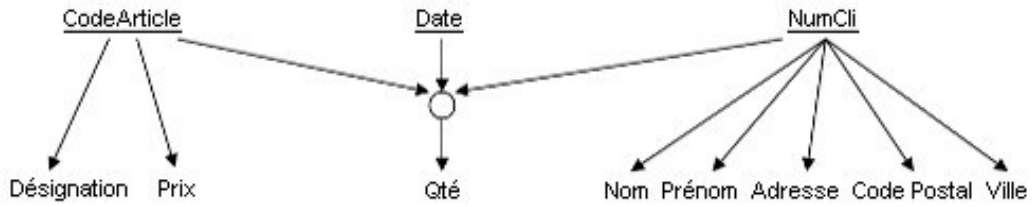


Figure IV.6. *Graphe des dépendances fonctionnelles*

9. Conclusion

En conclusion, l'analyse de l'existant vise à identifier les données à stocker ainsi que les modalités de leur traitement. Cette démarche repose sur l'observation des documents, qu'ils soient papier ou électroniques, ainsi que sur l'interrogation des futurs utilisateurs de la BDD. Elle permet notamment de distinguer les constantes, correspondant à des informations rarement modifiées et possédant une valeur unique (telles que le nom ou le prénom), et les éléments calculés, obtenus à partir d'autres données, comme le prix total déterminé à partir de la quantité du produit ainsi de son prix unitaire.

10. Exercices avec solutions

10.1. Exercice 01

Choisissez une entreprise et vous devez faire une analyse de l'existant en utilisant la technique d'interview afin de collecter le maximum d'informations pour la réalisation du système d'informations à cette entreprise.

10.2. Exercice 02

Dans une agence commerciale, nous trouvons dans la fiche de commande :

Une commande est identifiée par un numéro de commande et caractérisé par une date de commande, un client est identifié par son numéro et caractérisé par son nom, prénom et adresse, un produit et identifié par son numéro et caractérisé par son prix unitaire,

À partir de numéro de commande, numéro de client et numéro de produit vous pouvez savoir la quantité livrée, un total calculé à partir de la quantité et de prix unitaire.

Questions

- Déterminer le dictionnaire de données ;
- Déterminer les DFs possibles ;
- Tracer le graphe des DFs.

Corrigé de l'exercice 02

- Le dictionnaire de données :

Nom	**Format**	**Longueur**	**Type**		**Règle de calcul**	**Document**
			E	**C**		
NumCommande	**Numérique**		**X**			**Fiche**
DateCommande	**Date**		**X**			**//**
NumClient	**Numérique**		**X**			**//**
NomClient	**Alphabétique**	**30**	**X**			**//**
PrénomClient	**Alphabétique**	**30**	**X**			**//**
AdresseClient	**Alphanumérique**	**50**	**X**			**//**

NumProduit	**Numérique**		**X**			**//**
PrixUnitaire	**Numérique**		**X**			**//**
Quantité	**Numérique**		**X**			**//**
PrixTotal	**Numérique**			**X**	**=PrixUnitaire *Quantité**	**//**

- Les dépendances fonctionnelles :

DFs pour commande :

- NumCommande → DateCommande

DFs pour les clients :

- NumClient → Nom
- NumClient→ Prénom
- NumClient→ Adresse

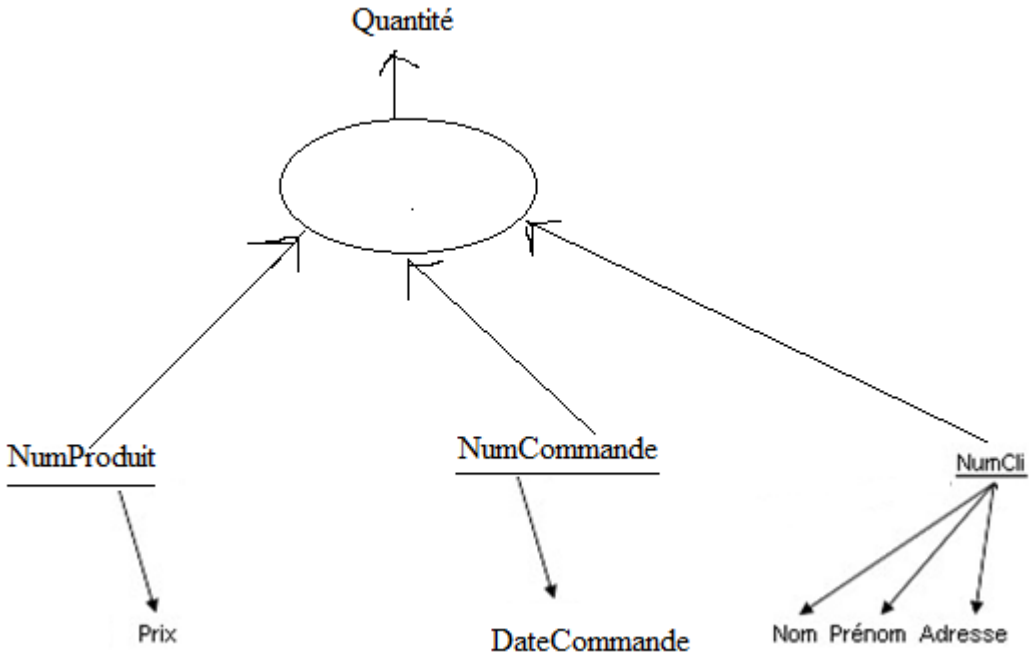
DFs pour les produits :

- NumProduit → PrixUnitaire

Quantité fait partie d'une dépendance fonctionnelle composée.

- (NumCommande, NumClient, NumProduit) → Quantité

- Le graphe des DFs :



10.3. Exercice 03

Une chaîne hôtelière souhaite automatiser la gestion des réservations de chambres. Lorsqu'un client arrive à la réception, il indique le type de chambre souhaité ainsi que la durée de son séjour. Le réceptionniste contrôle, en fonction des chambres disponibles, si la réservation peut être acceptée, puis communique la réponse au client. Si la réservation est possible, une facture est remise au client, qui procède au paiement immédiatement. La facture ainsi que le paiement sont ensuite transmis au comptable. Ensuite, le réceptionniste donne la réservation au responsable de l'étage. Ce dernier met la chambre à disposition du client.

Questions :

- Identifier les acteurs impliqués dans ce système
- Établir un tableau détaillant les flux d'informations.
- Élaborer le diagramme de flux d'informations correspondant.

Corrigé de l'exercice 03

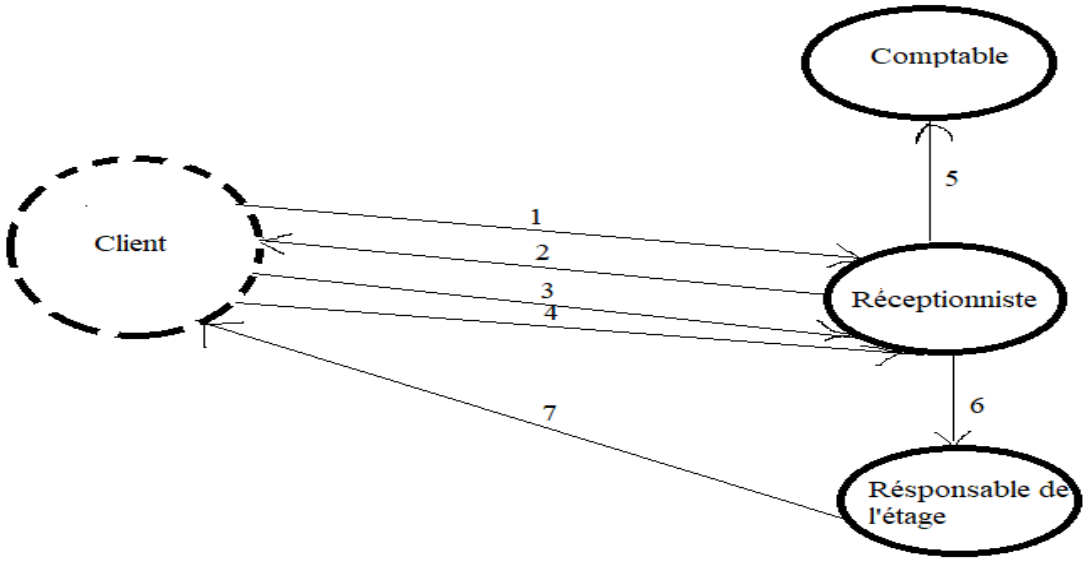
- Les acteurs impliqués dans ce système sont :
  - Client : externe
  - Réceptionniste : interne
  - Comptable : interne
  - Responsable de l'étage : interne

- Le tableau détaillant les flux d'informations :

N°	**Description**
1	Demande de chambre

2	Acceptation ou refus de la demande selon les chambres disponibles
3	Remise de la facture au client
4	Paiement de la facture par le client
5	Transmission de la facture après paiement au comptable
6	Transmission de la réservation au responsable de l'étage
7	Mise en disposition la chambre au client par le responsable de l'étage

- Le diagramme de flux :



V. Chapitre 03 : Présentation et étude des méthodes d'analyse

1. Objectifs

Ce chapitre s'articule autour de plusieurs objectifs clés dans le domaine de la modélisation des SI. Nous explorerons les concepts et les techniques essentiels utilisés dans ce processus, en étudiant les normes de spécification, de conception et de documentation. En outre, nous examinerons en détail la méthode MERISE, en analysant ses objectifs spécifiques et en clarifiant ses différences par rapport à UML (Unified Modeling Language).

Le présent chapitre vise à :

- Expliquer des concepts et des techniques utilisées pour la modélisation des systèmes d'informations.
- Étudier les objectifs de la méthode MERISE.
- Extraire la différence entre la méthode MERISE et UML.
- Créer des modélisations des systèmes d'informations en utilisant les deux méthodes : MERSIE & UML.

2. Introduction

La conception et la modélisation de SI constituent des parties cruciales dans le développement de logiciels. Elles visent à transformer des besoins fonctionnels en structures et processus informatiques clairs et efficaces. Deux méthodes largement utilisées pour atteindre cet objectif sont UML et Merise.

UML est un langage de modélisation standardisé, principalement utilisé pour spécifier, visualiser, construire et documenter les éléments d'un système logiciel. Depuis son apparition à la fin des années 1990, il s'est imposé comme une référence dans la modélisation des systèmes.

UML est un langage incontournable pour les développeurs et les analystes, offrant une syntaxe graphique intuitive pour représenter divers aspects d'un système logiciel.

Merise est une méthode de modélisation, de conception, d'analyse, et de gestion de projet. Développée dans les années 1970 et 1980, Merise est structurée autour de trois phases principales : l'analyse des besoins, la conception des traitements et la gestion des données [29]. Elle met l'accent sur une approche structurée et méthodique pour modéliser les informations et les traitements d'un SI.

Dans ce chapitre, nous explorerons en détail ces deux méthodes d'analyse. Nous examinerons leurs principes fondamentaux, leurs diagrammes de modélisation clés.

Enfin, nous aborderons les aspects essentiels de la transition entre UML et Merise, soulignant comment ces méthodologies peuvent être intégrées pour optimiser la modélisation et la gestion des systèmes d'information complexe. À travers cette exploration, nous espérons offrir une compréhension approfondie et pratique des méthodes d'analyse UML et Merise, afin d'équiper les professionnels du développement logiciel avec les outils nécessaires pour réussir dans leurs projets.

3. Modèle entité-association

3.1. Introduction

Le modèle entité-association (E-A) ou le modèle conceptuel de données (MCD) vise à fournir une base conceptuelle claire pour la modélisation des données dans le domaine des BDD. Ce modèle est fondamental en informatique pour représenter les relations entre différentes entités au sein d'un SI. En utilisant des entités pour représenter des objets du monde réel, et des associations pour modéliser les liens et les relations entre ces entités, le modèle E-A offre une méthode visuelle et structurée pour organiser les données et définir leurs interactions.

En pratique, le modèle E-A est largement utilisé pour concevoir des bases de données relationnelles, où les entités deviennent des tables et les associations deviennent des relations entre ces tables [30]. Cette approche capture de manière précise les relations complexes entre les données, tout en assurant une structure de données cohérente et normalisée.

En résumé, le modèle entité-association constitue un outil essentiel dans le développement de SI, facilitant la représentation, l'analyse et la gestion des données à travers une approche intuitive et systématique.

Les éléments d'un modèle E-A sont [26] :

- les propriétés ;
- les entités ;
- les relations.

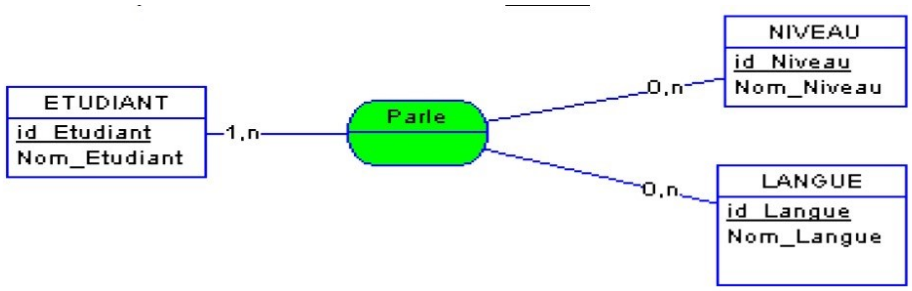


Figure V.1. *Exemple d'un modèle E-A*

3.2. Propriétés

Une propriété est une donnée élémentaire respectant les règles de gestion établies par l'entreprise. Les propriétés constituent les données fondamentales du SI.

Exemple

Code de l'article, type de l'article, quantité de l'article, etc.

Les propriétés sont caractérisées par leur type, qui peut être numérique, une représentation de date, ou une longueur spécifique peut être définie. Par exemple, l'adresse d'un employé est une propriété de type alphanumérique avec une taille maximale de 70 caractères.

3.3. Entités

Une entité dans le modèle E-A représente un objet, une personne, un lieu ou un concept distinctif du monde réel, qui peut être identifiable et distingué par ses caractéristiques propres. Dans un contexte de modélisation de données, une entité est souvent associée à une table dans une BDD relationnelle. Chaque entité est caractérisée par des propriétés et des caractéristiques spécifiques.

L'entité possède un rôle central dans la modélisation des données car elle permet de structurer et d'organiser les informations relatives à des éléments spécifiques du domaine d'application.

Exemple

Dans un système de gestion d'une bibliothèque, une entité pourrait être "Livre", avec des attributs tels que "Titre", "Auteur", "Date de publication", etc.

Exemple

Les clients sont définis par certaines propriétés comme le numéro, nom, prénom, etc. Le fait de les regrouper amène naturellement à créer une entité Clients [26].

La représentation d'une entité est la suivante :

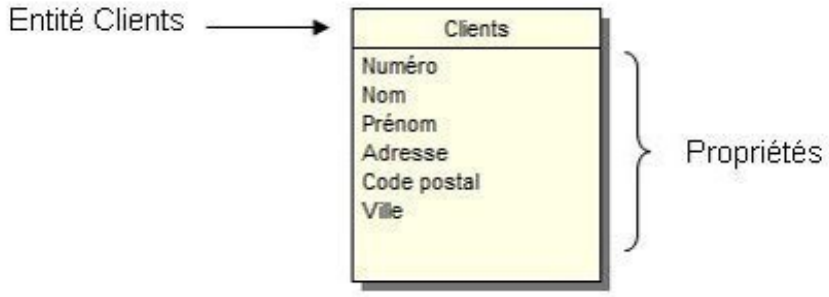


Figure V.2. *Exemple de l'entité Client*

3.4. L'identifiant

L'identifiant dans une entité du modèle entité-association (E-A) est une propriété spéciale elle permet de distinguer de manière unique chaque occurrence de cette entité. Cet identifiant est souvent appelé "clé primaire" dans le contexte des BDD relationnelles. Il sert à garantir que chaque ligne ou instance d'une entité dans la BDD est identifiable de manière exclusive.

Voici quelques points importants à propos de l'identifiant dans le modèle E-A :

Unicité : L'identifiant doit être unique pour chaque occurrence de l'entité. Cela signifie qu'aucune autre occurrence de la même entité ne peut avoir la même valeur pour son identifiant.

Stabilité : L'identifiant ne change généralement pas. Il est stable et permet de référencer l'entité de manière constante.

Utilisation : L'identifiant est essentiel pour établir des relations entre différentes entités dans le modèle E-A.

Clé primaire : En bases de données relationnelles, l'identifiant est souvent défini comme la clé primaire de la table correspondante. Cela implique qu'il est utilisé pour indexer et accéder efficacement aux données de cette entité.

En résumé, dans le modèle E-A, l'identifiant d'une entité est un attribut crucial qui assure l'unicité et l'identification unique de chaque instance de cette entité au sein du système d'information.

Exemple

Le fait de connaître le prénom d'un client ne permet pas de déterminer son nom. La réponse est donc négative. Il est ainsi nécessaire d'identifier ou de définir une propriété dont la valeur permet de retrouver de manière univoque l'ensemble des autres informations associées [26].

Ainsi, lorsque le numéro du client est connu, il est possible d'identifier de façon unique son nom, son prénom ainsi que l'ensemble des autres propriétés qui lui sont rattachées [26].

Sur le plan du formalisme, cette propriété est soulignée dans le modèle. Le schéma de l'entité Clients est alors modifié en conséquence.

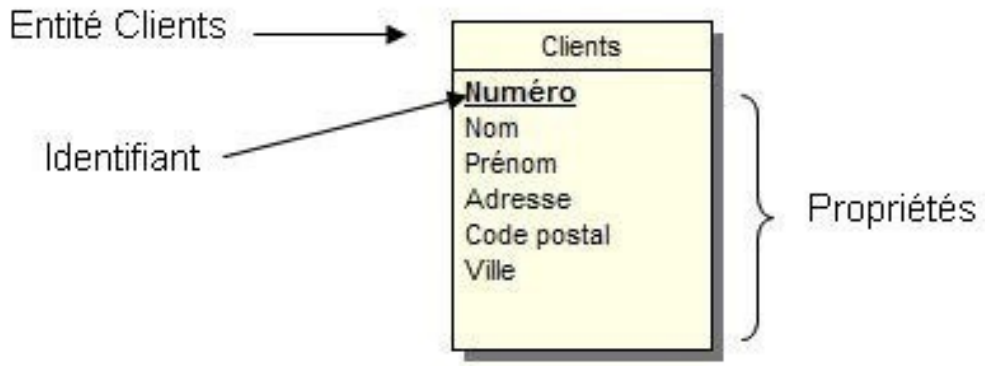


Figure V.3. *Identifiant d'une entité*

3.5. Relations

Elle représente une association significative entre deux ou plusieurs entités. Elle exprime comment les entités sont connectées ou interagissent les unes avec les autres dans le contexte d'un système d'information.

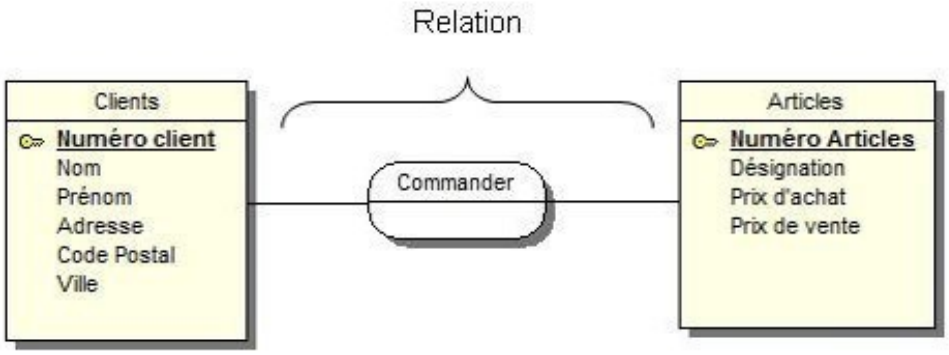


Figure V.4. *Relation entre deux entités*

3.6. Cardinalités

Les cardinalités dans le modèle E-A définissent Le nombre d'occurrences d'une entité pouvant être associées à une occurrence d'une autre entité au sein d'une relation. Elles sont cruciales pour préciser la nature et la structure des associations entre les entités.

Dans cet exemple, on peut se poser les questions suivantes :

- Combien de fois au minimum un client peut-il commander un article ?
- Combien de fois au maximum un client peut-il commander un article ?

À la première question, on peut répondre qu'un client doit commander au moins un article pour être considéré comme client. À la seconde, on peut répondre qu'un client peut commander plusieurs articles [26].

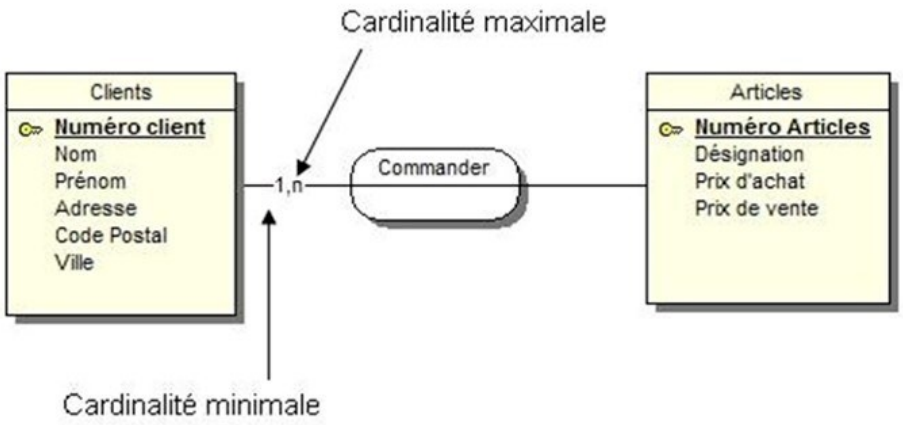


Figure V.5. *Cardinalités dans une relation*

Le "n" représente la notion de « plusieurs »; ici nous avons représenté le fait qu'un client peut commander un ou plusieurs articles. Il faut que nous nous posions les mêmes questions pour l'article [26] :

- Combien de fois au minimum un article peut -il être commandé par un client ?
- Combien de fois au maximum un article peut -il être commandé par un client ?

Pour le minimum, nous pouvons interpréter cela comme suit :

Y a-t-il des articles qui ne peuvent jamais être commandés ? Si nous répondons oui, alors la cardinalité minimale est 0.

Pour le maximum : Y a-t-il des articles qui peuvent être commandés plusieurs fois ? Si nous répondons oui, alors la cardinalité maximale sera n.

Voici le schéma finalisé :

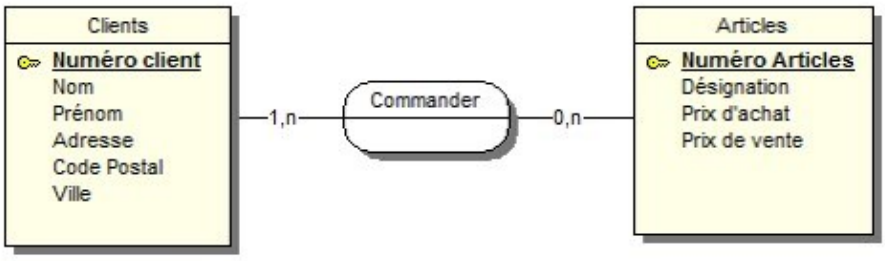


Figure V.6. *Schéma avec cardinalités*

Remarque :

Lorsque le maximum est connu, sa valeur doit être indiquée. Par exemple, si les règles de gestion stipulent qu'un étudiant ne peut passer qu'au maximum deux examens, les cardinalités s'expriment alors comme suit : 1,2 [31].

Exemple

Afin de modéliser la relation "une mère élève des enfants", on considère les deux entités suivantes : Mères et Enfants :

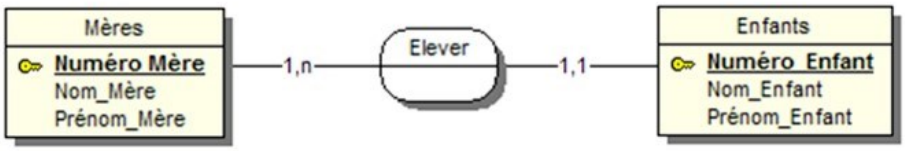


Figure V.7. *Exemple de modélisation*

3.7. Les relations porteuses

Une relation porteuse est une relation qui contient des propriétés.

Par exemple, si l'on souhaite connaître la quantité d'articles commandés par les clients, il est nécessaire d'introduire une nouvelle propriété « Quantité ». Cette propriété dépend-elle du client, de l'article ou des deux ? La réponse correcte est que la quantité dépend simultanément des deux entités, à savoir le client et l'article [26].

Voici le modèle conceptuel correspondant :

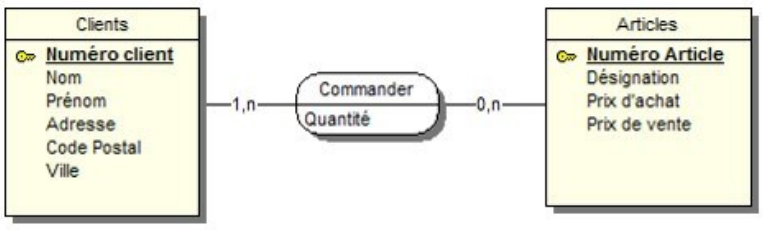


Figure V.8. *Relation porteuse*

Si l'on souhaite connaître la date d'achat, il suffit d'ajouter l'entité « Date » à la relation « Commander ». Une relation impliquant deux entités est appelée binaire, tandis qu'une relation impliquant trois entités est dite ternaire [27] ou Tri-pattes.

Exemple

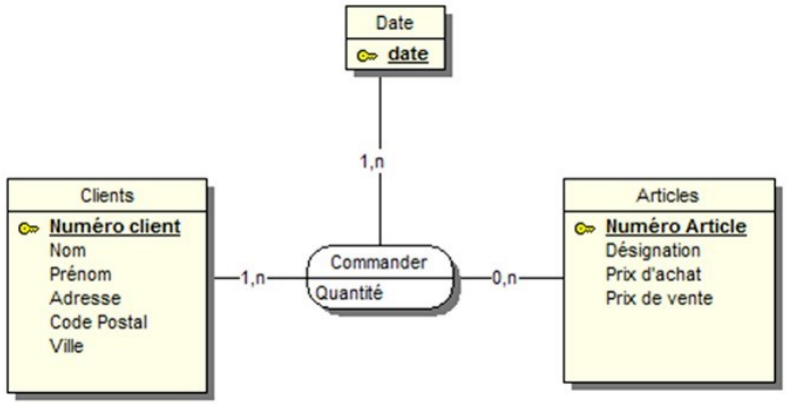


Figure V.9. *Exemple d'une relation ternaire*

3.8. Relation réflexive

Est une relation dans laquelle une entité est en relation avec elle-même.

Exemple

Un employé peut encadrer ou diriger d'autres employés.

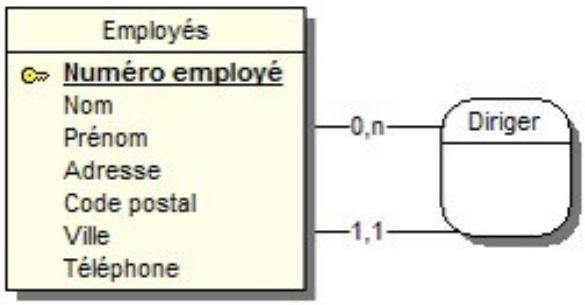


Figure V.10. *Relation réflexive*

À la lecture de ce schéma, nous pouvons dire qu'un employé peut diriger zéro ou plusieurs employés et qu'un employé est dirigé par un et un seul autre employé.

3.9. Consignes d'utilisation

- Chaque entité possède un identifiant.

- Toutes les propriétés d'une entité dépendent fonctionnellement de son identifiant, c'est-à-dire que la connaissance de cet identifiant permet de déterminer de manière unique les valeurs des attributs associés.
- Le nom d'une propriété ne doit apparaître qu'une seule fois dans le modèle conceptuel de données. Ainsi, si l'on définit les entités Clients et Fournisseurs, la propriété « Nom » ne doit pas être dupliquée ; on utilisera plutôt des noms distincts comme Nom_client et Nom_fournisseur.
- Les propriétés issues de calculs ne doivent pas être représentées dans le modèle conceptuel de données.

3.10. Exercices avec solutions

3.10.1. Exercice 01

On souhaite concevoir une BDD pour gérer les activités d'un groupe de cinémas.

Chaque **cinéma** est caractérisé par un code unique et possède un nom ainsi qu'une adresse (rue, numéro, code postal, ville).
Un cinéma contient une ou plusieurs **salles**. Chaque salle est identifiée par un numéro unique, possède un nom et un nombre de places.

Les cinémas projettent des **films**. Pour chaque projection, on enregistre la date et l'heure de début. Un film est identifié par un code unique et possède une durée, une date de sortie, l'indication de sous-titres éventuels et une restriction d'âge.

Un film :

- est réalisé par un ou plusieurs **réalisateurs** (identifiés par un code, nom et prénom),
- fait intervenir un ou plusieurs **acteurs** (identifiés par un code, nom et prénom),
- appartient à un ou plusieurs **genres**,
- est disponible en une ou plusieurs **versions linguistiques**,
- est associé à un **format** (ex : 2D, 3D, IMAX…).

On souhaite également conserver les informations permettant :

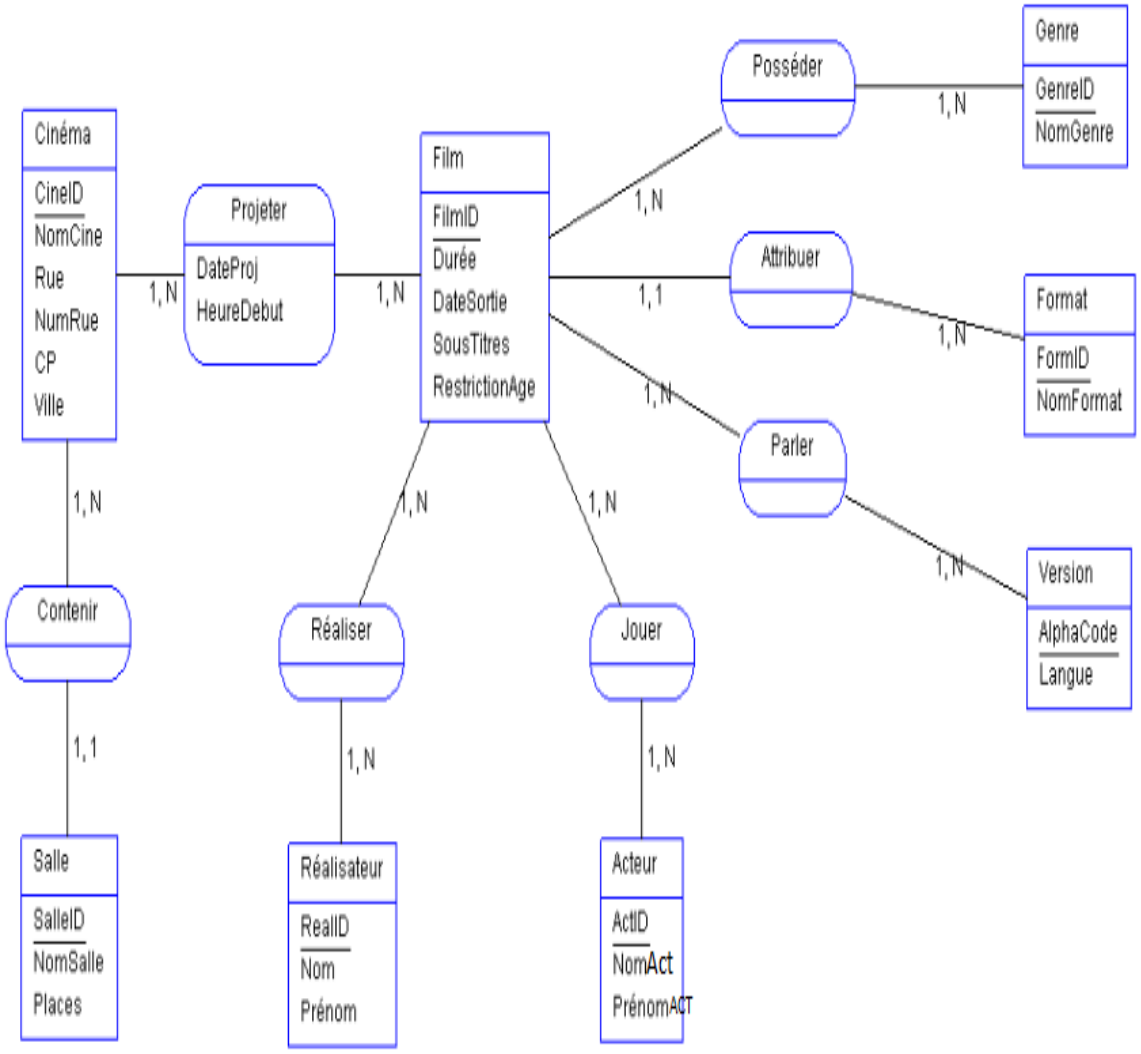
- d'identifier les genres des films,
- d'identifier les formats disponibles,
- d'enregistrer les langues des versions.

Questions :

- Déduire le modèle conceptuelle de données.

Corrigé de l'exercice 01

Le modèle conceptuelle de données :



3.10.2. Exercice 02

On désire concevoir une BDD pour gérer les consultations médicales au sein d'un hôpital.

L'hôpital est organisé en plusieurs **services**. Chaque service est caractérisé par son nom et possède une localisation ainsi qu'une spécialisation.
Chaque **médecin** est caractérisé par un identifiant unique et possède un nom. Un médecin appartient obligatoirement à un seul service, tandis qu'un service peut regrouper plusieurs médecins.

Les médecins effectuent des **consultations**. Chaque consultation est identifiée par un numéro unique et possède une date. Une consultation est réalisée par un seul médecin, mais un médecin peut effectuer plusieurs consultations.

Chaque consultation concerne un seul **patient**. Un patient est identifié par un identifiant unique, son nom et son numéro de sécurité sociale. Un patient peut avoir plusieurs consultations au cours du temps.

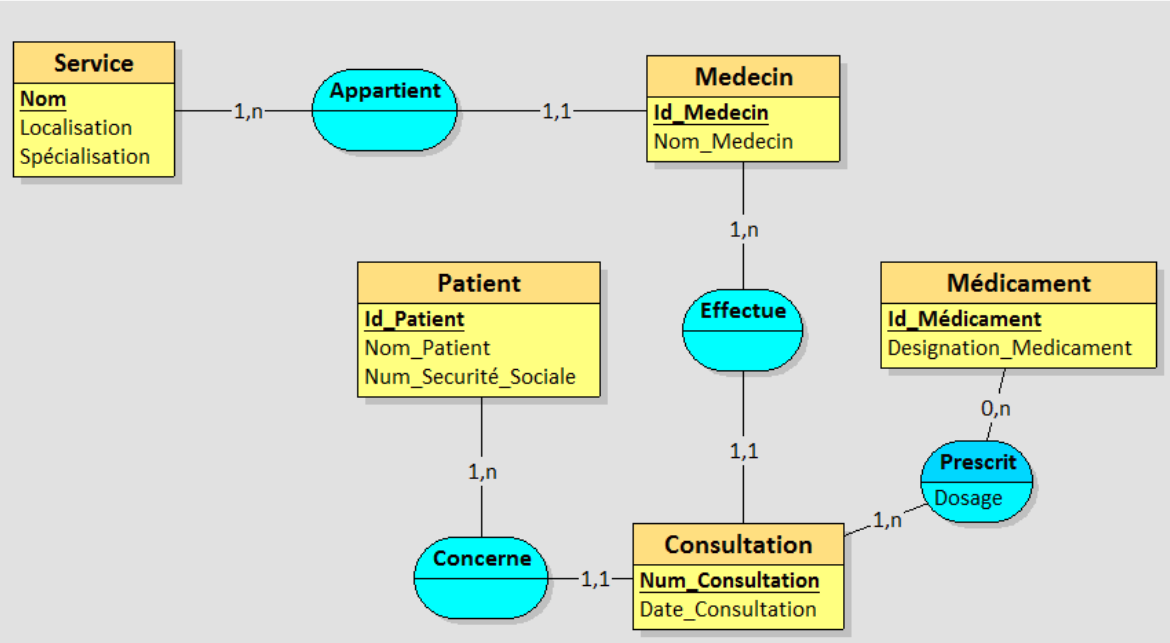
Au cours d'une consultation, le médecin peut prescrire un ou plusieurs **médicaments**. Chaque médicament est identifié par un identifiant unique et possède une désignation. Pour chaque médicament prescrit, on doit enregistrer le dosage prescrit. Un médicament peut être prescrit dans plusieurs consultations différentes.

Questions :

- Déduire le modèle conceptuelle de données.

Corrigé de l'exercice 02 :

Le modèle conceptuelle de données :



3.10.3. Exercice 03

On désire concevoir une SI pour gérer les activités d'un groupe de presse.

Un **journaliste** est identifié par un identifiant unique, son nom et son prénom. Un journaliste peut interviewer plusieurs **personnalités**, et une personnalité peut être interviewée par plusieurs journalistes. Chaque personnalité est identifiée par un identifiant unique, son nom et son prénom.

Un journaliste peut travailler pour un ou plusieurs **journaux** au cours de sa carrière. Un journal est identifié par un identifiant unique et possède un titre ainsi qu'une adresse.

Les journalistes rédigent des **articles**. Chaque article est identifié par un identifiant unique et contient un contenu. Un article est rédigé par un seul journaliste, mais un journaliste peut rédiger plusieurs articles.

Les articles paraissent dans des **numéros** de journaux. Chaque numéro est identifié par un identifiant unique et possède une date de publication. Un numéro peut contenir plusieurs articles, et un article peut paraître dans plusieurs numéros.

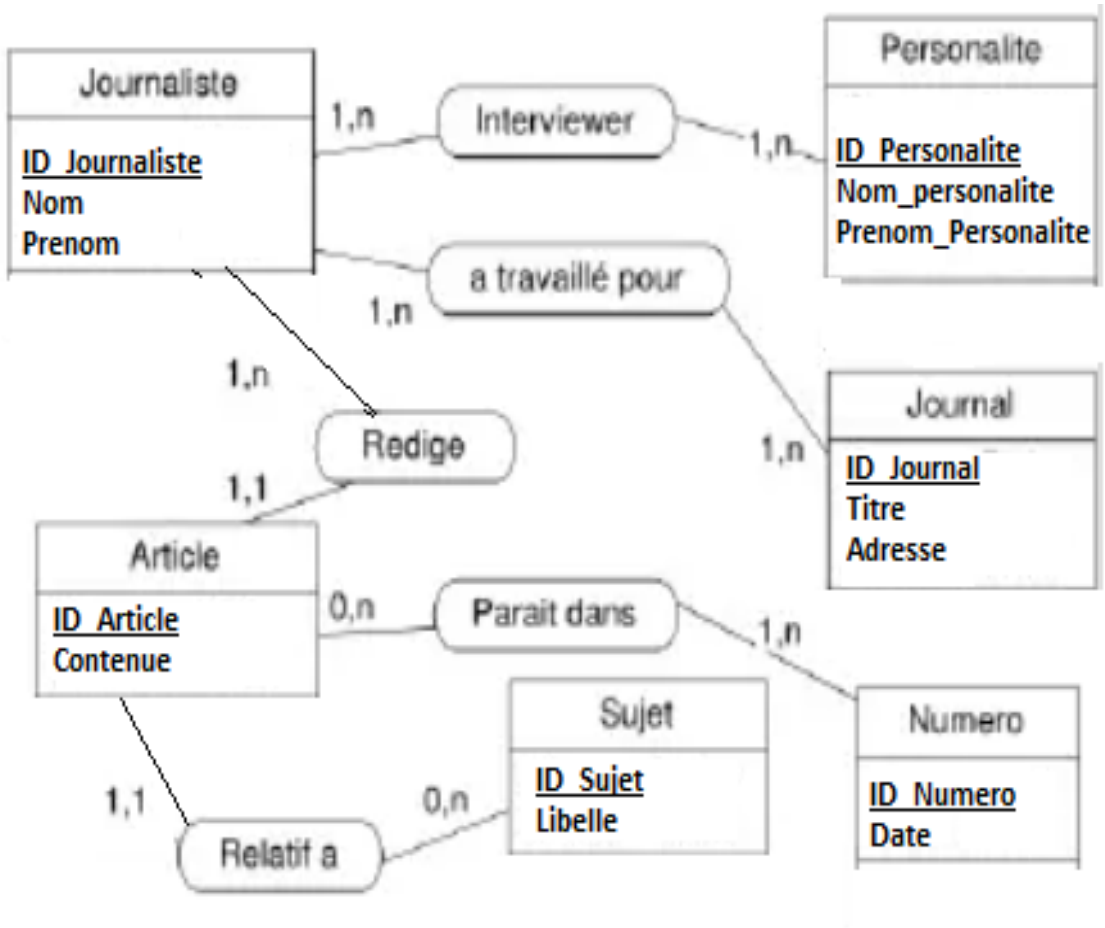
Chaque article traite d'un seul **sujet**. Un sujet est identifié par un identifiant unique et possède un libellé. Un sujet peut concerner plusieurs articles.

Questions :

- Déduire le modèle conceptuelle de données.

Corrigé de l'exercice 03

Le MCD :



4. Modèle Logique des données

Le modèle E-A possède plusieurs avantages comme : la clarté, la richesse, etc, mais ce formalisme ne peut pas être supporté par la machine. Ce qui nous oblige de passer par un autre modèle de données plus proche de la machine qui s'appelle modèle logique de données (MLD).

4.1. Introduction

Le MLD représente la structure des données d'un système d'information sans se préoccuper des détails physiques de stockage. Il se situe entre le modèle conceptuel (qui décrit les entités, leurs attributs et leurs relations) et le modèle physique (qui spécifie comment les données sont concrètement stockées dans une BDD).

En utilisant des concepts tels que les tables, les colonnes et les relations [32], le modèle logique de données définit la façon dont les données seront organisées et interconnectées dans une BDD relationnelle. Il permet de traduire les concepts abstraits du modèle conceptuel en une structure de données concrète et exploitable. Lorsque l'organisation est de type relationnel, le MLD devient un modèle relationnel, appelé MLDR (Modèle Logique de Données Relationnelles) [33].

Le MLDR repose sur la théorie des ensembles et consiste à décrire la structure des données sans recourir à un langage de programmation. Il dépend toutefois du type de base de données utilisée (Relationnelle ou autre) [3].

Nous traiterons dans cette partie du cours la formalisation du MLD appliquée à une BDD relationnelle, c'est-à-dire le MLDR.

4.2. Passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données

Passer du modèle E-A au MLD implique de transformer la représentation abstraite des entités, attributs et relations en une structure plus concrète adaptée à une implémentation en BDDR.

A- Les entités types du MCD sont converties en tables dans le MLD.

Une table est une structure sous forme de tableau, où chaque ligne représente un enregistrement correspondant aux données d'un objet, et chaque colonne correspond à un attribut (ou champ) décrivant les propriétés de cet objet. La valeur d'un attribut pour un enregistrement donné se trouve à l'intersection de la colonne avec la ligne correspondante [34].

B-L' identifiant devient la clé primaire de la relation.

L'identifiant permet d'identifier de manière unique chaque ligne d'une table. Sa valeur est obligatoirement unique et non nulle.

Dans la majorité des SGBDR, la définition d'un identifiant entraîne automatiquement la création d'un index.

C- les propriétés deviennent des attributs de la table (colonnes)

Exemple

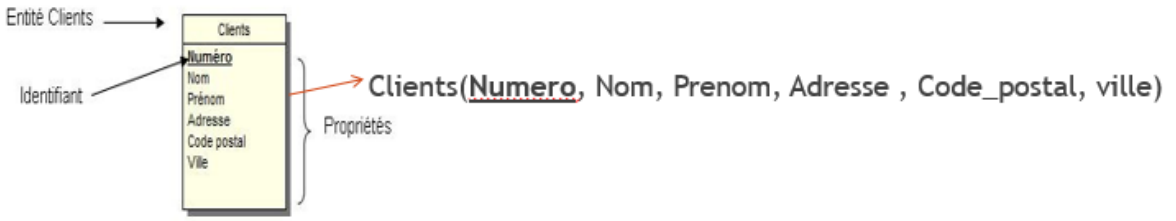


Figure V.11. *Passage du MCD au MLDR*

D- Relation 0,1 - 0,N ou 0,1 --- 1,N

Une relation de type 1 : N est une association qui a les cardinalités maximales positionnées à «N» d'un côté de la relation et à « 1 » de l'autre côté [30]. L'association est éliminée et ses propriétés deviennent des attributs de la table correspondant à l'entité dont la cardinalité maximale est 1.

Exemple : traduisez le MLD suivant en MLDR

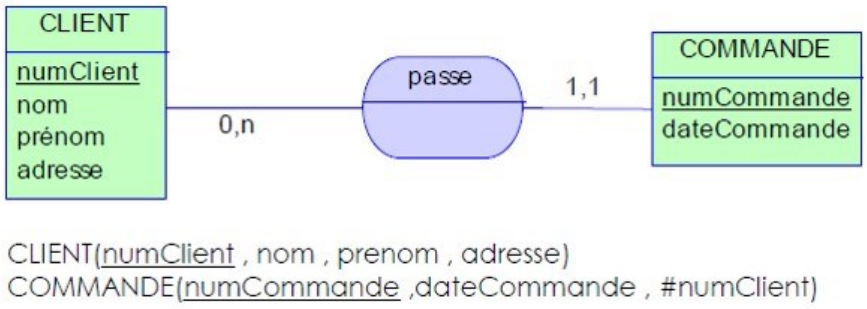


Figure V.12. *Exemple 01 du passage de MCD au MLDR*

E-Relation dont les cardinalités maximales sont supérieure à 1.

Une relation N : N (appelée aussi association père-père) est une association qui a les cardinalités maximales à «N» dans les deux côtés de la relation). Elle se matérialise par la réalisation d'une nouvelle table, dont l'identifiant est constitué des clés étrangères faisant référence aux tables issues des entités reliées par l'association [34].

Exemple : traduisez le MLD suivant en MLDR

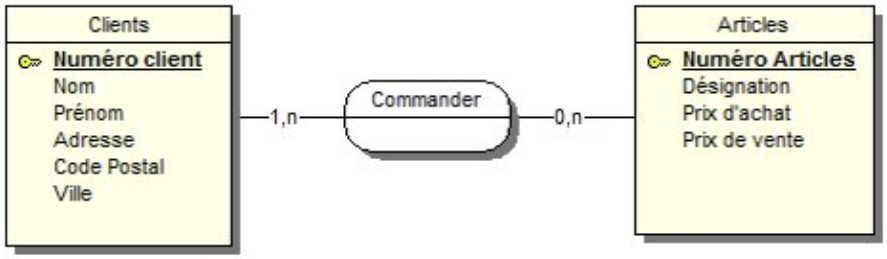


Figure V.13. *Exemple 02 du passage de MCD au MLDR*

Clients(**Numeroclient**, nom, prenom, adresse, code_postal, ville)

Articles(**NumeroArticles**, designation, prix d'achat, prix de vente)

Commander**(#Numero_client, #Numero_client**)

4.3. Associations n-aires

Les règles définies précédemment s'appliquent aux associations n-aires (n >=3).

Dans ce type d'association :

- Les cardinalités minimales peuvent être à 0 ou 1.
- Toutes les cardinalités maximales sont obligatoirement à n.
- Si l'une des cardinalités maximales n'est pas à n, il y a une erreur de conception.

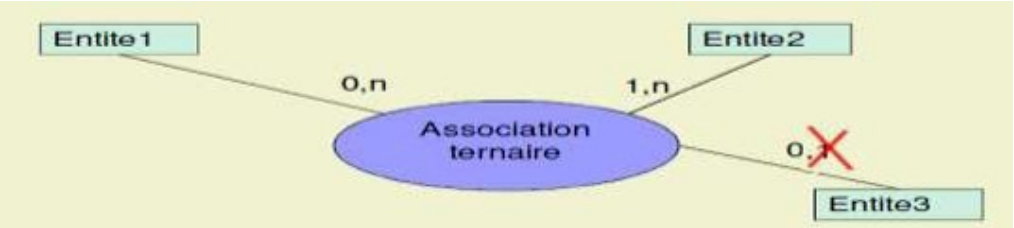


Figure V.14. *Association n-aires*

Exemple : traduisez le MLD suivant en MLDR

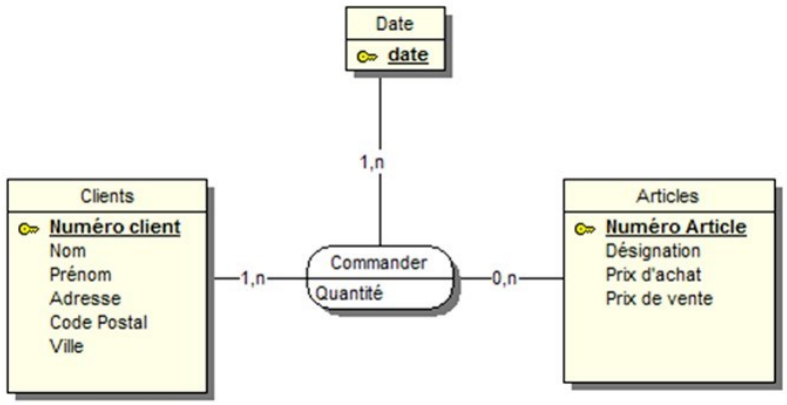


Figure V.15. Exemple d'une relation ternaire

Le MLDR :

Clients(**Numeroclient**, nom, prenom, adresse, code_postal, ville)

Articles(**Numeroarticle**, designation, prix d'achat, prix de vente)

Date(**date**)

Commander**(#Numeroclient, #Numeroarticle, # date**, quantite)

4.4. Associations réflexives

Pour une association réflexive voilà un exemple de traduction du MCD au MLDR

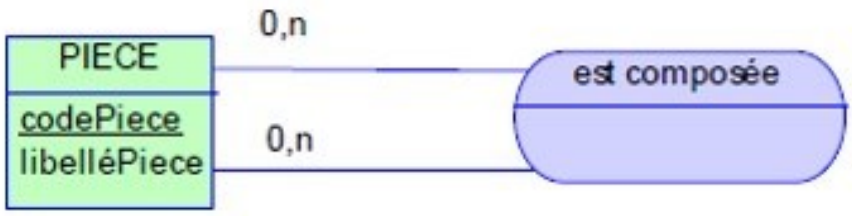


Figure V.16. *Association réflexive*

Le MLDR :

PIECE(**codePiece** ,libellePiece)

COMPOSITION(**#codepieceComposee , #codepieceComposante**)

4.5. Cas particulier

Une relation 1:1 est une association qui a les cardinalités maximales 1 dans les 2 côtés de l'association) [34].

On distingue 3 cas possibles :

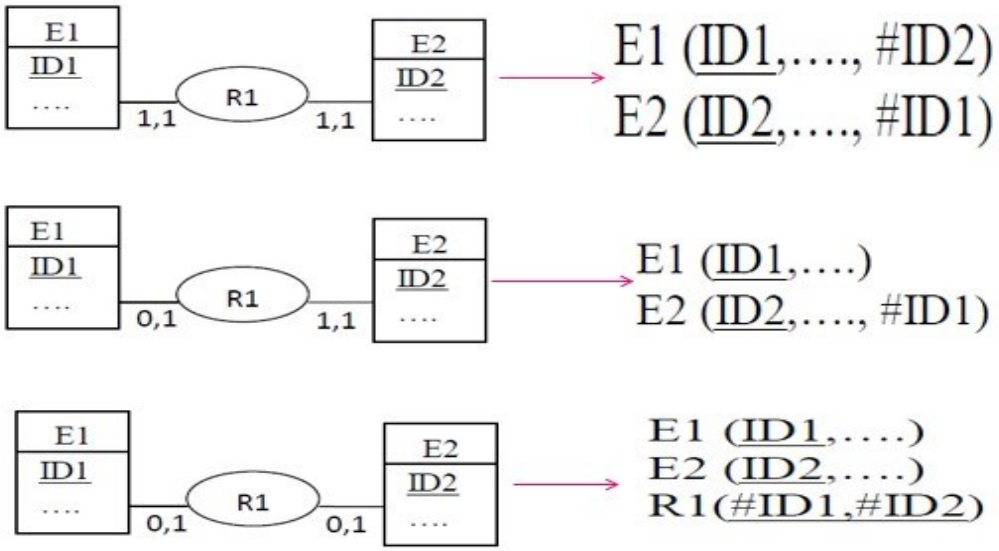
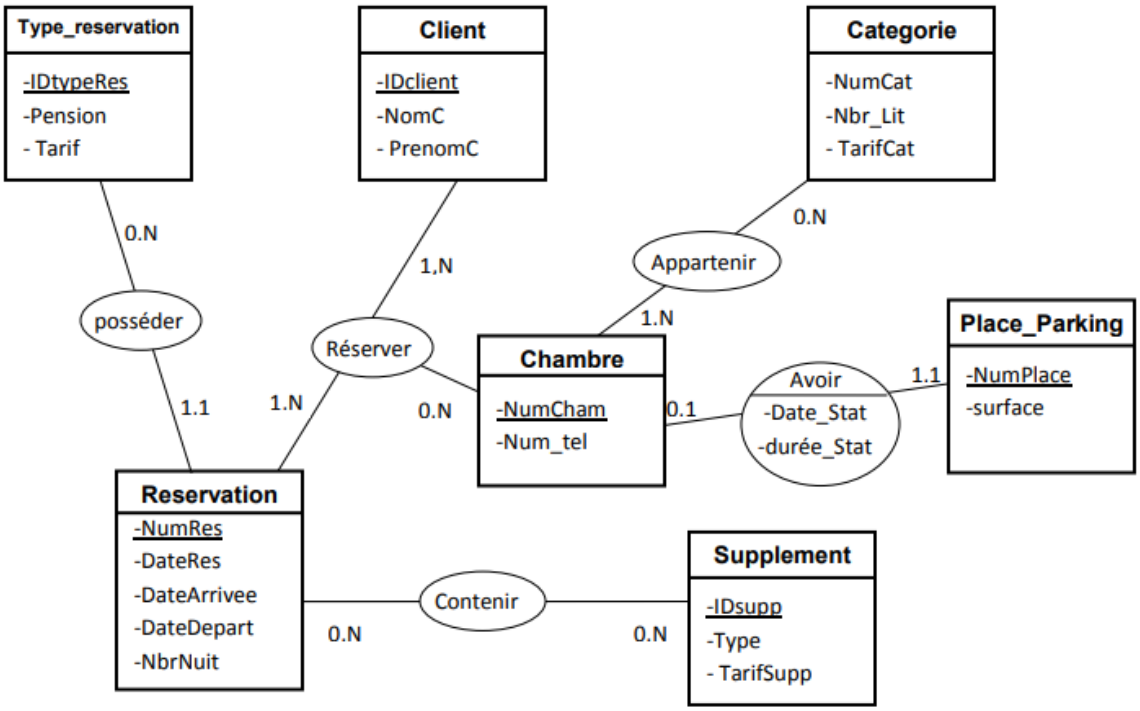


Figure V.17. *Cas particuliers*

4.6. Exercices avec solutions

4.6.1. Exercice 01

Transformez le MCD suivant MLDR [35].

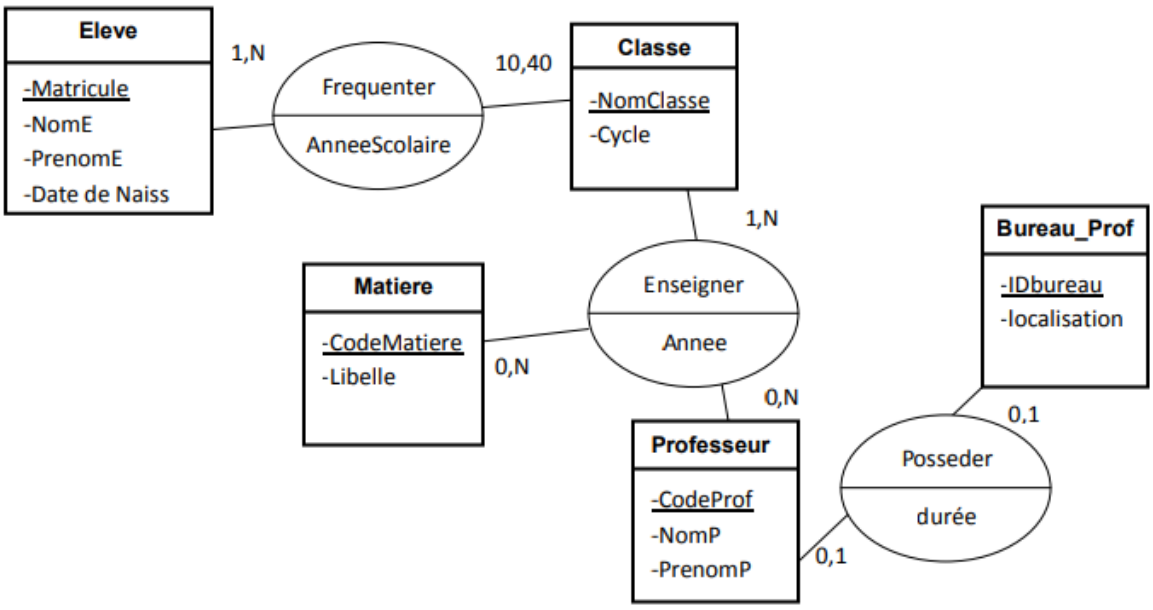


Corrigé de l'exercice 01

Type_réservation (**IDtypeRes** ; Pension ; Tarif).
Reservation (**NumRes**; DateRes ; DateArrivee ; DateDepart ; NbrNuit ; #IDTypeRes).
Supplement (**IDsupp** ; Type ; TarifSupp).
Client (**IDClient** ; NomC ; PrenomC).
Chambre (**NumCham** ; Num_tel).
Categorie (**NumCat** ; Nbr_Lit ; TarifCat).
Place_Parking(**NumPlace**, Surface, #NumCham, Date_stat, duree_stat).
Supp_Reserv **(#NumRes ; #IDsupp**).
Reservation2 **(#NumRes ; #IDclient ;#NumCham).**
Appartenance **(#NumCham ; #NumCat).**

4.6.2. Exercice 02

Transformez le MCD suivant au MLDR [35].



Corrigé de l'exercice 02

Eleve (**Matricule** ; NomE ; PrenomE ; Date de naiss).

Classe (**NomClasse** ; Cycle).

Matiere (**CodeMatiere** ; Libelle).

Professeur (**Codeprof** ; NomP ; PrenomP).

Bureau_Prof(**IDbureau**, localisation).

Fréquence (**#Matricule ; #NomClasse** ; AnneeScolaire).

Enseignement (**#NomClasse ; #CodeMatière ; #CodeProf** ; Annee).

Possessionbureau(**#IDbureau , #CodeProf** , duree)

4.6.3. Exercice 03

Soit le MLDR permettant la gestion des comptes clients d'une banque :

Client (**NumClient**, NomClient, PrenomClient, AdrClient)

Compte (**NumCpt**, DateOuvertureCpt, #NumClient, #CodeTypeCpt)

TypeCompte (**CodeTypeCpt**, LibTypeCpt)

Operation(**NumOpe**, SensOpe, MontantOpe, #NumCpt)

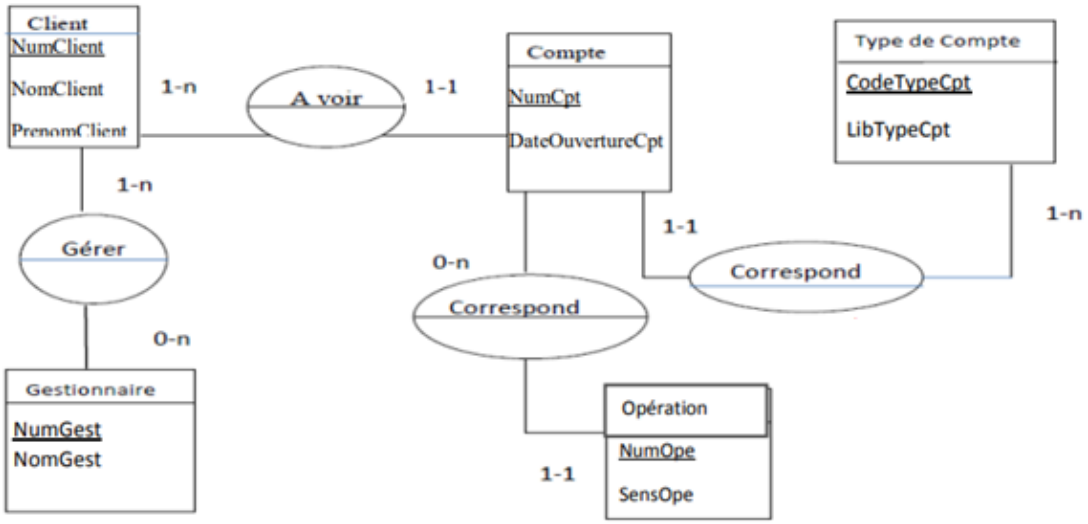
Gestionnaire (**NumGest**, NomGest)

Gestion **(#NumGest, #NumClient**)

Question :

Tracer le MCD correspondant.

Corrigé de l'exercice 03



4.6.4. Exercice 04

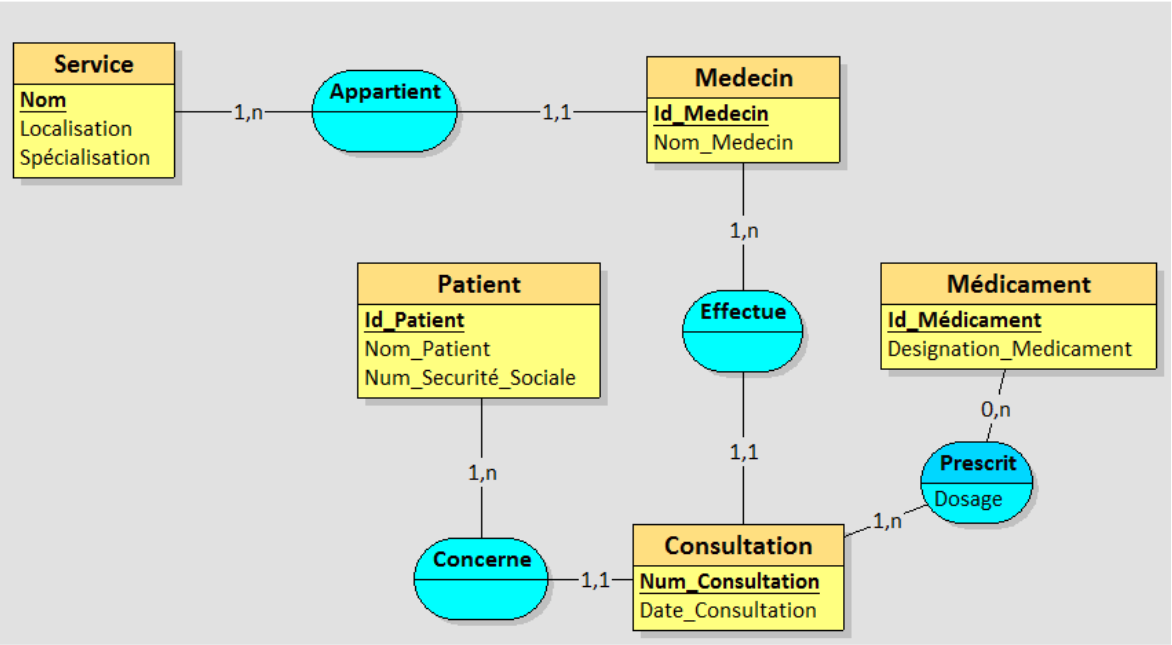
Soit le MLDR suivant :

Médicament = (**Id_Médicament**, Designation_Medicament);
Patient = (**Id_Patient**, Nom_Patient, Num_Securité_Sociale);
Service = (**Nom**, Localisation, Spécialisation);
Medecin = (**Id_Medecin**, Nom_Medeci, *#Nom*);
Consultation = (**Num_Consultation** , Date_Consultation , *#Id_Patient, #Id_Medecin*);
Prescrit = **(#Id_Médicament, #Num_Consultation**, Dosage);

Question :

Tracer le MCD correspondant.

Corrigé de l'exercice 04



5. L'héritage

5.1. Principe de l'héritage

Afin de s'adapter aux évolutions technologiques, notamment à l'émergence des langages orientés objet, la méthode Merise a dû évoluer et s'enrichir [26].

Exemple

Une clinique accueille des patients et emploie 2 catégories de personnels : des médecins, qui assurent les consultations, et des infirmiers, qui dispensent les soins. Les médecins se caractérisent par une spécialisation « urologue, gynécologue, etc. » ainsi qu'un tarif par acte. Les infirmiers, quant à eux, perçoivent des primes. Les patients sont identifiés uniquement par leur numéro de sécurité sociale [26].

Imaginons le MCD suivant :

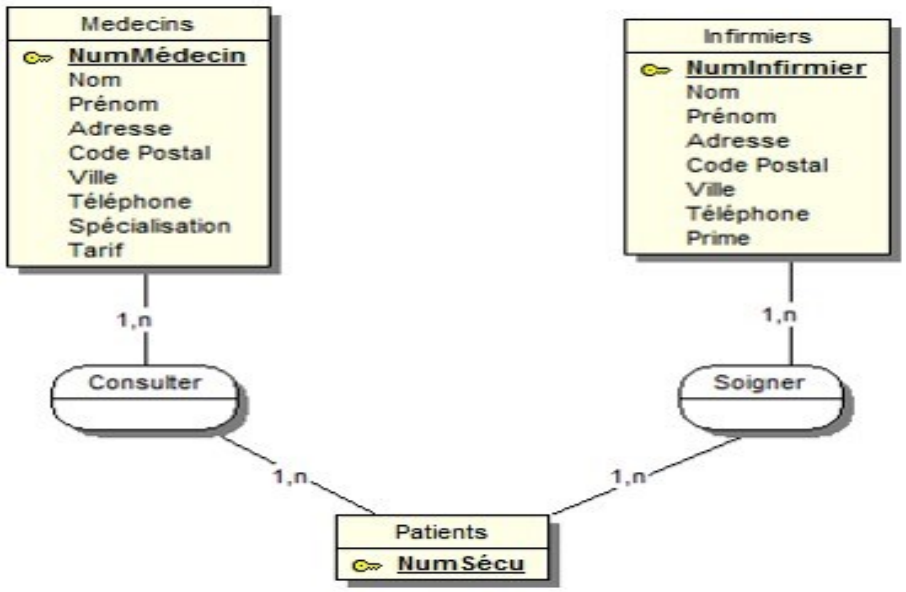


Figure V.18. *Représentation une du MCD d'une maison de santé*

Une autre représentation du MCD :

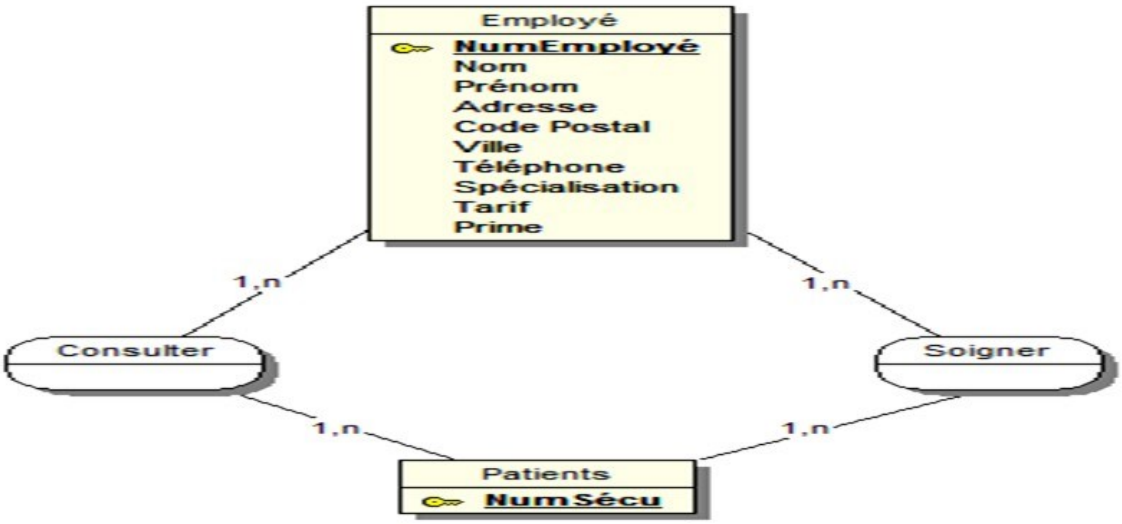


Figure V.19. *Représentation deux du MCD d'une maison de santé*

Ces deux solutions, bien que correctes, présentent des limites d'ordre structurel.

- Dans le premier modèle conceptuel, on constate une duplication de certains attributs entre les entités médecins et infirmiers comme le nom, prénom, adresse, etc. [26].
- Dans le second modèle, certaines rubriques restent inutilisées [26] :
  - ♣ la spécialisation et le tarif pour les infirmiers (propres aux médecins)
  - ♣ la prime pour les médecins.

Afin de résoudre ces problèmes, nous faisons appel au mécanisme d'héritage.

Définition

L'héritage est un lien entre deux classes qui permet d'exprimer qu'une classe est une spécialisation d'une autre, plus générale. Il entraîne le transfert automatique des propriétés et des méthodes de la classe mère vers la classe dérivée [13].

Le principe de l'héritage consiste à regrouper les propriétés communes au sein d'une entité partagée, appelée entité générique ou super-type. Les caractéristiques spécifiques sont, quant à elles, placées dans des entités spécialisées, appelées sous-types. Chaque sous-type hérite des attributs et des associations du super-type. La relation reliant un sous-type à son super-type est dite généralisation, tandis que la relation inverse correspond à une spécialisation.

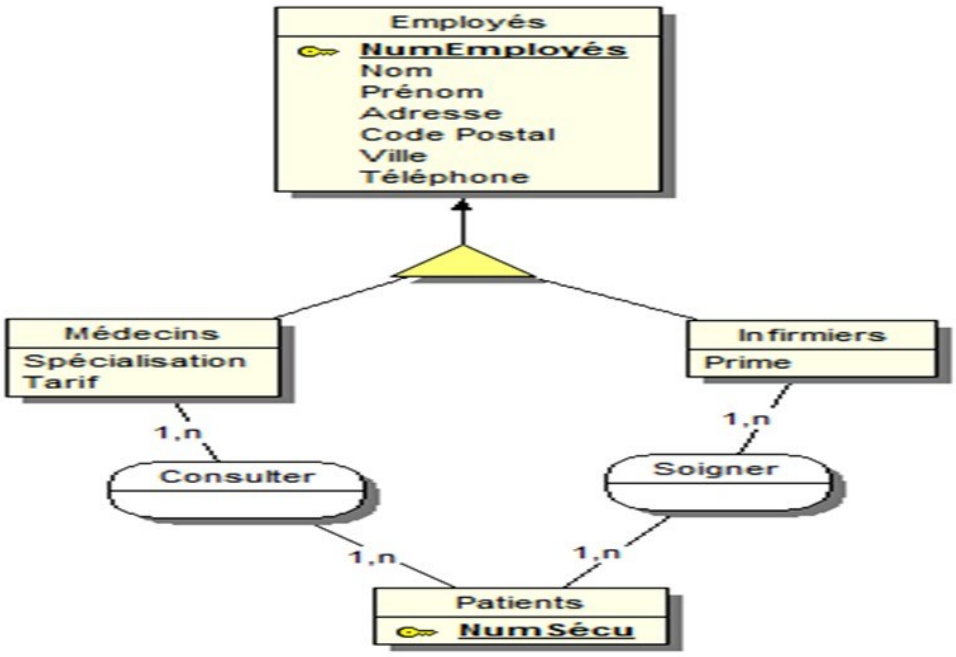


Figure V.20. *Représentation du MCD d'une maison de santé en utilisant l'héritage*

Exemple : Le MLDR :

Employé(**NumEmployes,** Nom, Prenom, Adresse, CodePostal, Ville, Telephone)

Medecins(**#NumEmployes**, Specialisation, Tarif)

Infirmiers(**#NumEmployes**, Prime)

Patient(**NumSecu**)

Consulter(**#NumEmployes, #NumSecu**)

Soigner(**#NumEmployes, #NumSecu**)

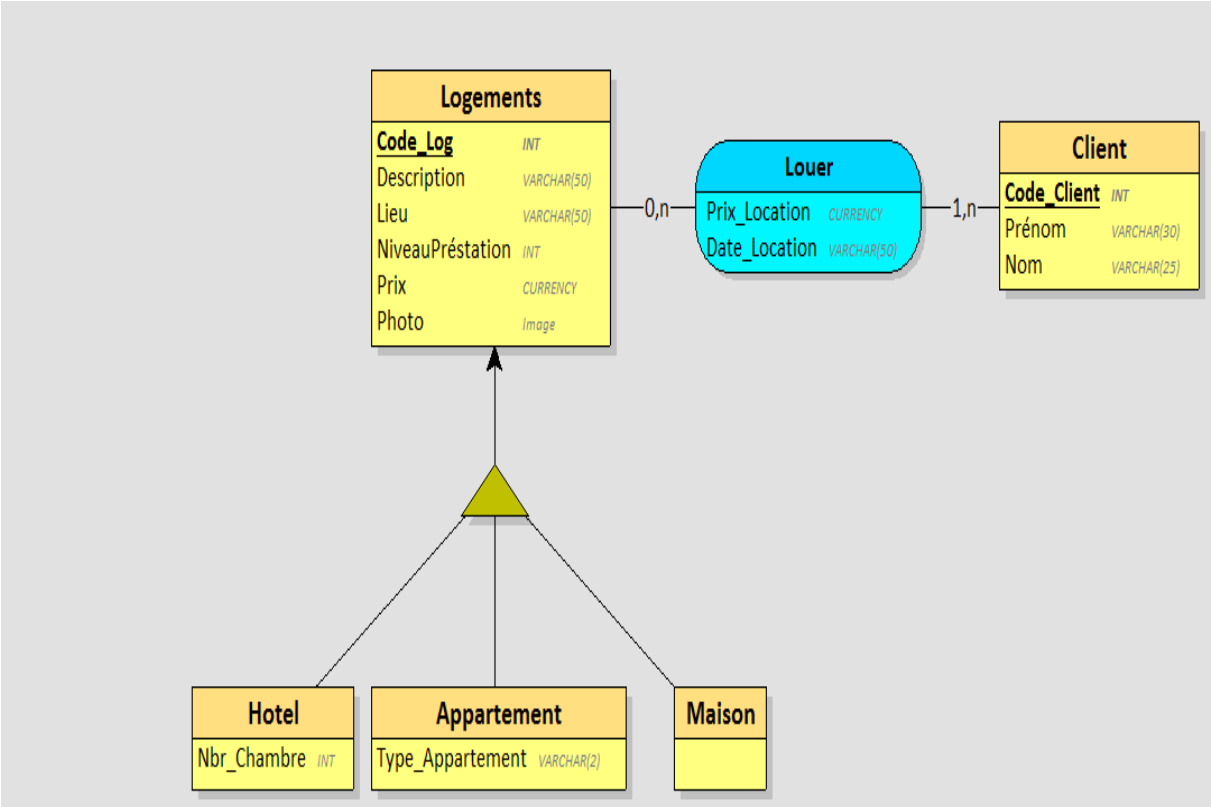
Remarque :

L'identifiant des entités « Médecins » et « Infirmiers » est celui de l'entité « Employés ».

5.2. Exercices avec solutions

5.2.1. Exercice 01

Transformez le modèle conceptuel suivant en MLDR.



Corrigé de l'exercice 01

Logements (**code_Log**, Description, Lieu, NiveauPréstation, Prix, Photo)

Hotel (***#code_Log***, Nbr_Chambre)

Appartement **(#code_Log**, Type_Appartement)

Maison **(#code_Log)**

Client (**Code_Client**, Prénom, Nom)

Louer **(#code_Log,#Code_Client**, Prix_Location, Date_Location)

5.2.2. Exercice 02

Gestion des patients dans une clinique

Une clinique médicale souhaite automatiser la gestion de ses informations relatives aux patients, médecins, infirmiers, médicaments et hospitalisations. Le système doit permettre de suivre les informations suivantes :

- Un employé est identifié par un **NuméroEmployé** possède un nom, prénom, date de naissance, et adresse. Cet employé peut être un docteur ou un infirmier. Pour chaque docteur, sa spécialité est connue, et pour chaque infirmier, son salaire est précisé.

L'hôpital est décomposé en **Services**. Chaque service possède un code unique, un nom et est situé dans un bâtiment précis.

- Chaque service est dirigé par un et un seul docteur (le chef de service). Un docteur peut diriger au plus un service, mais certains ne dirigent aucun service.
- Les infirmiers sont affectés à un service. Un infirmier appartient obligatoirement à un seul service, tandis qu'un service peut employer plusieurs infirmiers.
- Un service dispose de plusieurs **Salles**. Une salle appartient obligatoirement à un seul service. Chaque salle est caractérisée par un numéro et possède par un nombre de lits défini.

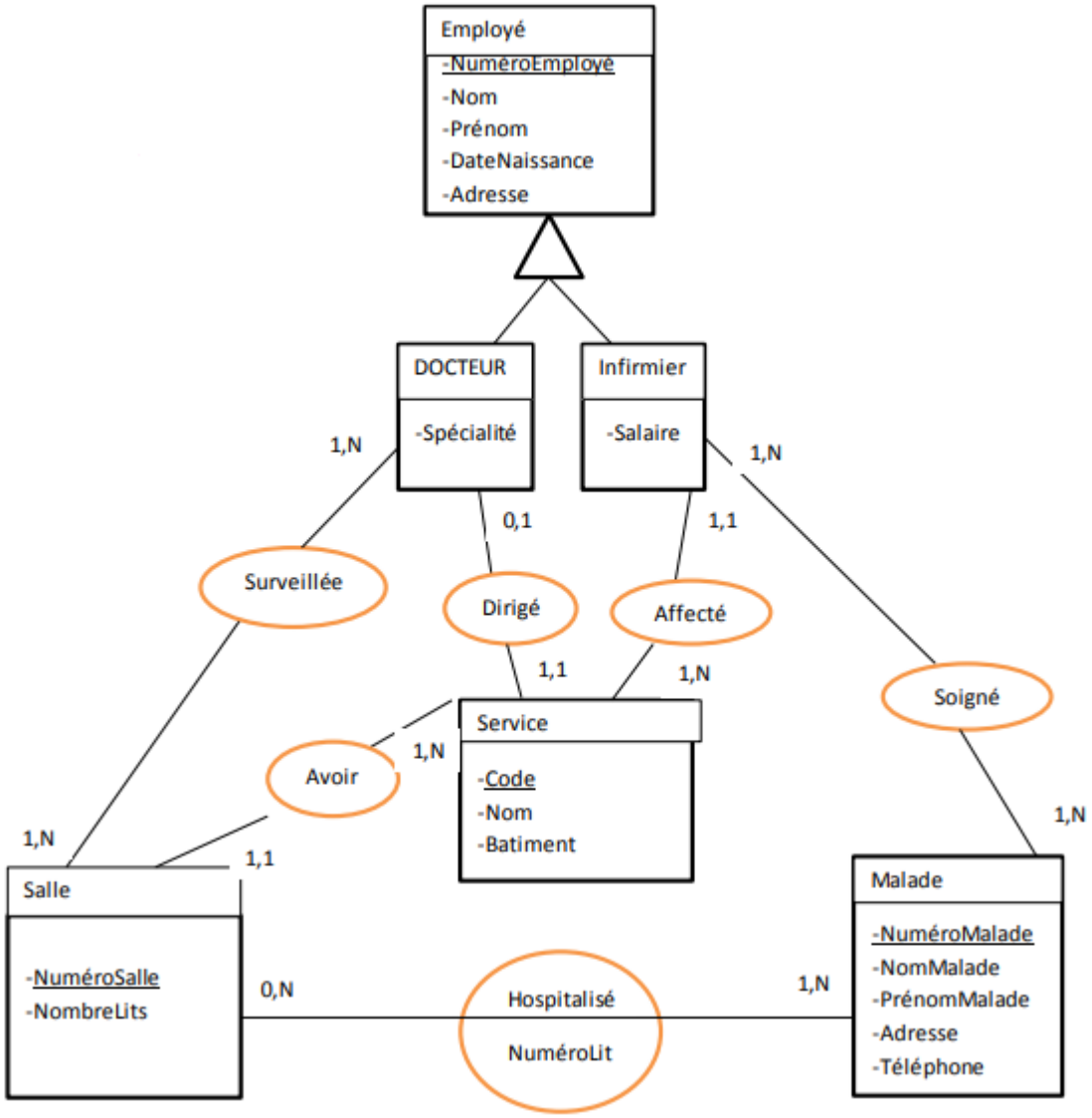
Le suivi des **Malades** est essentiel. Pour chaque malade, on stocke un numéro de malade (ID), son nom, prénom, adresse et numéro de téléphone.

- **Hospitalisation :** Un malade peut être hospitalisé dans une salle. Une salle peut accueillir plusieurs malades (dans la limite de ses lits disponibles). Lorsqu'un malade est hospitalisé dans une salle, on doit préciser le **numéro de lit** qui lui est attribué. Un malade n'est hospitalisé que dans une seule salle à la fois.
- **Soins :** Un malade est soigné par un ou plusieurs infirmiers. Réciproquement, un infirmier peut soigner plusieurs malades.
- **Surveillance :** Les salles font l'objet d'une surveillance par les docteurs. Un docteur peut surveiller plusieurs salles, et chaque salle est surveillée par au moins un docteur.

Question :

Établir le Modèle entité association (MCD) correspondant.

Corrigé de l'exercice 02



5.2.3. Exercice 03

Gestion des Doctorats Universitaires

Une université souhaite développer un système pour assurer le suivi de ses chercheurs et de l'encadrement des thèses. Le cahier des charges est le suivant :

L'université emploie des **Chercheurs**. Pour chaque chercheur, on doit mémoriser :

- Son **numéro de sécurité sociale** (qui sert d'identifiant unique).
- Son **nom**.
- Le **nom de l'université** d'origine.
- La **ville de l'université**.

Note : Un chercheur peut être soit un professeur, soit un doctorant.

Le système doit permettre de gérer la relation d'encadrement (appelée **Encadrement**) entre les professeurs et les doctorants :

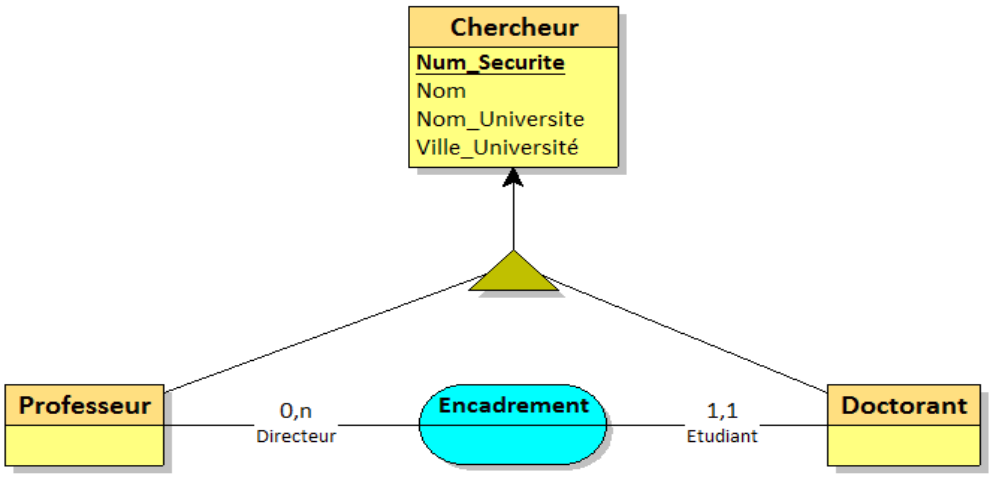
- Un **doctorant** est obligatoirement encadré par **un et un seul** professeur (son directeur de thèse).
- Un **professeur** peut encadrer **plusieurs** doctorants (de 0 à plusieurs).

Questions :

- Réalisez le Schéma Conceptuel (MCD) correspondant.
- Déduire le MLDR correspondant.

Corrigé de l'exercice 03

- Le schéma conceptuel (MCD) correspondant :



- Le MLDR :

Chercheur (**Num_Securite**, Nom, Nom_Universite, Ville_Universite)

Professeur **(#Num_Securite**)

Doctorant **(#Num_Securite**, #Num_Securite_Professeur)

6. Normalisation d'une relation

6.1. Introduction

Pour être correctement conçues, les relations doivent respecter un ensemble de règles appelées formes normales (FN). Cette théorie, proposée par Codd en 1970, vise à prévenir les anomalies dans les BDDR, notamment [26] :

- les problèmes de mise à jour [26].
- la présence de répétition d'informations [26].
- la complexité des contraintes d'intégrité [26].

Il existe cinq FN principales. Plus le niveau de normalisation est élevé, plus le modèle est exempte de redondances. Pour parfaire une BDDR, il est nécessaire de connaître les 3 premières FN et la forme normale dite Boyce-Codd ; Les autres FN sont peu utilisés.

6.2. Première forme normale (1FN)

Une relation est en 1FN si tout attribut contient une valeur atomique (non divisible).

Exemple : Exemple 1FN

Clients (**NumClient**, NomClient, PrénomClient, AdresseClient, TéléphoneClient)

Cette relation n'est pas en 1ière forme normale, car la propriété « AdresseClient » n'est pas atomique.

Une telle représentation, si elle était mise en œuvre, entraînerait un ralentissement de l'accès aux données. En effet, la simple extraction des habitants d'une ville donnée nécessiterait des opérations de traitement de sous-chaînes, sans garantir la fiabilité des résultats obtenus [36].

Voici une représentation 1FN correcte :

Clients (**NumClient**, NomClient, PrénomClient, AdresseClient, CodePClient, VilleClient, TéléphoneClient)

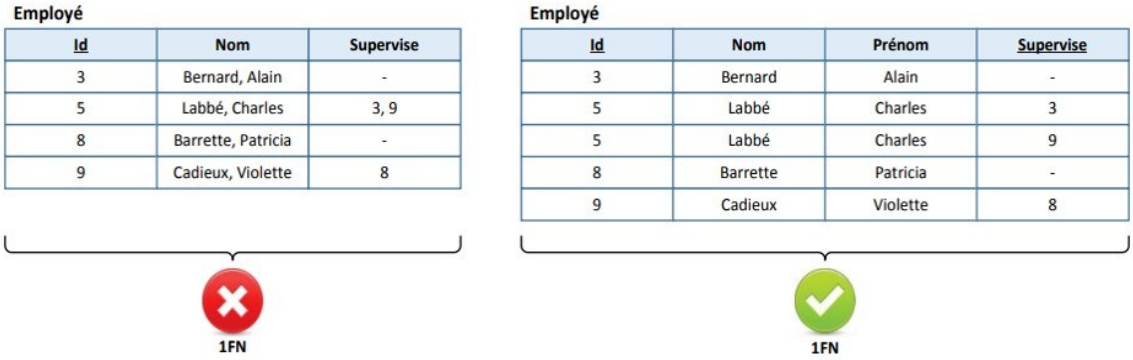


Figure V.21. *Exemple 1FN*

6.3. Deuxième forme normale (2FN)

Une relation est en 2FN Si :

- Elle est en 1FN.
- Tous les attributs non clés sont complètement dépendants de la clé primaire [37].

Exemple : Exemple 2FN

Commande (**Numclient, CodeArticle, Date**, Qté commandée, Désignation)

Cette relation est -elle en 1FN ? Oui.

Est-elle en deuxième forme normale ? Non, car la propriété Désignation ne dépend pas intégralement de la clé (Numcli, CodeArticle, Date) [26].

Voici comment corriger :

Commandes(**Numcli, CodeArticle, Date**, Qté commandée)

Articles(**CodeArticle**, Désignation)

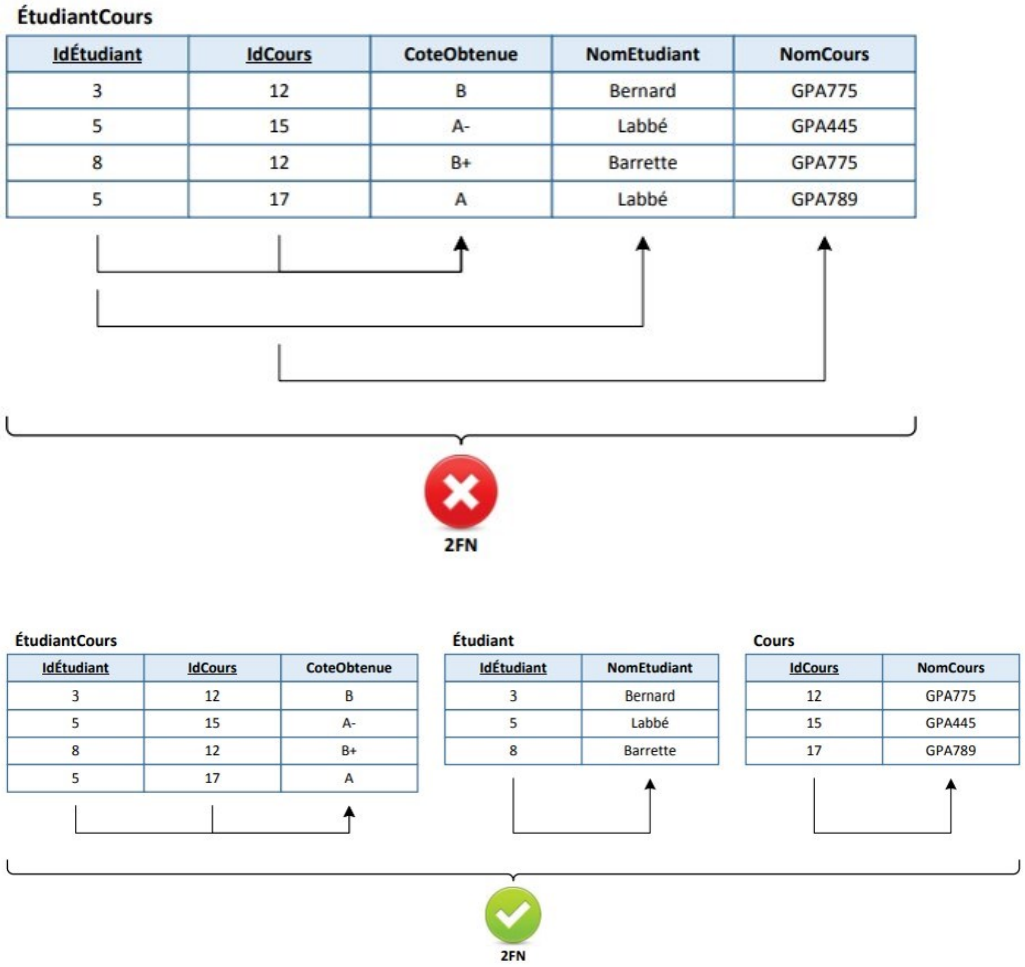


Figure V.22. *Exemple 2FN*

6.4. Troisième forme normale (3FN)

Une relation est en 3FN Si :

- Elle est en 2FN.
- Tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépend pas d'un autre attribut non clé.

Exemple : Exemple 3FN

La relation Commande (**NuméroCommande**, #CodeClient, Nom client, #RefArticle) Est- elle en première forme normale ?[36]

Oui

Est-elle en deuxième forme normale ?

Oui

Est-elle en troisième forme normale ?

Non !

En effet Nom client dépend d'une propriété non clé : CodeClient Voici comment corriger :

- Commande (**NuméroCommande**, #CodeClient, #RefArticle)
- Clients (**CodeClient**, Nom client)

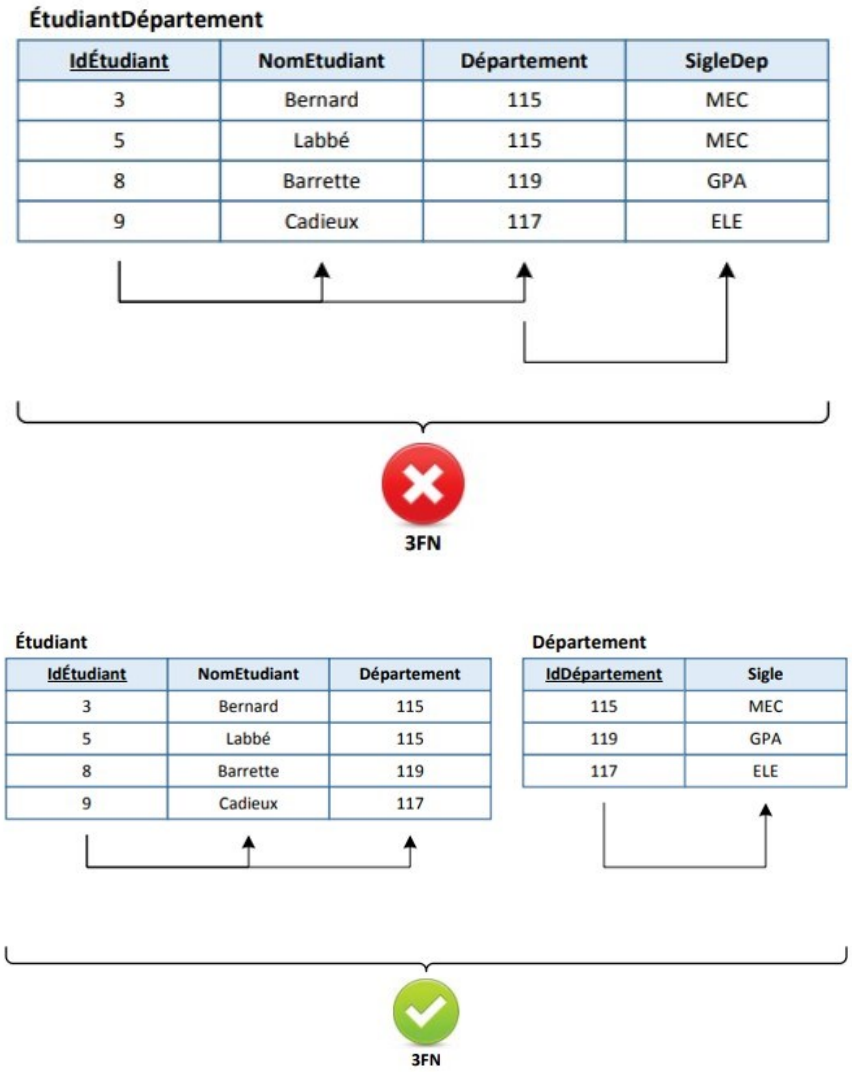


Figure V.23. *Exemple 3FN*

6.5. Forme normale de Boyce-Codd (BCNF)

Boyce et Codd ont introduit une forme normale qui porte leur nom (Boyce Codd Normal Form/BCNF) [26]:

Une relation est en forme normale de Boyce-Codd Si :

- Elle est en 3FN.

- Les seules dépendances fonctionnelles élémentaires sont celles dans lesquelles une clé détermine un attribut

Exemple BCNF

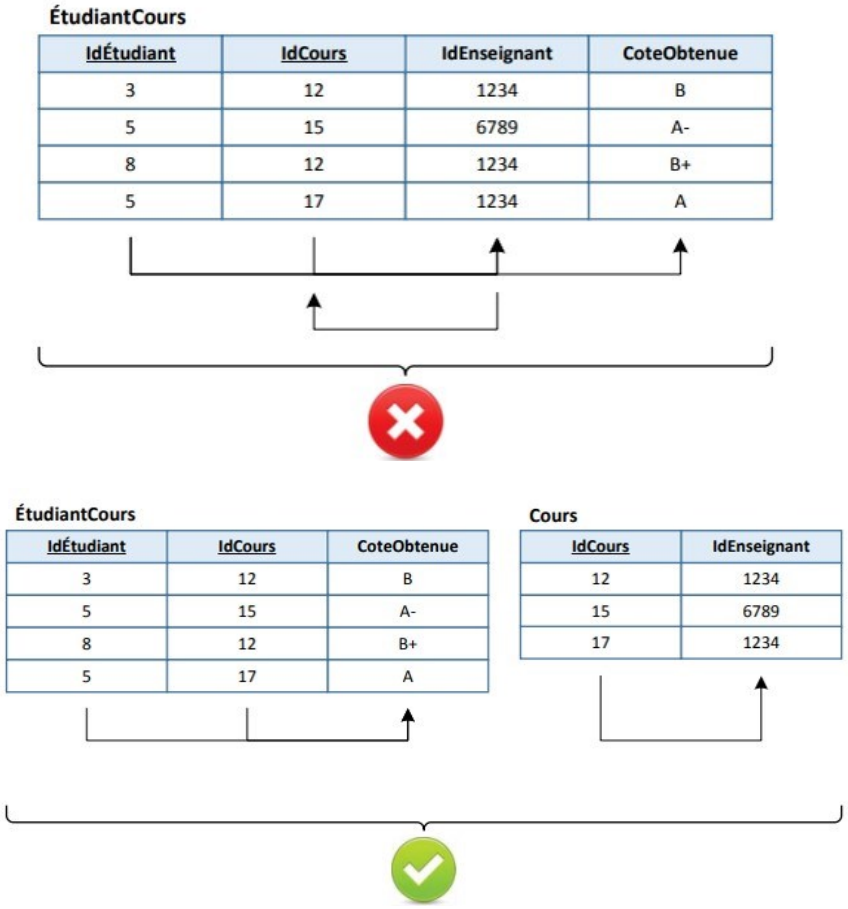


Figure V.24. *Exemple de la forme Boyce Codd*

6.6. Quatrième forme normale (4FN)

Une relation est en quatrième forme normale si et seulement si :

- Elle est en BCNF.
- Lorsqu'il existe une dépendance multivaluée élémentaire, celle -ci est unique.
- Une dépendance à valeurs multiples existe toujours si deux attributs non liés dépendent du même attribut, [38]

Exemple : Exemple 4FN

Le tableau suivant indique quels produits ont été commandés par client et à quel code postal ils doivent être livrés [38].

NClient	NProduit	CodePostal
234	100A	13000
234	200D	13000
567	100A	31000

567	450E	31000
567	600C	31000

Tableau V.1. *Exemple de 4FN*

Par exemple, le client identifié par le numéro 234 a commandé les articles 100A et 200D, qui doivent être livrés à une adresse correspondant au code postal 13000. De même, le client 567 a commandé les articles 100A, 450E et 600C, à livrer sous le code postal 31000 [38].

Les attributs « numéro de produit » et « code postal » dépendent tous deux du numéro de client, sans pour autant être liés entre eux [38].

Une telle conception présente un inconvénient majeur : à chaque ajout d'un nouveau produit pour un client, il faut également répéter le code postal, ce qui engendre des redondances de données [38].

Ces redondances peuvent être supprimées en normalisant la table jusqu'à la quatrième forme normale (4FN). Pour cela, il convient de scinder la table en deux tables distinctes [38] :

NClient	NProduit
234	100A
234	200D
567	100A
567	450E
567	600C

NClient	CodePostal
234	13000
567	31000

Tableau V.2. *Solution de l'exemple de 4FN*

6.7. Cinquième forme normale (5FN)

Cette forme normale n'étant quasiment jamais utilisée, en voici juste la définition :

- Une relation est en cinquième forme normale si et seulement si :
- Elle est en quatrième forme normale.

Le tableau ne peut pas être divisé davantage sans perdre des informations.

La 5ième forme normale est une généralisation de la quatrième forme normale qui nécessite de prendre en compte les dépendances de jointure induites par la connaissance des clés d'une relation [36]. La jointure est l'opération permettant d'associer plusieurs tables ou vues de la base par le biais d'un lien logique de données entre les différentes tables ou vues

Remarque

Ces formes normales évitent principalement la redondance d'information, elles sont plus précises.

En pratique la 3FN est suffisante. En effet, les autres formes sont coûteuses pour le système, ainsi une trop forte normalisation diminue fortement les performances

6.8. Exercices avec solutions

6.8.1. Exercice 01

Soit le tableau suivant :

Etudiant / cours

NumEtudiant	**NumCours**	NomEtudiant	AdresseEtudiant	NomCours	Note	NumDep	NomDep
1	125	Belaidi Asma	N26 a tlemcen 13000	Mathématique	15	1	GBM
2	128	Slimane Ritadj	N25 b oran 31000	Mathématique	12	2	ST
4	130	Benabedallah Ali	N28 c tlemcen 13000	Informatique	14	3	MI

Questions :

Faire une normalisation de ce tableau, jusqu'à l'obtention d'un modèle qui ne peut pas être normalisé.

Corrigé de l'exercice 01

1FN :

Etudiant / cours

NumEtudiant	**NumCours**	NomEtudiant	PrenomEtudiant	Cite	ville	codePostal	NomCours	Note	NumDep	NomDep
1	125	Belaidi	Asma	N26 a	tlemcen	13000	Mathématique	15	1	GBM
2	128	Slimane	Ritadj	N25 b	Oran	31000	Physique	12	2	ST
4	130	Benabedallah	Ali	N28 c	tlemcen	13000	Informatique	14	3	MI

2FN :

Etudiant

NumEtudiant	NomEtudiant	PrenomEtudiant	Cite	ville	codePostal	NumDep	NomDep

1	Belaidi	Asma	N26 a	tlemcen	13000	1	GBM
2	Slimane	Ritadj	N25 b	Oran	31000	2	ST
1	Benabedallah	Ali	N28 c	tlemcen	13000	3	MI

Cours

NumCours	NomCours
125	Mathématique
128	Physique
130	Informatique

Etudiant / cours

NumEtudiant	**NumCours**	Note
1	125	15
2	128	12
1	130	14

3FN :

Etudiant

NumEtudiant	NomEtudiant	PrenomEtudiant	Cite	ville	codePostal	NumDep
1	Belaidi	Asma	N26 a	tlemcen	13000	1
2	Slimane	Ritadj	N25 b	Oran	31000	2
1	Benabedallah	Ali	N28 c	tlemcen	13000	3

Département

NumDep	NomDep
1	GBM
2	ST
3	MI

Cours

NumCours	NomCours
125	Mathématique

128	Physique
130	Informatique

Etudiant / Cours

NumEtudiant	**NumCours**	Note
1	125	15
2	128	12
1	130	14

6.8.2. Exercice 02

Pour chacune des relations suivantes, et d'après vos connaissances sur les données concernées, proposer une normalisation des relations :

- PRET (**numlivre, numemprunteur, date**, nom_emprunteur, ville_emprunteur, titre_livre)
- Commande (**CodeClient, NumProduit, DateLivraison**, quantité, TypeProduit)
- A (**NumEnseignant, NumCours**, AdresseEnseignant, NomEnseignant, NomCours, LangueCours, NumDepartement, NomDepartement).

Corrigé de l'exercice 02

- PRET (**numlivre, numemprunteur, date**, nom_emprunteur, ville_emprunteur, titre_livre)

1FN : oui

2FN :

- PRET (**numisbn, numadherent, date)**
- **Adherent(numadherent,nom_adherent,ville_adherent)**
- **Livre(numisbn,titre_livre)**

- Commande (**CodeClient, NumProduit, DateLivraison**, quantité, TypeProduit)

1FN : oui

2FN :

- Commande (**CodeClient, NumProduit, DateLivraison**, quantité)
- Produit (**NumProduit**, TypeProduit)

- A (**NumEnseignant, NumCours**, AdresseEnseignant, NomEnseignant, NomCours, LangueCours, NumDepartement, NomDepartement).

1FN :

- A (**NumEnseignant, NumCours**, CiteEnseignant, VilleEnseignant, CodepostalEnseignant, NomEnseignant, NomCours, LangueCours, NumDepartement, NomDepartement).

2FN :

- Enseignant (**NumEnseignant,** CiteEnseignant, VilleEnseignant, CodepostalEnseignant, NomEnseignant, NumDepartement, NomDepartement).
- Cours (**NumCours**, NomCours, LangueCours)
- Enseignant / cours (**NumEnseignant, NumCour)**

3FN :

- Enseignant (**NumEnseignant,** CiteEnseignant, VilleEnseignant, CodepostalEnseignant, NomEnseignant, NumDepartement).
- Cours (**NumCours**, NomCours, LangueCours).
- Departement(**NumDepartement**, NomDepartement).
- Enseignant / cours (**NumEnseignant, NumCour)**

7. Le langage de modélisation UML

UML« langage de modélisation unifié » est un métalangage de modélisation, normalisé en 1997 par l'Object Management Group. Il vise à formaliser les concepts de l'orienté objet à l'aide de différents diagrammes [26].

UML comprend deux types de diagrammes : statiques et dynamiques.

Les diagrammes statiques sont utilisés pour décrire la structure du système [39], c'est-à-dire les éléments qui restent stable au fil du temps ou qui sont relativement fixes dans le système. Ils se concentrent sur les relations entre les objets, les classes, les composants, et d'autres entités structurelles du système.

- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme de composants
- Diagramme de déploiement
- Diagramme de structure composite
- Diagramme de paquets
- Diagramme de profils

Les diagrammes dynamiques [39], aussi appelés diagrammes comportementaux, sont utilisés pour décrire le comportement du système, y compris les interactions et les changements d'état des objets au fil du temps. Ces diagrammes montrent comment les composants ou objets réagissent à des événements et évoluent au cours de l'exécution du système.

- Diagramme de cas d'utilisation
- Diagramme de séquence
- Diagramme de collaboration (ou diagramme de communication)
- Diagramme d'activités
- Diagramme d'états
- Diagramme de temps

8. Analogie Merise/UML

L'analogie entre Merise et UML permet de mettre en évidence les correspondances existantes entre ces deux approches de modélisation des systèmes d'information. Alors que Merise se concentre principalement sur la structuration des données et des traitements à travers des MCD, UML propose un ensemble de diagrammes offrant une vision orientée objet du système. L'étude comparative de ces deux méthodes facilite ainsi la compréhension de leurs complémentarités et aide à choisir les outils de modélisation les plus adaptés selon le contexte de développement.

Avant d'aborder ces analogies, il est nécessaire de rappeler que les méthodes Merise et UML proposent des approches complémentaires pour la modélisation des SI. Afin de faciliter la compréhension et le passage d'une méthode à l'autre, nous allons examiner certaines correspondances entre leurs modèles. Cette démarche permettra de mieux situer le rôle de chaque diagramme et de mettre en évidence les similitudes conceptuelles existantes entre ces deux approches de modélisation.

8.1. Passage 1 : Modèle de contexte (diagramme des flux) et diagramme de cas d'utilisation UML

Le modèle de contexte appelé également le diagramme de flux de Merise est généralement développé au début d'un projet, car il permet de délimiter le périmètre du SI. Il repose sur la distinction entre acteurs internes et acteurs externes. Il est d'ailleurs possible d'établir un rapprochement entre le diagramme des flux et le diagramme des cas d'utilisation [26].

Le diagramme des cas d'utilisation, également appelé Use Case, permet de représenter les interactions entre les acteurs et le système étudié, ainsi que les relations qui les lient [26].

Dans cette partie, nous allons étudier l'analogie entre le diagramme de contrôle de flux et le diagramme de cas d'utilisation UML. Cette comparaison permettra de mettre en évidence la manière dont les enchaînements d'activités et les interactions fonctionnelles décrites dans le contrôle de flux peuvent être rapprochés de la représentation des services offerts par le système et des interactions avec les acteurs dans les diagrammes de cas d'utilisation.

Exemple : Location des véhicules

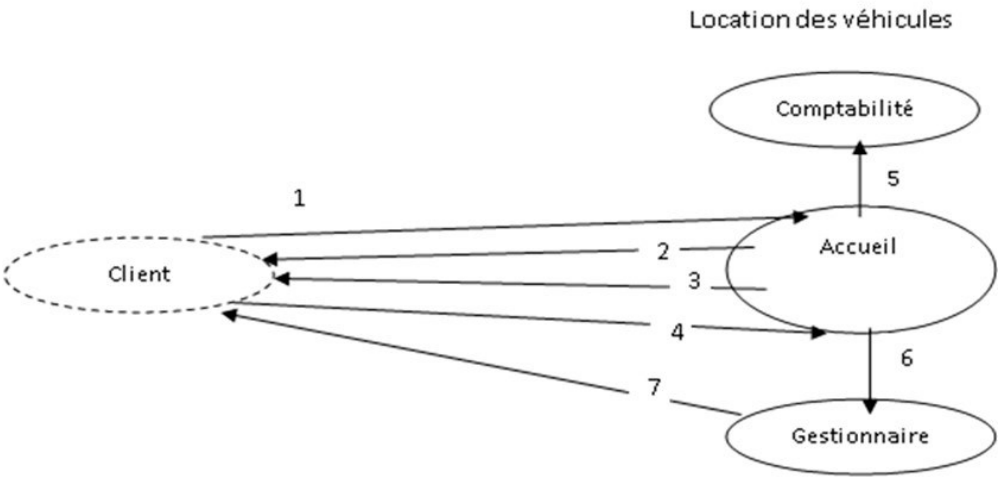


Figure V.25.*Diagramme des flux MERISE*

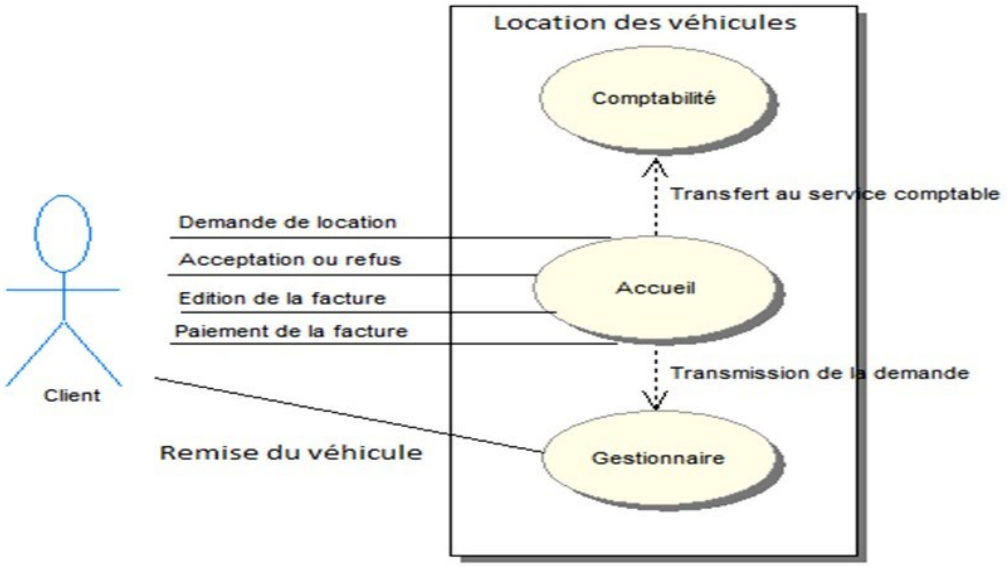


Figure V.26.*Diagramme des cas d'utilisation UML*

Ces diagrammes illustrent le passage de la méthode MERISE vers une modélisation basée sur UML, en mettant en évidence les correspondances entre les concepts et les représentations proposés par ces deux approches de conception des systèmes d'information.

8.2. Passage 2 : MCD et diagramme de classes UML

Le MCD et le diagramme de classes présentent de nombreuses similitudes. Toutefois, dans le processus d'analyse, le diagramme de classes se rapproche davantage du MLD [26]. Contrairement à l'approche Merise, où la modélisation évolue progressivement du MCD vers le MLD, l'utilisation d'UML pour représenter une BDD ne prévoit pas explicitement cette transition. L'analyste doit ainsi disposer d'une vision claire et structurée de la BDD afin d'en assurer une représentation cohérente en UML. De ce fait, la démarche séquentielle MCD–MLD offre, à ce stade, un cadre plus sécurisé que l'approche UML seule.

Voici quelques éléments de comparaison entre la méthode Merise et l'UML.

- Entité →Classe
- Attributs →Propriétés
- Identifiant →Propriété éventuellement en clé primaire
- Les cardinalités →s'expriment différemment dans le diagramme de classes. Elles sont inversées par rapport à la méthode Merise. Voici un tableau donnant des éléments de comparaison [26].

Merise	***UML***
0,1	0..1
1,1	1
0,N	0..* ou *
1,N	1.. *

Tableau V.3. *Comparaison entre Merise et UML*

Voici quelques principales différences entre Merise et UML :

Exemple : *Association non porteuse*

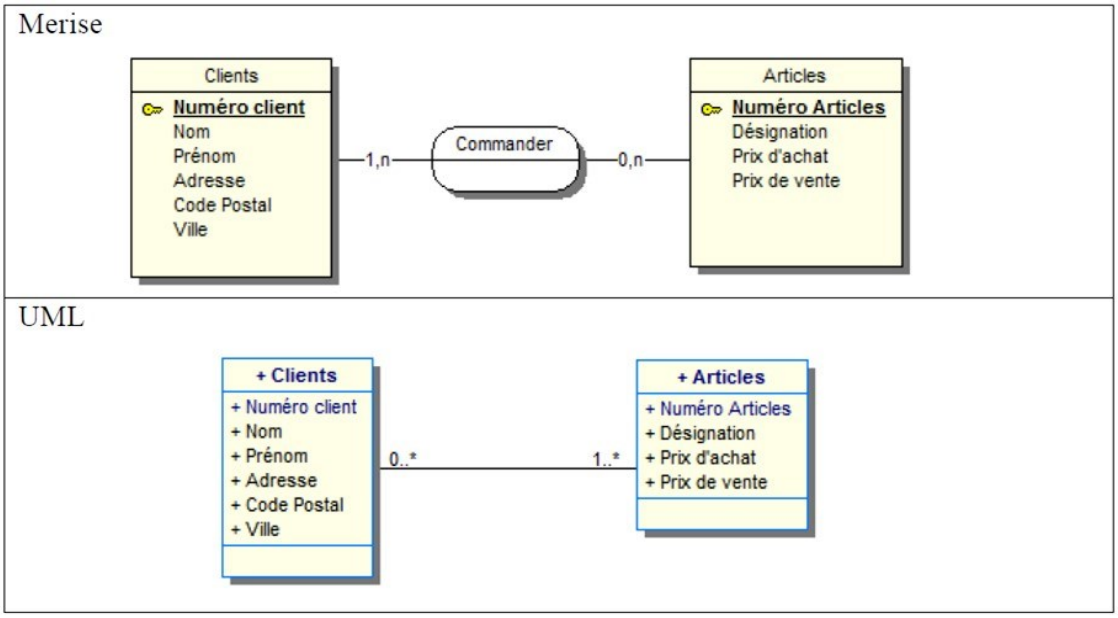


Figure V.27. *Merise/UML : Association non porteuse*

Exemple : *Association porteuse*

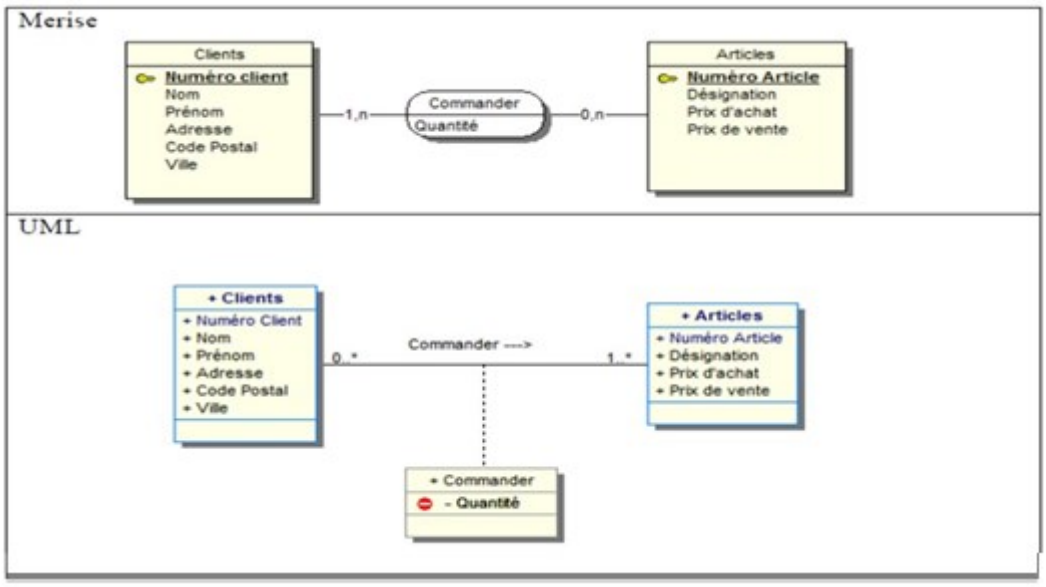


Figure V.28.*MERISE/UML : Association porteuse*

Exemple : *Association ternaires non porteuse*

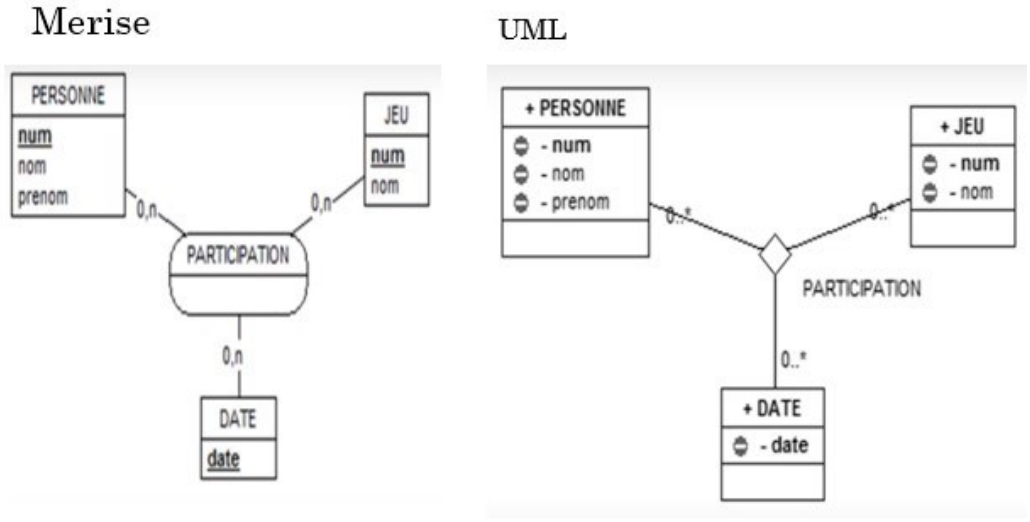


Figure V.29.*MERISE/UML : Associations ternaires non porteuse*

Exemple : *Association ternaires porteuse*

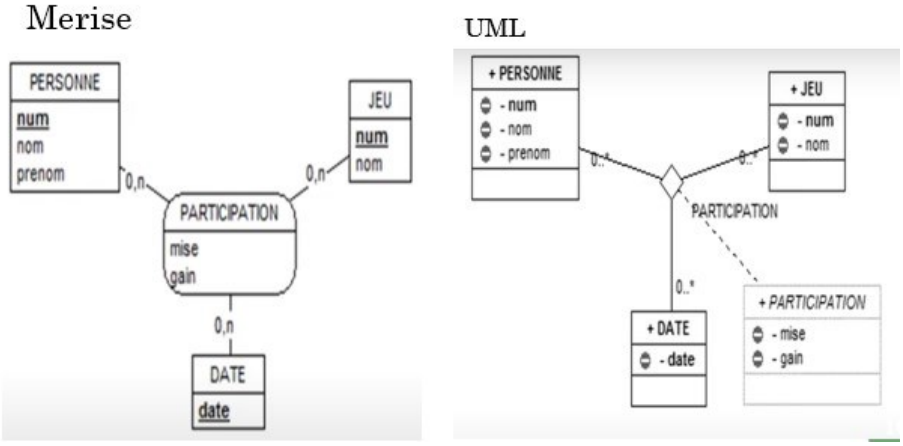


Figure V.30.*MERISE/UML : Associations ternaires porteuse*

Exemple : *Association réflexive*

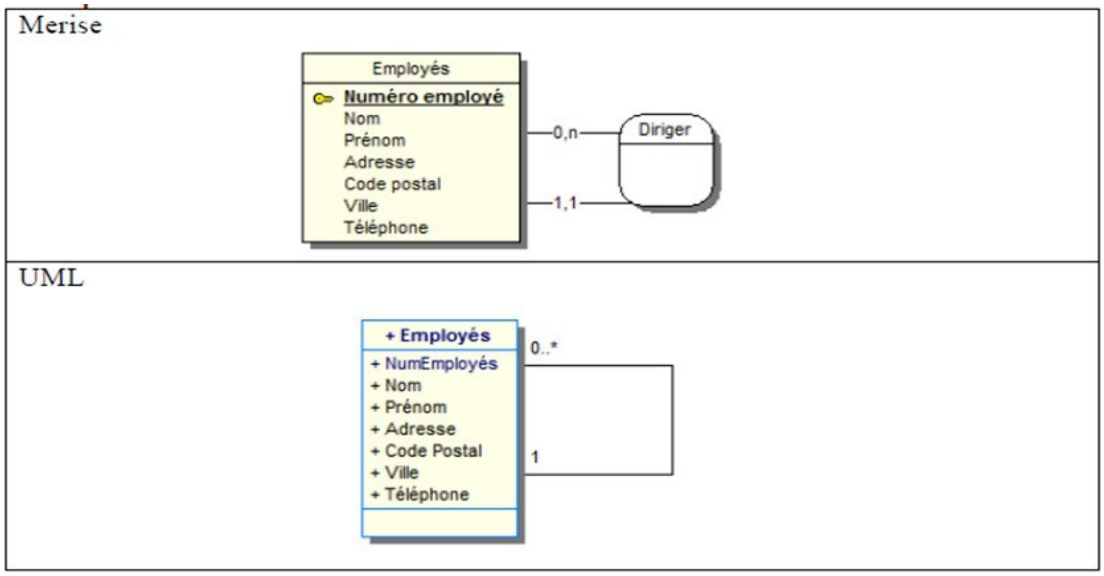


Figure V. 31.*MERISE/UML : Associations réflexive*

8.3. L'héritage

La comparaison entre l'héritage dans Merise et dans UML met en évidence une même idée de spécialisation et de généralisation des concepts du domaine étudié. En Merise, l'héritage est représenté à travers les relations de généralisation/spécialisation entre entités, permettant de factoriser des propriétés communes tout en distinguant des caractéristiques spécifiques. De manière similaire, UML utilise le mécanisme d'héritage entre classes pour exprimer une relation « est-un », où une classe fille hérite des attributs et opérations de la classe mère. Ainsi, malgré des notations différentes, les deux approches traduisent un principe commun visant à structurer et organiser les éléments du modèle de façon hiérarchique et cohérente.

Exemple : *L'héritage dans Merise*

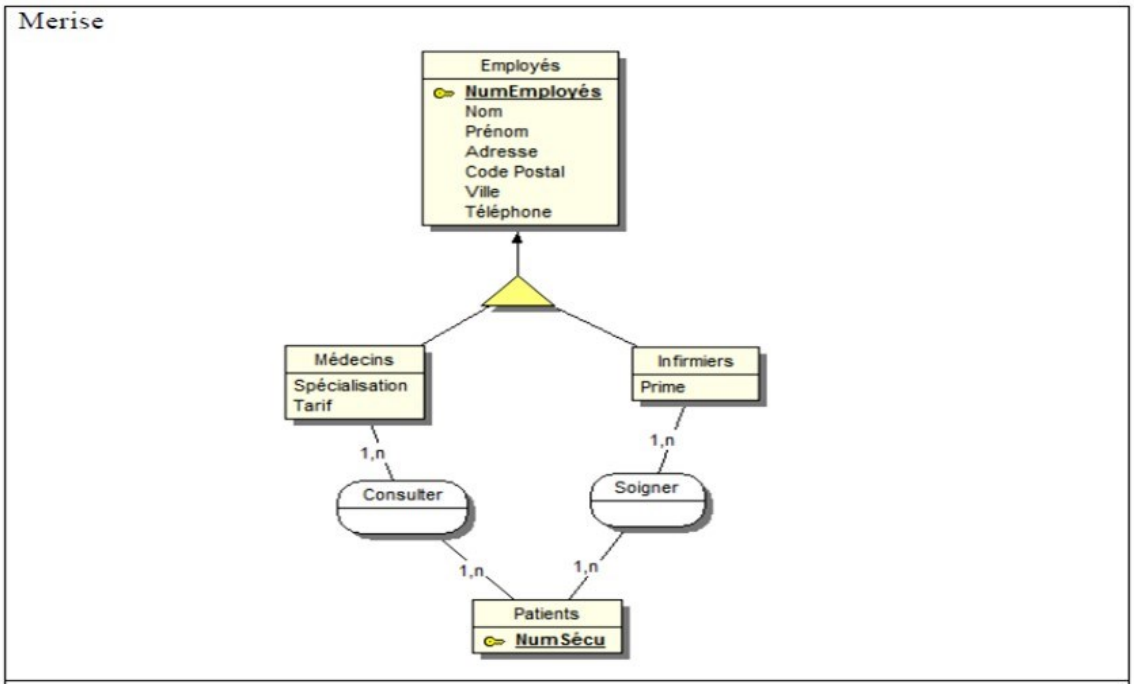


Figure V. 32.*L'héritage MERISE*

Exemple : *L'héritage dans UML*

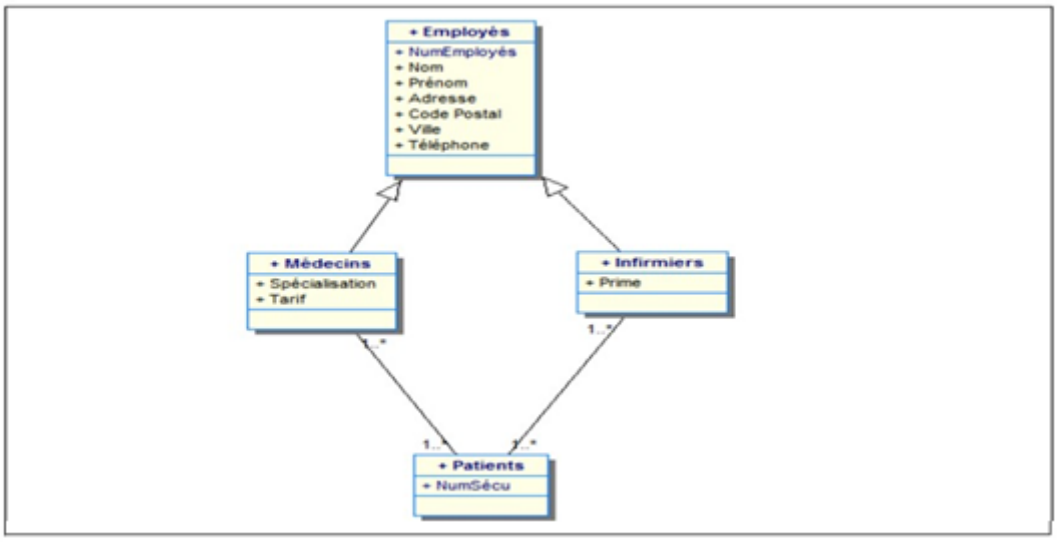


Figure V. 33.*L'héritage UML*

8.3.1. Contrainte d'exclusion

Signifie qu'on ne peut pas participer aux deux entités filles [14].

Exemple : Contrainte d'exclusion

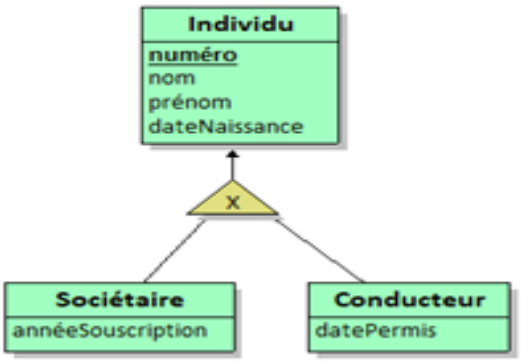


Figure V. 34.*exemple de contrainte d'exclusion* [14].

Cet héritage indique :

- Un sociétaire est un individu
- Un conducteur est un individu
- Mais un sociétaire ne peut pas être conducteur et inversement !

Exemple : Contrainte d'exclusion Merise / UML

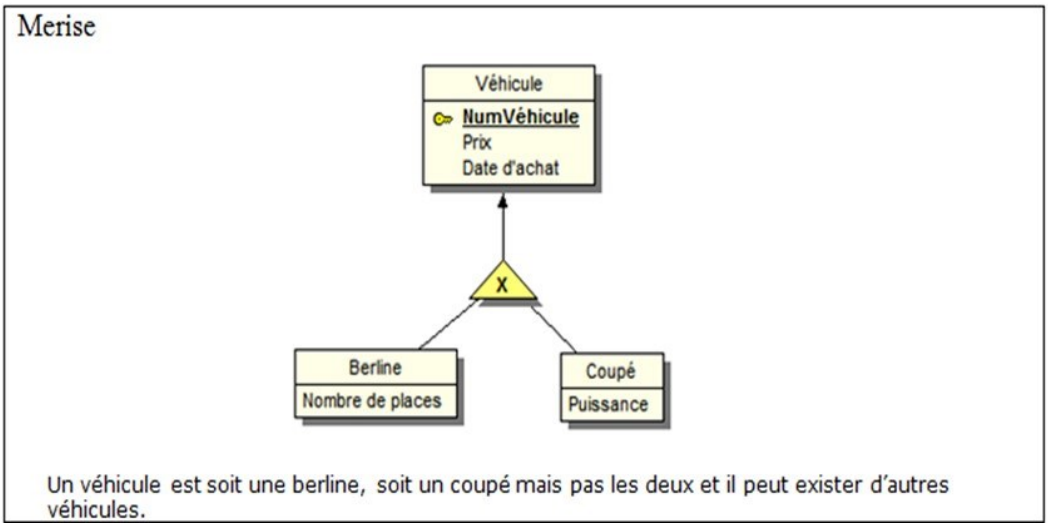


Figure V. 35.*exemple de contrainte d'exclusion : MERISE*

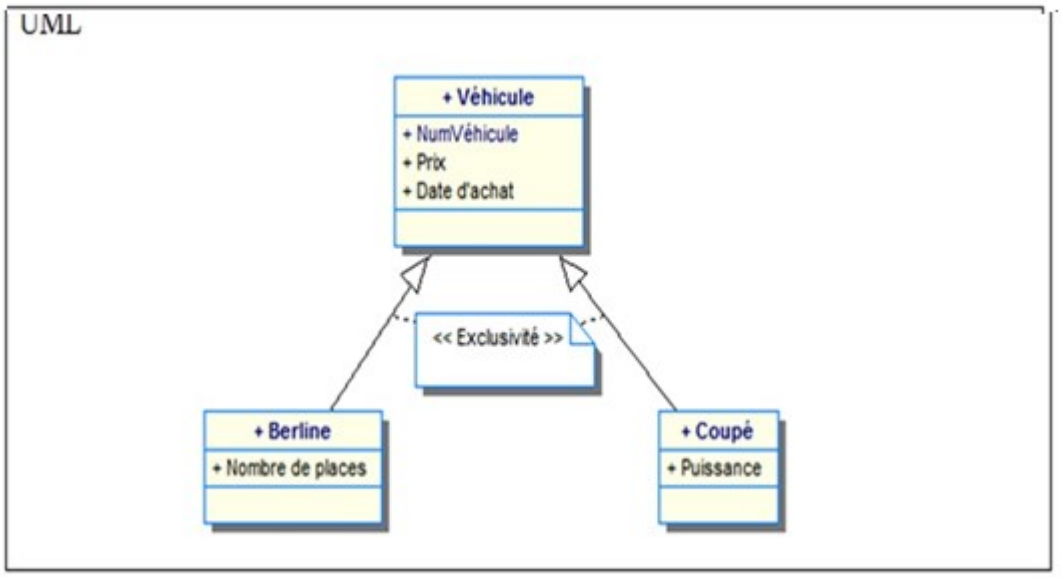


Figure V. 36.*exemple de contrainte d'exclusion : UML*

8.3.2. Contrainte de partition

Signifie qu'on ne peut pas participer à plusieurs entités filles mais qu'on participe obligatoirement à une d'entre elles [14].

Exemple : Contrainte de partition

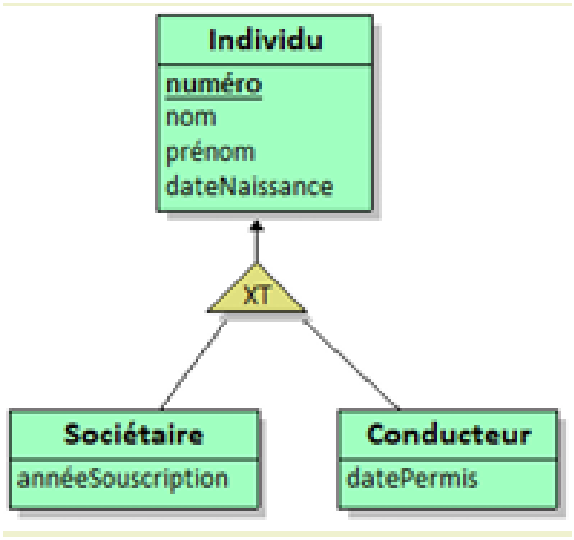


Figure V. 37.*exemple de contrainte de partition* [14].

Cet héritage indique :

- Un sociétaire est un individu
- Un conducteur est un individu
- Un sociétaire ne peut pas être conducteur et inversement !
- Un individu est forcément un sociétaire ou un conducteur !

Exemple : Contrainte de partition Merise / UML

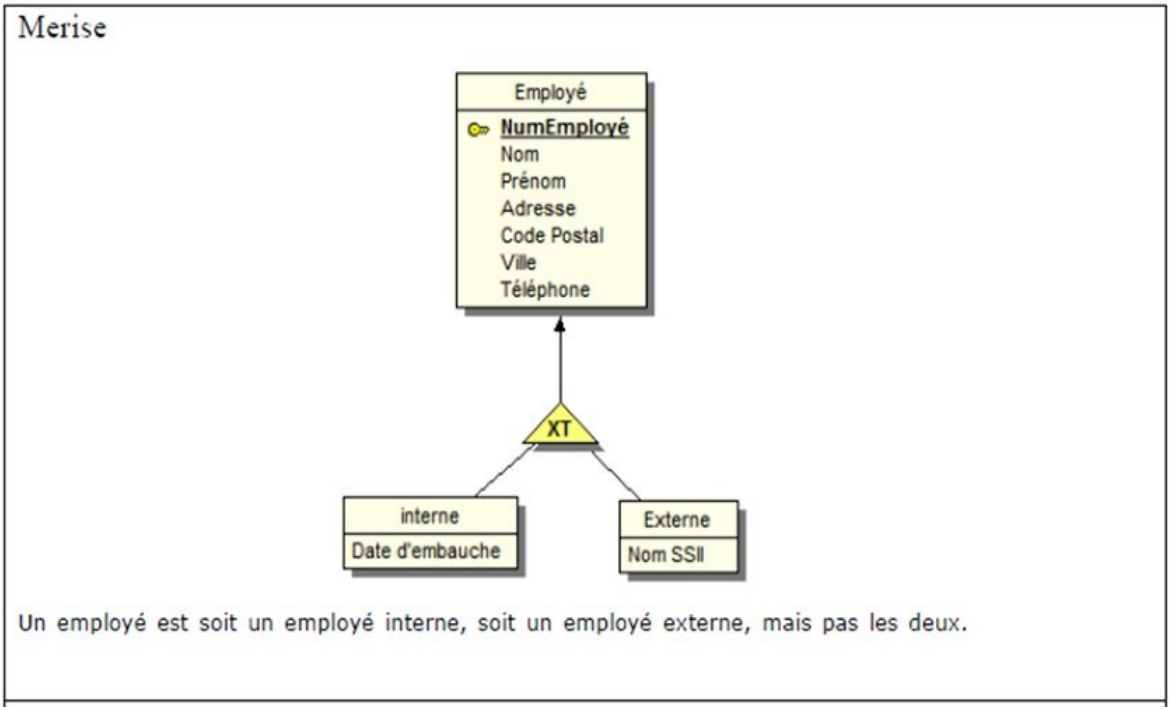


Figure V. 38.*exemple de contrainte de partition : Merise*

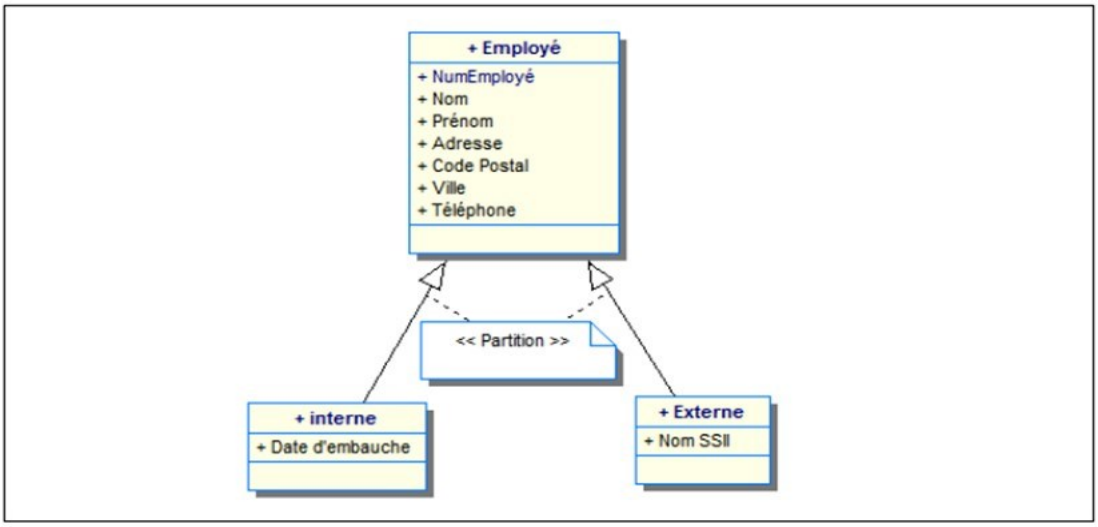
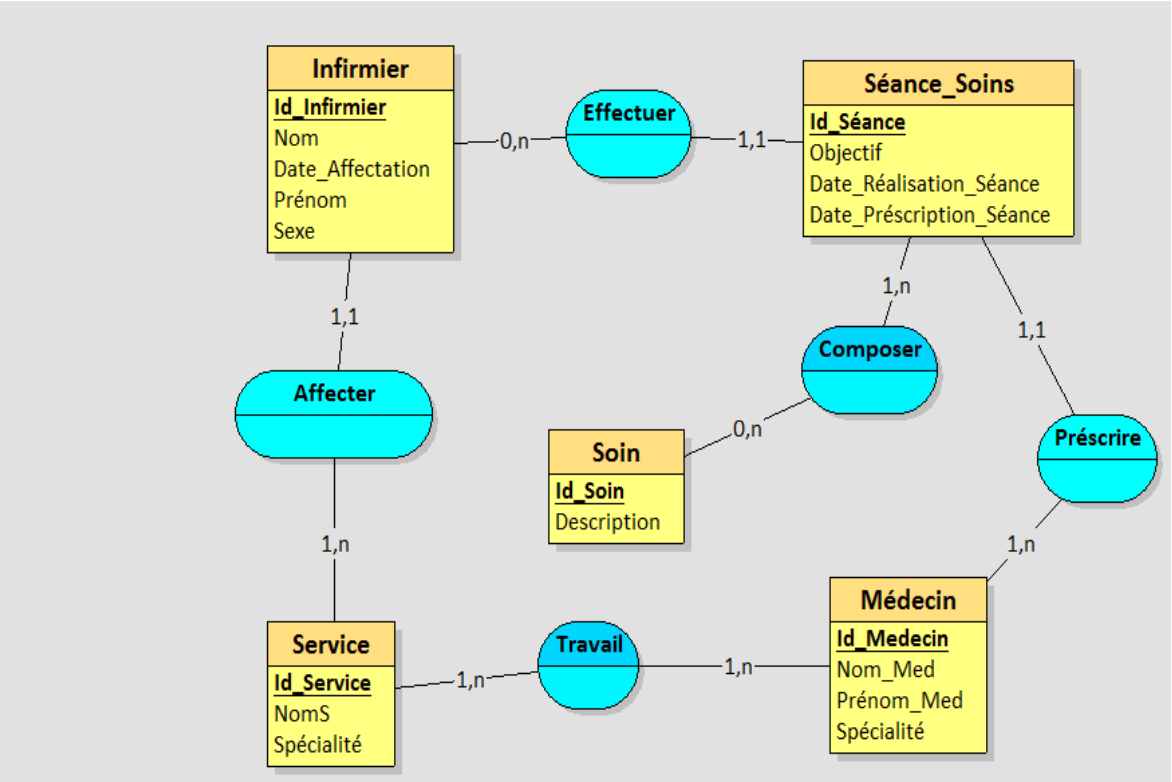


Figure V. 39.*exemple de contrainte de partition : UML*

8.4. Exercices avec solutions

8.4.1. Exercice 01

Ce MCD représente la gestion d'un service médical



Questions :

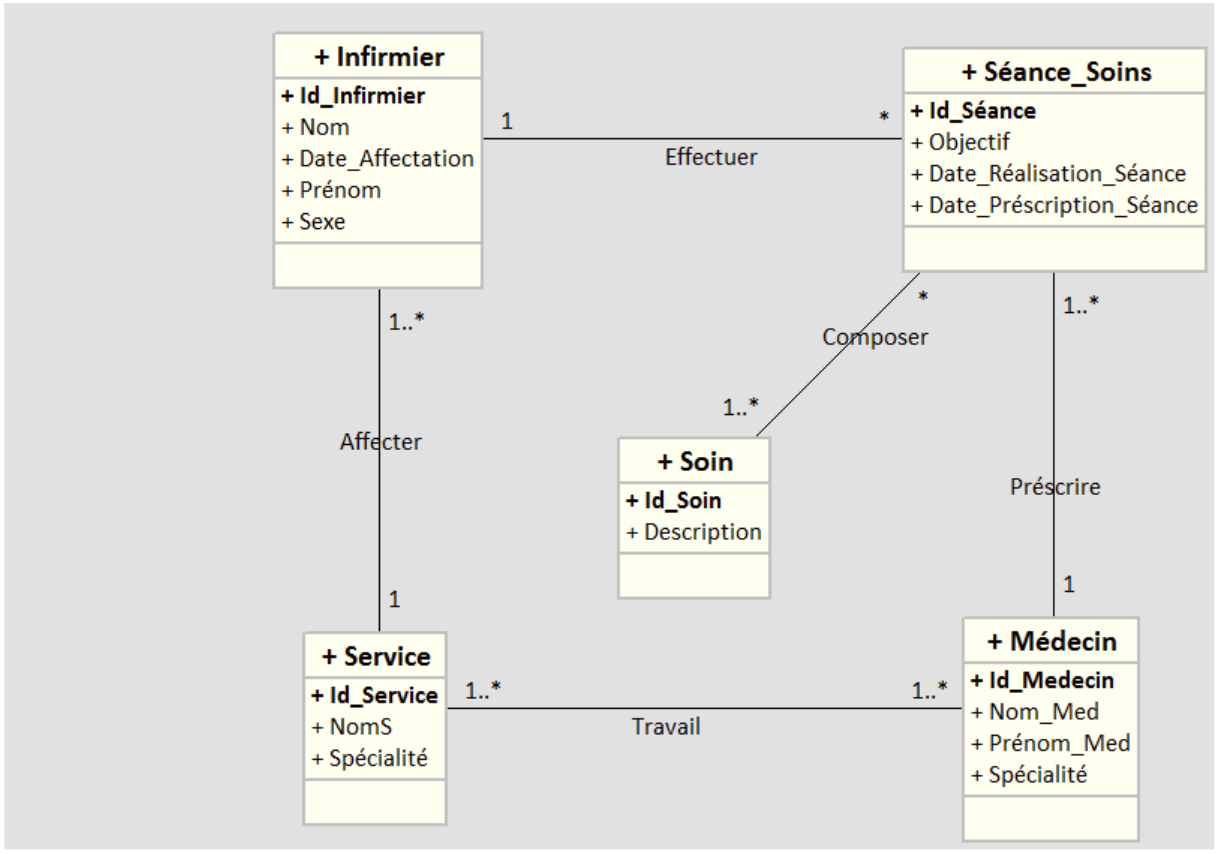
- Déduire le modèle logique de données relationnelles MLDR.
- Déduire le diagramme de classe UML.

Corrigé de l'exercice 01

- Le modèle logique de données relationnelles MLDR.

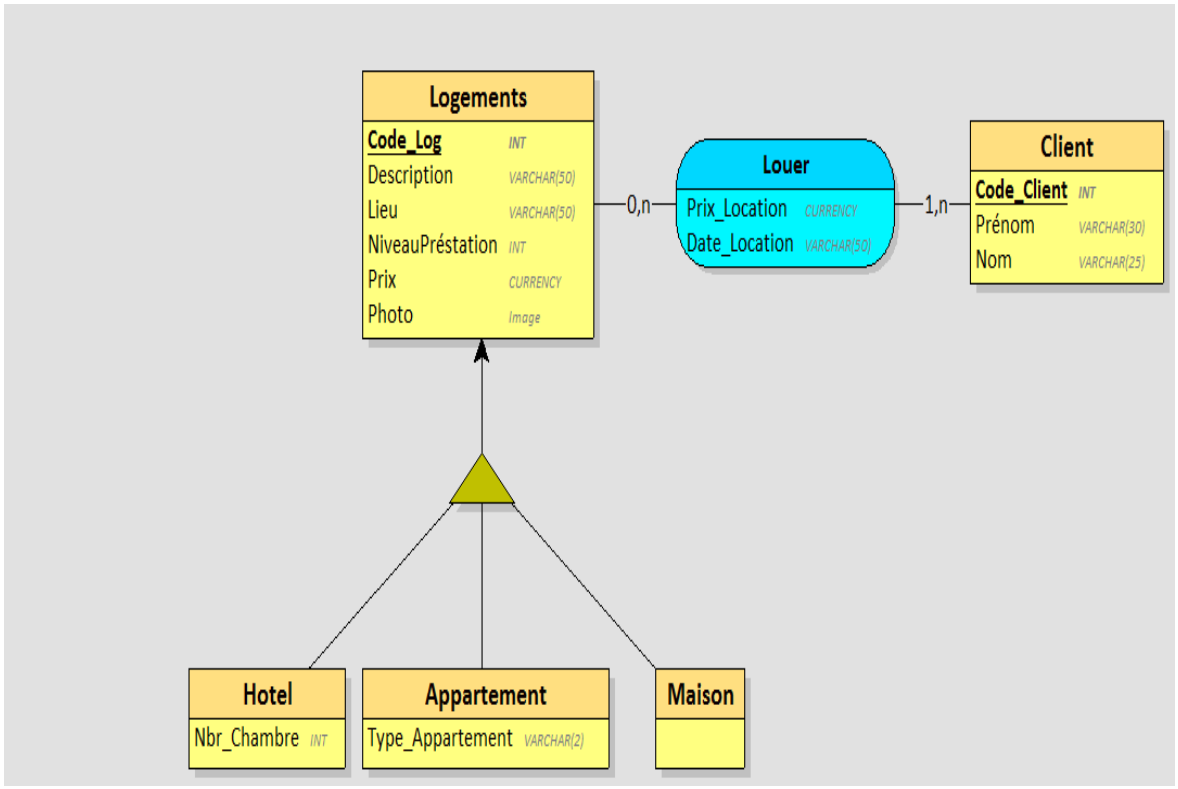
Service = (Id_Service, NomS , Spécialité) **;**
Soin = (Id_Soin *I* Description **);**
Médecin = (Id_Medecin , Nom_Med , Prénom_Med , Spécialité**);**
Infirmier = (Id_Infirmier , Nom , Date_Affectation , Prénom , Sexe , *#Id_Service*);
Séance_Soins = (Id_Séance , Objectif , Date_Réalisation_Séance , Date_Préscription_Séance , *#Id_Infirmier, #Id_Medecin*);
Composer = (*#Id_Séance, #Id_Soin*);
Travail = (*#Id_Service, #Id_Medecin*);

- Le diagramme de classe UML.

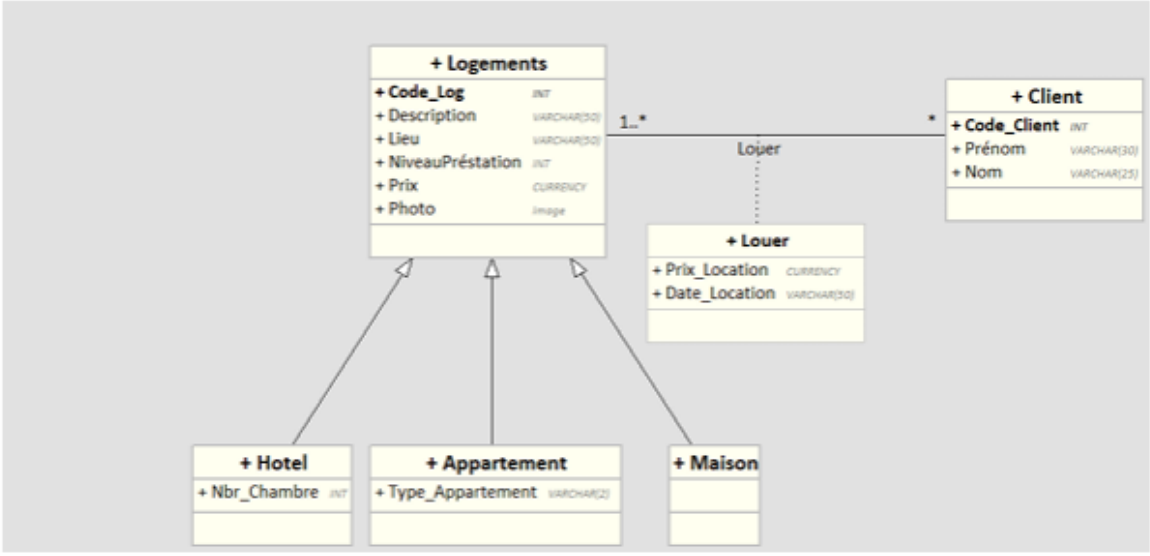


8.4.2. Exercice 02

Déduire le diagramme de classe UML

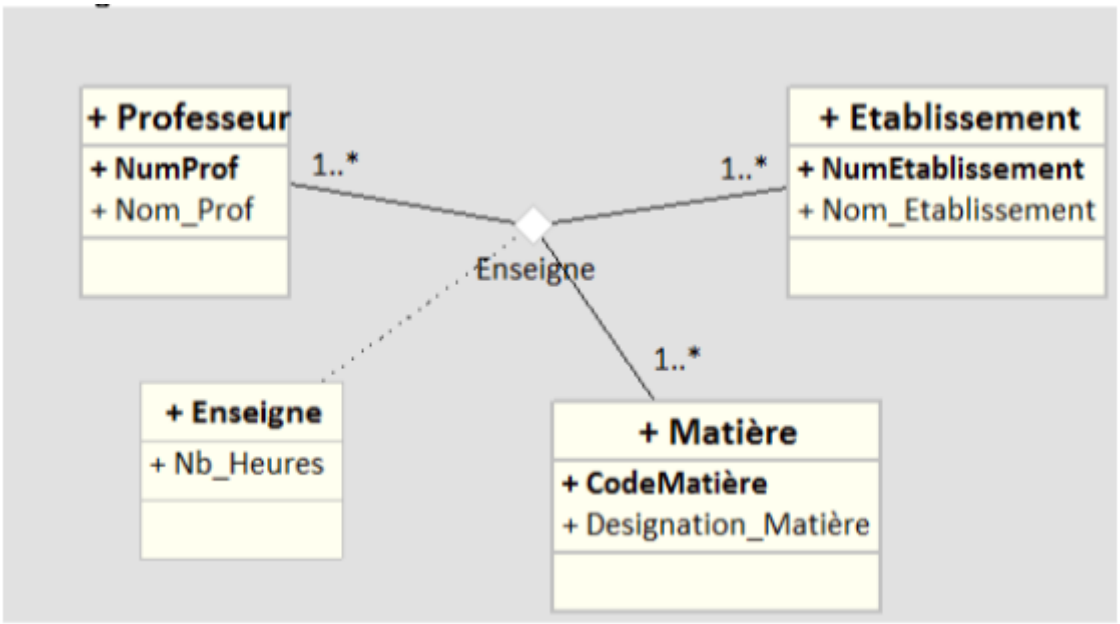


Corrigé de l'exercice 02



8.4.3. Exercice 03

Considérons le diagramme de classes UML suivant.

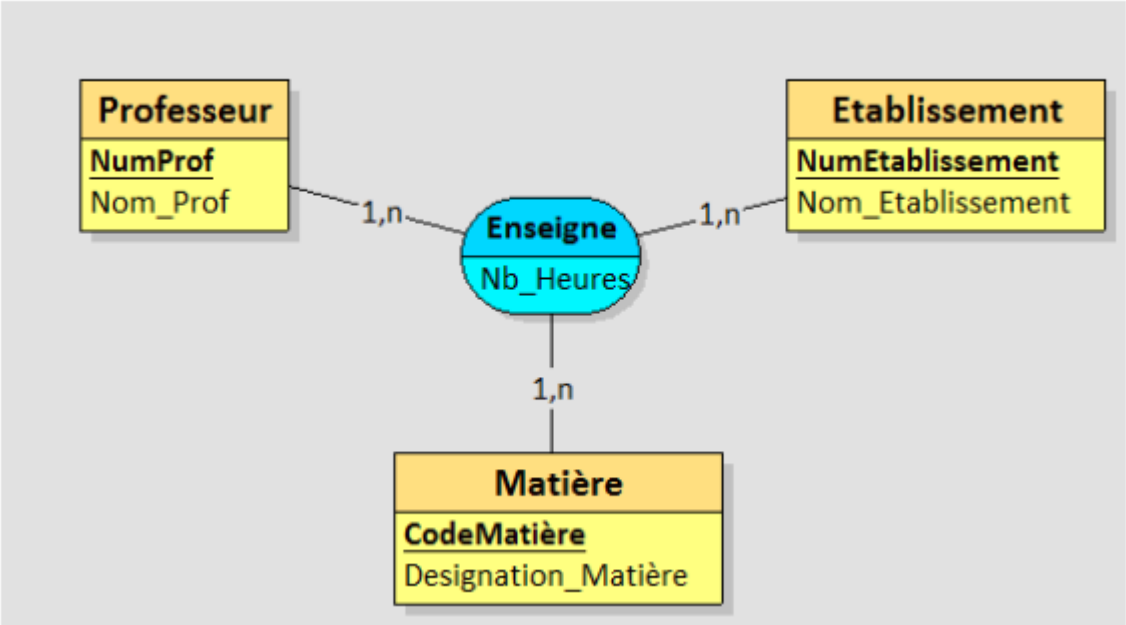


Questions :

- Déduire le MCD
- Déduire le MLDR

Corrigé de l'exercice 03

- Le MCD :



- **Le MLDR :**

Professeur (**NumProf**, Nom_Prof);

Etablissement (**NumEtablissement**, Nom_Etablissement);

Matière (**CodeMatière**, Designation_Matière);

Enseigne **(#NumProf, #NumEtablissement, #CodeMatière**, Nb_Heures);

8.4.4. Exercice 04

Un cabinet médical souhaite automatiser la gestion des rendez-vous des patients. Quand patient viens à la réception, il demande un rendez-vous pour une consultation.

L'agent d'accueil propose au patient les dates disponibles. Le patient **choisit** la date qui **lui convient** ; l'agent d'accueil **transmet** le rendez-vous au médecin et **remet** une confirmation au patient.

En cas d'empêchement, le médecin peut informer l'agent d'accueil afin d'annuler le rendez-vous, et **l'agent d'accueil** notifie le patient de cette annulation.

Questions :

- Identifier les acteurs impliqués dans ce système en précisant leur nature.
- Établir un tableau détaillant les flux d'informations.
- Élaborer le diagramme de flux d'informations correspondant.
- Élaborer le diagramme de cas d'utilisation.

Corrigé de l'exercice 04

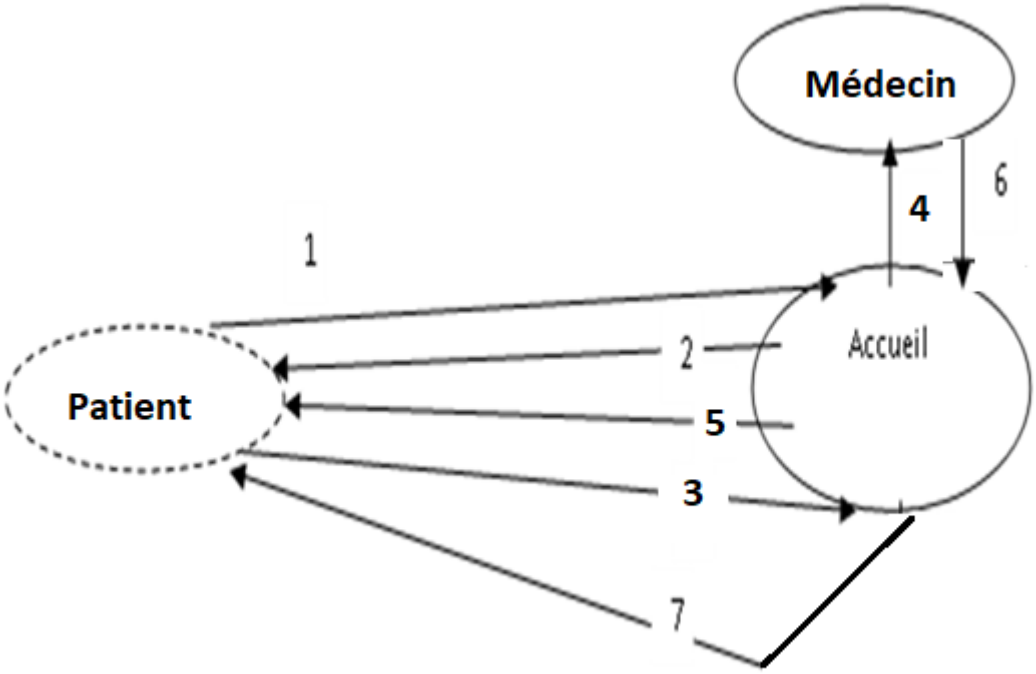
- Les acteurs du système

N°	Acteur	Nature
1	Patient	Externe
2	Agent de l'acceuil	Interne
3	Médecin	Interne

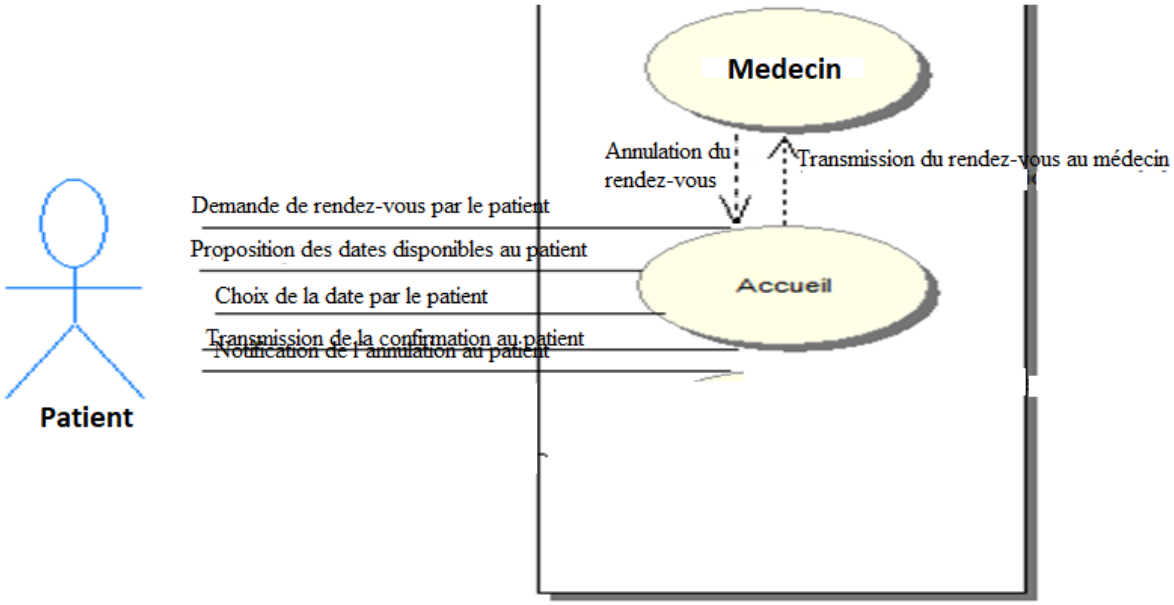
- Le tableau de flux

N°	**Description**
1	Demande de rendez-vous par le patient
2	Proposition des dates disponibles au patient
3	Choix de la date par le patient
4	Transmission du rendez-vous au médecin
5	Transmission de la confirmation au patient
6	Annulation du rendez-vous
7	Notification de l'annulation au patient

- Le diagramme de flux d'informations



- Le diagramme de cas d'utilisations



9. *Conclusion*

En conclusion de ce chapitre consacré aux méthodes de modélisation des SI, nous avons examiné en profondeur deux approches complémentaires : UML et MERISE. UML fournit un cadre standardisé et flexible pour spécifier, concevoir et documenter les systèmes d'information à travers différents diagrammes, permettant de représenter à la fois la structure, le comportement et les interactions des systèmes. MERISE, quant à elle, adopte une approche méthodique et rigoureuse, particulièrement efficace pour la gestion des données et l'analyse des processus métier complexes.

Nous avons également abordé l'héritage dans la modélisation, illustrant comment les entités peuvent être organisées de manière hiérarchique pour favoriser la réutilisation et la cohérence des données. De plus, le processus de passage du MCD au MLDR, suivi de la normalisation des relations, montre comment MERISE assure une structuration optimale des informations, évitant la redondance et garantissant l'intégrité des données.

La compréhension des objectifs et des différences de ces deux méthodologies vous permet de sélectionner la méthode la plus adaptée aux besoins spécifiques de chaque projet. L'intégration judicieuse d'UML et de MERISE peut non seulement faciliter la planification et la conception des systèmes, mais aussi renforcer leur robustesse, leur évolutivité et leur adaptabilité face aux défis technologiques et organisationnels.

En approfondissant ces concepts et en les appliquant dans vos études et vos projets professionnels, vous serez mieux équipés pour concevoir, améliorer et optimiser les systèmes d'information, contribuant ainsi à l'innovation et à la performance des entreprises et organisations dans un environnement numérique en constante évolution.

I. Chapitre 04 : Étude de quelques cas

1. Objectifs

Ce chapitre permet de fournir une exploration approfondie, détaillée des SIH, de la radiologie et du PACS (Picture Archiving and Communication System) et vise à :

- Définir les concepts fondamentaux relatifs aux systèmes d'information hospitalier, à la radiologie et au PACS, en soulignant leur importance.
- Expliquer les composants et les fonctionnalités de ces systèmes
- Analyser les bénéfices et les défis de ces systèmes
- Illustrer les cas d'utilisation qui démontrent l'application efficace de ces systèmes dans des environnements hospitaliers

2. Introduction

Les SI jouent sont très important dans le domaine de la santé, facilitant la gestion efficace des informations médicales et améliorant la qualité des soins aux malades. Dans ce chapitre nous allons concentrer sur l'étude de cas des SIH, en mettant particulièrement l'accent sur la radiologie et le PACS (Picture Archiving and Communication System).

Dans le contexte hospitalier moderne, la gestion efficace des données médicales est essentielle pour assurer des diagnostics précis, des traitements adaptés et une coordination efficace entre les professionnels de santé. Les SIH intègrent une gamme de technologies et de pratiques pour capturer, stocker, gérer et transmettre ces données de manière sécurisée et conforme aux normes réglementaires.

Plus spécifiquement, nous explorerons l'importance des systèmes d'information en radiologie, où l'imagerie médicale est importante dans le diagnostic et le suivi des patients. Le PACS, en tant que composant central de ces systèmes, permet le stockage numérique des images médicales et leur accès rapide par les professionnels de santé, améliorant ainsi l'efficacité des soins et la prise de décision clinique.

En analysant ces aspects critiques, nous visons à fournir une compréhension approfondie des applications pratiques des SI dans le domaine hospitalier, et comment ces technologies contribuent à améliorer les résultats cliniques, la gestion des ressources et l'expérience des patients.

3. Systèmes d'information en santé

Définition

Le SI de santé regroupe l'ensemble des applications numériques dédiées à la gestion des données de santé des usagers. Selon l'Organisation mondiale de la santé, il correspond à « une structure assurant la collecte, le traitement, l'analyse et l'exploitation des informations nécessaires à l'organisation et au fonctionnement des services de santé, ainsi qu'à la recherche et à l'enseignement » [15].

C'est un SI global, regroupant tous les types d'acteurs et ressources de santé. Il recouvre ainsi, par exemple [40] :

- le SIH mis en œuvre dans un établissement de santé [40] ;

- les systèmes de gestion de laboratoire (SGL) utilisés dans les laboratoires de biologie médicale [40] ;
- les systèmes d'information en radiologie (SIR), et d'archivage numérique de l'imagerie médicale ou PACS (Picture archiving and communication system) [40] ;
- les logiciels de gestion de cabinet (LGC) des professionnels de santé [40] ;
- les applications d'e-santé partagées telles que le dossier médical partagé (DMP), le dossier pharmaceutique (DP), etc. [40];

3.1. Objectif de système d'information de santé

Les principaux objectifs d'un SIS peuvent être résumés comme suit :

- ❖ Renforcer la qualité et la continuité des soins
- ❖ Faciliter la communication et le partage d'informations
- ❖ Assurer une meilleure continuité des soins
- ❖ Accroître la sécurité et la traçabilité
- ❖ Soutenir la prise de décision
- ❖ Optimiser l'utilisation des ressources
- ❖ Réduire les coûts liés au personnel

4. Système d'information hospitalier

Définition

Le Système d'Information Hospitalier (SIH) se caractérise par un système informatique permet à faciliter la gestion de l'ensemble des informations administratives et médicales d'un établissement hospitalier.

Le SIH rassemble les données, leurs règles de diffusion, leur traitement, ainsi que les modes de gestion, d'évaluation et les processus de décision stratégique d'un hôpital. Il est intégré dans les fonctions de pilotage, de logistique et de production des soins.

Sa performance dépend en grande partie du facteur humain, puisqu'il fait intervenir de multiples acteurs : patients, professionnels de santé, personnels administratifs et techniques. Il constitue un fort enjeu pour les établissements hospitaliers dans la mesure où il nécessite une véritable politique de l'information et du numérique [16].

Le développement des premiers SIH, essentiellement aux Etats-Unis et dans quelques pays d'Europe comme les Pays-Bas, la Suède ou la Suisse, remonte au milieu des années 1960.

4.1. Objectif de système d'information hospitalier

Les principaux objectifs d'un SIH sont les suivants

- ❖ Garantir le bon déroulement des activités quotidiennes de l'hôpital
- ❖ Faciliter la gestion administrative et médicale de l'établissement
- ❖ Permettre l'évaluation des activités et des performances
- ❖ Soutenir la planification et l'organisation des actions futures
- ❖ Disposer d'informations fiables pour une meilleure gestion

- ❖ Améliorer la qualité des soins à cause d'une meilleure connaissance des données patients

4.2. Composants d'un système d'information hospitalier

Le SIH est composé principalement de trois systèmes qui sont [17] :

Le système administratif assure la gestion des admissions des patients, le suivi de leurs déplacements au sein de l'hôpital (affectation des lits, transferts entre services), les sorties administratives ainsi que la facturation des frais de séjour. Il se compose de plusieurs sous-systèmes, notamment [17] :

- le système comptable, qui regroupe la comptabilité des fournisseurs, la comptabilité des clients (liée ici aux frais de séjour), ainsi que la gestion des immobilisations ;
- le sous-système d'administration quotidienne, qui prend en charge la facturation, la gestion du personnel, la gestion des stocks et, plus globalement, les activités comptables [17].

Le système logistique englobe l'ensemble des flux issus des activités médicales (prescriptions, résultats, transferts, archivage). Il mobilise les différents services cliniques et les plateaux techniques afin de soutenir le travail des équipes soignantes [17].

Les systèmes d'information médico-techniques couvrent l'ensemble du plateau technique, incluant les unités d'examens (laboratoires, imagerie médicale, explorations fonctionnelles), la pharmacie centrale, ainsi que certains services spécialisés comme la réanimation ou les soins intensifs. Ils se déclinent en plusieurs sous-systèmes [17] :

- le sous-système d'action médicale, qui concerne les activités réalisées par l'équipe soignante pour répondre aux besoins du patient : collecte d'informations, constitution et consultation du dossier médical, prise de décision, etc. [17] ;
- le sous-système de recherche et d'étude, qui exploite les dossiers patients (lorsqu'ils sont correctement constitués) à des fins épidémiologiques ou d'évaluation de la qualité des soins, contribuant ainsi à l'amélioration des connaissances médicales et des processus de gestion [17] ;
- le sous-système de planification hospitalière, orienté vers une vision stratégique, s'appuie sur l'analyse des activités et des données de morbidité pour orienter les décisions d'investissement (ressources humaines, équipements, infrastructures). Il interagit également avec des acteurs externes tels que les autorités de tutelle, l'offre de soins locale et l'état de santé de la population [17].

4.3. Dossier médical

Le Dossier Médical (DM) regroupe l'ensemble des informations administratives, médicales et paramédicales portant sur le patient, il est devenu un outil capital d'exercice pour tout professionnels de santé afin d'assurer le bon suivi de l'état d'un malade [41].

Le DM peut être un dossier manuel sous forme d'une enveloppe qui contient tous les documents et les informations concernant l'hospitalisation du patient, il accompagne le malade durant son séjour, une fois, il quitte l'hôpital son dossier va être destiné vers l'archive après une semaine, et il reste dans l'archive jusqu'à 5 ans. Comme il peut être un dossier informatisé. L'informatisation du DM permet de stocker, rechercher et manipuler l'information saisie lors des consultations des patients, elle sert

également à partager et échanger des données médicales entre les professionnels et les établissements de santé [41].

Le dossier médical informatisé assure la traçabilité de toutes les actions effectuées et le suivi du parcours hospitalier d'un patient ce qui [41] :

- Facilite l'accès aux informations pour les professionnels de la santé [41].
- Aide à la décision médicale [41].
- Favorise la coordination et la continuité des soins [41].
- L'informatisation du DM présente plus d'avantages par rapport au DM physique [41]

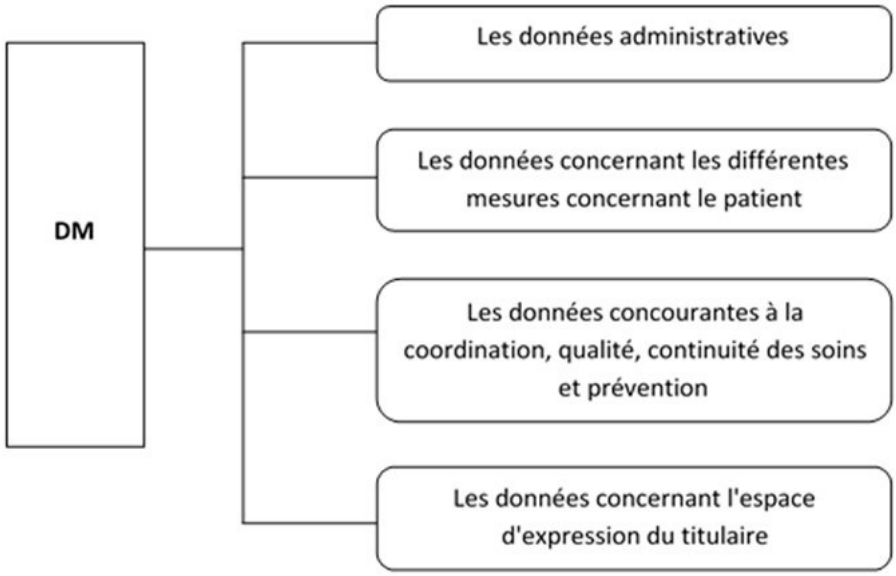


Figure VI.1. *Structure du dossier médical* [18]

Composants du DM

Le dossier médical peut être constitué des éléments suivants : [18]

A. Les données administratives : elles regroupent :

- Identification du titulaire : (identifiant, nom, prénom, date de naissance, sexe, profession, prénom père, nom mère, prénom mère, nationalité, situation familiale, nom époux, groupage, téléphone, adresse, email, numéro de sécurité sociale) [41].
- Rencontre (nom médecin, prénom médecin, spécialité du médecin, date de rencontre, interrogatoire, lettr d'admission, motifs d'hospitalisation, décisions (le type de prise en charge prévue, prescriptions effectuées)) [41].
- Personnes de confiance (nom, prénom, date de naissance, lien de parenté, téléphone, adresse, e-mail) [41].
- Garde malade (nom, prénom, date de naissance, lien de parenté, téléphone, adresse, e-mail) [41]

B. Les données concernant les différentes mesures concernant le patient, elles regroupent [41] :

- Poids,
- taille,
- sommeil,

- température,
- fréquence cardiaque,
- fréquence respiratoire,
- pression artérielle,
- taux d'insuline,
- l'électroencéphalographie (EEG),
- l'électrocardiogramme (ECG),
- l'électromyographie (EMG).

C. Les données concourantes à la coordination, qualité, continuité des soins et prévention : elles regroupent [41] :

- Les données médicales générales : antécédentes (personnels, familiaux), historiques des consultations, allergies et intolérances reconnues, prothèses et appareillage [41].
- Les données de soins : examens biologiques, examens d'imageries radiologiques ou d'autres imageries, traitements prescrits et administrés, soins reçus [41].
- Les données de prévention : facteurs de risque individuels, traitements - préventifs prescrits, calendrier des vaccinations [41].
- Les données de la chirurgie : (design de la chirurgie, heure de la chirurgie, nom chirurgien, prénom chirurgien, nom anesthésiste, prénom anesthésiste, protocole de la chirurgie, compte-rendu) [41].
- Compte-rendu d'accouchement [41].
- Résumé de sortie : (mode de sortie, certificat de sortie, ordonnances, rendez-vous) [41].

D. Les données concernant l'espace d'expression du titulaire : elles concernent le don d'organes (le consentement écrit par le patient) [41].

4.4. Dossier du soin

Il permet de recueillir les données de soins du patient, telles que :

- La feuille de surveillance ou relevé des constantes (poids, taille, tension artérielle) qui permet d'enregistrer et suivre leur évolution. Informatiquement, ce relevé de constantes remplace le dossier papier, historiquement accroché au fond du lit du patient. Elle est souvent appelée pancarte dans le cadre informatique [42] ;
- Les fiches de transmission des infirmières donnant des informations générales ou spécifiques de l'état du patient : c'est le résumé qui est saisi après la réunion faite entre les Infirmiers travaillant la nuit et ceux qui prennent la relève de jour [42] ;
- La fiche de liaison infirmière : il s'agit du document destiné à être remis au service ou à l'établissement receveur lors de la sortie ou du transfert du patient [42].

4.5. Les bénéfices attendus d'un SIH

La mise en place d'un SIH permet d'améliorer de manière significative l'organisation et la qualité des services de santé. En facilitant la gestion et la circulation des informations médicales, il contribue

à optimiser le travail des professionnels, à renforcer la sécurité des soins et à améliorer l'efficacité globale de l'établissement. Les principaux bénéfices attendus peuvent être présentés comme suit :

Gain de temps :

- Accès rapide et facile aux données médicales
- Réduction de la durée du cycle des examens
- Diminution des tâches effectuées par le personnel médical et/ou infirmier

Réduction des erreurs :

- Diminution des erreurs dans les prescriptions médicales
- Réduction des erreurs de transcription des résultats

Accès facilité aux connaissances :

- Amélioration de l'accès à l'information médicale
- Gains de productivité

5. Système d'information de radiologie

Définition

Le système d'information de radiologie *(*SIR) est un type de solution logicielle de radiologie permettant de stocker et de gérer des données d'imagerie médicale. Tout comme un système d'information hospitalier, il automatise la gestion des données, mais il est adapté spécifiquement aux services de radiologie [43].

Les multifonctionnalités composant ce système permettent de définir et de gérer de manière spécifique des profils utilisateurs différents (prescripteurs, radiologues, manipulateurs, secrétaires). Composé d'une partie gestion et d'une partie image [43].

5.1. Les différentes parties de gestion d'un SIR

- Gestion du parcours du patient
- Gestion des rendez-vous des examens
- Gestion des informations spécifiques à la radiologie
- Gestion de comptes-rendus
- Gestion de stockages des données

5.2. Les fonctions d'un SIR

Les principales fonctions d'un SIR sont les suivantes :

Prise de rendez-vous

- Planification des examens par recherche de créneaux horaires (par salle, jour, semaine…)
- Proposition automatique de plages disponibles
- Accueil et information des patients (déroulement de l'examen, conditions, contre-indications…)
- Gestion des indisponibilités (personnel, matériel, jours fériés, gardes…)
- Impression d'étiquettes et numérisation des ordonnances

Gestion du dossier radiologique du patient

- Consultation des examens et comptes-rendus antérieurs
- Visualisation des données médicales permanentes (allergies, pacemaker, etc.)
- Suivi des doses de rayons X reçues

Gestion des ressources

- Organisation et suivi des employés
- Gestion des salles et équipements

Gestion des examens radiologiques

- Codification et description des examens
- Saisie des consommables (médicaments, produits de contraste…)
- Gestion des protocoles de réalisation
- Consultation des critères de réussite des examens

Gestion des comptes-rendus d'examens

- Gestion des statuts (provisoire, validé, à valider, à corriger)
- Utilisation de modèles (templates) de comptes-rendus
- Intégration des données patientes, médecin, date et type d'examen
- Intégration d'images médicales
- Création, impression et transmission des comptes-rendus (email, prescripteur…)

Édition et impression de documents

Recherche médicale

6. Système d'archivage et de communication d'images (PACS)

Définition

Un système d'archivage et de communication d'images (PACS) est devenu un outil indispensable pour les établissements de santé. En remplaçant la radiologie filmique traditionnelle par une infrastructure numérique basée sur le cloud, le PACS améliore l'efficacité, l'accessibilité et la sécurité de l'imagerie médicale [19] [44].

Le PACS est un système informatique dédié à la gestion des images médicales, intégrant des fonctions d'archivage, de stockage et de communication rapide. Il est généralement interfacé avec le système d'information radiologique (SIR). Ce type de solution permet de numériser les images radiologiques, de les visualiser sur écran, de les transmettre et de les archiver, tout en remplaçant les supports traditionnels sur film.

Il prend en charge les différentes étapes du cycle de gestion des images :

- l'acquisition des images à partir des équipements médicaux
- leur archivage sous forme électronique
- leur transmission via le réseau et leur consultation
- leur traitement et leur interprétation sur des stations dédiées

6.1. Principe du PACS

Le PACS repose sur le standard DICOM (Digital Imaging and Communications) de communication et de description des images. Il s'agit d'une norme, d'un standard, ou encore d'une structure commune pour la gestion informatique de l'imagerie médicale. Il permet l'archivage aisé des images et des informations qui y sont associés et facilite leur transmission.

Le PACS ne peut fonctionner sans SIR qui identifie les patients. IL peut être imbriqué dans SIH de l'établissement et prétendre à une totale interaction avec le SIR. Ces connexions entre différents systèmes ont pour but l'échange de données primordiales au bon fonctionnement de l'ensemble du réseau

6.2. Composants d'un PACS

Le système PACS repose sur un ensemble de composants matériels et logiciels permettant l'acquisition, le traitement, le stockage et la diffusion des images médicales au sein de l'établissement de santé. Ces éléments interconnectés assurent la gestion complète du cycle de vie des images, depuis leur production jusqu'à leur consultation et leur archivage. Les principaux composants d'un PACS sont les suivants :

- Les stations informatiques intégrées au PACS : stations d'acquisition d'images (IRM, scanner…), stations de post-traitement, stations de lecture et de diagnostic, ainsi que stations d'administration réseau et serveurs
- Les modalités productrices d'images : IRM, scanners, échographes, systèmes de radiologie, etc.
- Les dispositifs de duplication d'images : imprimantes médicales, graveurs CD/DVD, etc.
- Les dispositifs de stockage et d'archivage : disques durs et autres supports de conservation des images
- L'infrastructure réseau : câblage, serveurs, routeurs et interfaces de communication DICOM permettant l'échange et la circulation des images médicales

6.3. Objectifs et avantages PACS

Les principales fonctions d'un PACS sont les suivantes :

- Collecter, stocker et archiver les images ou vidéos numériques ainsi que les données provenant des différentes modalités productrices (scanner, IRM, échographes, etc.)
- Assurer la conservation des images numériques sans risque de perte ou de détérioration, conformément aux contraintes réglementaires (durée de conservation, taux de compression…)
- Fournir un accès rapide, simple et sécurisé aux images et données pour les utilisateurs autorisés depuis toute station PACS connectée au réseau
- Permettre le post-traitement des images, la comparaison d'examens, la visualisation multimodale et le recalage d'images afin d'améliorer l'interprétation diagnostique
- Autoriser l'accès simultané à une même image depuis plusieurs stations PACS
- Faciliter la sélection des images pertinentes pour le diagnostic et le suivi
- Associer les comptes-rendus aux images et suivre l'avancement des examens
- Permettre la diffusion des images en dehors de la structure hospitalière (CD pour les patients, transfert vers d'autres établissements via le réseau)
- Intégrer les images dans des bases de données nationales
- Assurer la traçabilité des dossiers, des examens et des intervenants (preuve médico-légale)
- Garantir une accessibilité continue (24h/24)
- Réduire les coûts et le temps liés à la production et à la gestion des images radiologiques

6.4. Limites et difficultés d'un PACS

Bien que l'implémentation d'un système PACS dans un établissement de santé représente une avancée majeure en matière de gestion et de diffusion des images médicales, son adoption peut s'accompagner de plusieurs contraintes techniques, organisationnelles et humaines. Ces limites doivent être prises en considération afin d'assurer une intégration efficace et durable du système. Les principales difficultés rencontrées sont les suivantes :

- Le coût élevé de mise en œuvre, incluant l'acquisition du matériel, des logiciels, l'infrastructure réseau, la maintenance, la sécurisation et la formation du personnel
- La nécessité de modifier les habitudes et les pratiques de travail du personnel hospitalier
- La gestion et la limitation des capacités de stockage face au volume croissant des données d'imagerie
- La définition et la gestion rigoureuse des utilisateurs autorisés ainsi que des droits d'accès aux images médicales

7. Conclusion

Ce chapitre consacré aux définitions et aux principes des systèmes d'information de santé notamment les SIS, SIH, SIR et PACS a permis de présenter les bases essentielles de ces technologies devenues incontournables dans les établissements de santé. Le SIH contribue à une gestion structurée et coordonnée des données médicales, favorisant ainsi la continuité et la qualité des soins, tandis que le PACS assure une gestion performante des images médicales, facilitant leur stockage, leur consultation et leur partage pour le diagnostic et le suivi des patients.

La compréhension de ces concepts fondamentaux permet d'apprécier l'impact majeur des systèmes d'information sur l'amélioration de la qualité des soins, la sécurisation des données et l'optimisation

du fonctionnement des structures sanitaires. Elle met également en évidence l'évolution constante des pratiques médicales sous l'effet de la transformation numérique.

Ainsi, la maîtrise de ces systèmes constitue un atout important pour tout professionnel du domaine, en contribuant à l'amélioration continue des processus cliniques et organisationnels et en favorisant l'intégration des innovations technologiques au service de la santé.

VII. Conclusion générale

En conclusion, ce polycopié consacré aux **Systèmes d'Information Hospitaliers (SIH)** a permis de mettre en évidence l'importance stratégique des SI dans le fonctionnement et la performance des organisations, et plus particulièrement dans le domaine de la santé. À travers une approche progressive et structurée, les étudiants ont pu acquérir une compréhension globale des concepts fondamentaux des systèmes d'information, de leurs composantes, de leurs objectifs et de leur rôle central dans l'aide à la décision et l'optimisation des processus.

L'étude approfondie des opportunités, des objectifs et des compétences nécessaires à l'analyse des systèmes d'information a permis de développer une vision méthodique et critique, indispensable pour tout futur ingénieur en **Génie Biomédical**, spécialité *Informatique Biomédicale et Hospitalière*. La maîtrise des méthodes d'analyse, qu'elles soient classiques ou modernes telles que **Merise** et **UML**, constitue un socle essentiel pour la conception, la modélisation et l'amélioration des systèmes complexes.

Les études de cas pratiques, notamment celles relatives aux SIH et aux systèmes d'identification des patients, ont permis de relier la théorie à la réalité du terrain hospitalier. Elles ont mis en lumière les enjeux liés à la qualité des soins, à la sécurité des patients, à la gestion optimale des ressources et à la transformation numérique du secteur de la santé.

Ainsi, ce cours ne se limite pas à une simple acquisition de connaissances théoriques, mais vise à développer des compétences analytiques, organisationnelles et techniques permettant aux étudiants de participer activement à la conception, à l'évaluation et à l'amélioration des systèmes d'information hospitaliers. Dans un contexte marqué par l'évolution rapide des technologies numériques et des exigences en matière de santé, la maîtrise des SIH représente un levier fondamental pour l'innovation, l'efficacité et l'excellence des services de santé.

En perspective, les compétences acquises à travers ce module constituent une base solide pour des études approfondies, des projets de recherche ou une intégration professionnelle dans le domaine des technologies de l'information appliquées à la santé.

VIII. Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux experts qui ont accepté d'expertiser ce polycopié. Leurs remarques pertinentes, leurs recommandations constructives et leur regard scientifique rigoureux ont contribué de manière significative à l'amélioration de la qualité de ce support pédagogique.

Mes sincères remerciements s'adressent également aux membres du comité scientifique du département ainsi qu'à ceux de la faculté pour leur accompagnement, leur soutien académique et leur engagement constant en faveur du développement et de la valorisation des supports pédagogiques.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance particulière au Chef de Département, **Monsieur Hamza Cherif Lotfi**, pour son encouragement, son appui institutionnel et son intérêt porté à ce travail.

J'adresse aussi mes remerciements à **Monsieur Abderrahim Mohammed El Amine** pour son aide précieuse, ses conseils avisés et son soutien dans la préparation et l'amélioration de ce cours.

Enfin, je remercie chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce polycopié. Leur soutien et leur collaboration ont été d'une grande valeur dans l'aboutissement de ce travail.

IX. Références

[1] LAUDON, K. C., & LAUDON, J. P. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.), 2020.

[2] WINTER, A., Ammenwerth, E., Bott, O. J., Brigl, B., Buchauer, A., & Gräber, S. Strategic Information Management in Hospitals. Springer, 2011.

[3] ABDERRAHIM Mohammed El Amine, Support de cours et travaux dirigés : Base de données médicales, Université de Tlemcen, 2018.

[4]https://liora.io/systeme-dinformation-tout savoir#:~:text=D%C3%A9finition%20du%20syst%C3%A8me%20d'information,un%20ordinateur%20ou%20un%20r%C3%A9seau, Consulté le (15/09/2025)

[5]https://itsocial.fr/enjeux-it/enjeux-infrastructure/datacenter/quest-systeme-dinformation-5-meilleurs-articles-systeme-dinformation/, Consulté le (21/09/2025)

[6]**https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/bdd/bddintro.htm#:~:text=Qu'est%2Dce%20qu',pour%20pouvoir%20partager%20des%20donn%C3%A9es,** Consulté le (17/10/2025)

[7] CONNOLLY, T., & Begg, C. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management (6th ed.), 2015.

[8] ELMASRI, R., & Navathe, S. B. Fundamentals of Database Systems (7th ed.), 2016.

[9] **https://univ-soukahras.dz/moodle/mod/page/view.php?id=42503**, Consulté le (20/10/2025)

[10] **https://www.limpida.com/blog/dictionnaire-donnees,** Consulté le (22/10/2025)

[11] Jean BERNARD Bakonga, Chapitre 04 : Dépendances fonctionnelles (DF).

[12] MAMMASS Mouad, Support de cours : Modèle conceptuel de données (MCD) L2 Informatique de gestion 2

[13] STEPHANE Crozat, L'héritage dans la modélisation conceptuelle de données.

[14]chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://igm.univ mlv.fr/~chochois/RessourcesCommunes/BDD/Modelisation/coursHeritage.pdf Consulté le 25/2/2025

[15]**https://www.presses.ehesp.fr/sigle/sis-systeme-dinformation-de-sante/?srsltid=AfmBOoq6NJ2wQvifnaGzAWmV1DPpOe_tilq7fFxNQ_FJzq0hU2Wyw2tz consulté le 25/2/2026**

[16] https://www.apmintelligence.com/libre_liste?id=45 consulté le 24/2/2026

[17] DIFFALLAH Kamelia, SIFAOUI Fatma, sous la direction de SALMI Samya. *Analyse du système de santé algérien*. Mémoire de Master en Sciences économiques, option Économie de la santé, Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2023.

[18] Asma Belaidi and Mohammed El Amine Abderrahim, Access control to the electronic health records: a case study of an Algerian health organisation, International Journal of Medical Engineering and Informatics, 2021.

[19] https://www.medicai.io/fr/pacs-systeme-darchivage-et-de-communication-dimages-un-guide-complet consulté le 26/2/2026

[20] Kareke Mireille, MISE EN PLACE D'UNE APPLICATION INFORMATIQUE SÉCURISÉE DE GESTION DE LA PRODUCTION DU COTON: «CAS DE LA COMPAGNIE DE GÉRANCE DE COTON À BUJUMBURA», Mémoire de Master en génie informatique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université du Burundi, (2023)

[21] Chapitre 6 téléchargé : ff.tu-sofia.bg

[22] https://theses.hal.science/tel-00717428 consulté le 30/04/2026

[23] https://123dok.net/document/yevvvl1z-initiation-aux-bases-de-la-methode-d-analyse-merise.html consulté le 30/04/2026

[24] https://www.cours-gratuit.com/cours-merise/initiation-aux-bases-de-la-methode-d-analyse-merise consulté le 30/04/2026

[25] https://qcours.blogspot.com/2016/02/la-methode-danalyse-merise.html consulté le 30/04/2026

[26] https://ebin.pub/merise-guide-pratique-french-edition-2746048450-9782746048454.html consulté le 30/04/2026

[27] extrait du livre, chapitre 3 : le modèle conceptuel de données, www.editions-eni.fr consulté le 30/04/2026

[28] https://commentouvrir.com/intertech/comprendre-le-code-18-et-limportance-dun-dictionnaire-de-donnees/ consulté le 30/04/2026

[29] https://fr.scribd.com/doc/151771181/Conception-de-Bases-de-Donnees-Avec-UML consulté le 30/04/2026

[30] Patrick IZATINA MBALA, Conception d'une application web pour la publication des résultats académiques dans un portail documentaire, Institut Supérieur de Techniques Appliquées - Licence 2014

[31] Jean-Luc BAPTISTE, modélisation des données et des traitements, manipulations avec le langage SQL, conception d'une application mobile, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://static.fnac-static.com/multimedia/editorial/pdf/9782409015342.pdf consulté le 30/04/2026

[32] https://www.synonyme-du-mot.com/les-articles/cest-quoi-mcd-et-mld consulté le 30/04/2026

[33] https://idoc.pub/documents/idocpub-x4e6055379n3 consulté le 30/04/2026

[34] Ouafae Baida, Système d'information et base de données, Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des sciences et techniques de Tanger, Département de génie informatique, https://slideplayer.fr/slide/11803555/

[35] https://pdfcoffee.com/correction-td2-3-pdf-free.html consulté le 30/04/2026

[36] https://fr.scribd.com/document/394475016/Support-cours-systeme-information-version-2017-22-10-17-pdf consulté le 30/04/2026

[37] https://fr.wikipedia.org/wiki/Forme_normale_%28bases_de_donn%C3%A9es_relationnelles%29 consulté le 30/04/2026

[38] https://www.ionos.fr/digitalguide/hebergement/aspects-techniques/normalisation-base-de-donnees/ consulté le 30/04/2026

[39] Ahmed HAMMAD, Contributions a la modelisation et a la validation des systemes complexes, HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES DE LETABLISSEMENT UNIVERSITE BOURGOGNE FRANCHE-COMTE PREPAREE A LUNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE, 2018

[40] https://www.identito-na.fr/systemes-information-en-sante consulté le 1/5/2026

[41] Asma Belaidi, Contrôle d'accès et sécurité du dossier médical informatisé, thèse de doctorat, Génie biomédical, université de Tlemcen, 2019

[42] Guiral, Emilie, Les systèmes d'information hospitaliers : histoire, enjeux et difficultés rencontrés, devenir et lien avec la médecine de ville, thèse, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2014

[43] https://www.postdicom.com/fr/services/ris consulté le 1/5/2026

[44] https://www.medicai.io/fr/pacs-systeme-darchivage-et-de-communication-dimages-un-guide-complet consulté le 5/1/2026

[45] https://itsocial.fr/enjeux-it/enjeux-infrastructure/datacenter/quest-systeme-dinformation-5-meilleurs-articles-systeme-dinformation/ consulté le 4/5/2026

[46] https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12507970.2004.11516825 consulté le 4/5/2026

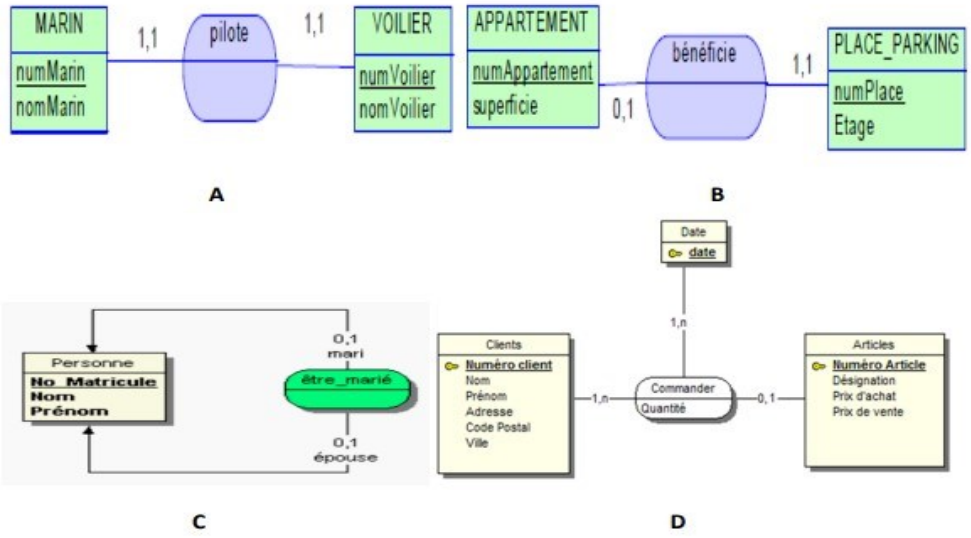
[47] https://www.coursehero.com/file/72029773/01-concepts-de-base-2014a5-1pdf/ consulté le 4/5/2026

X. Annexe

1. *Examen*

1.1. Questions

- Définir les sous-systèmes d'un système de gestion de base de données (SGBD).
- Déduire le MLDR de MCD qui est modélisé correctement :

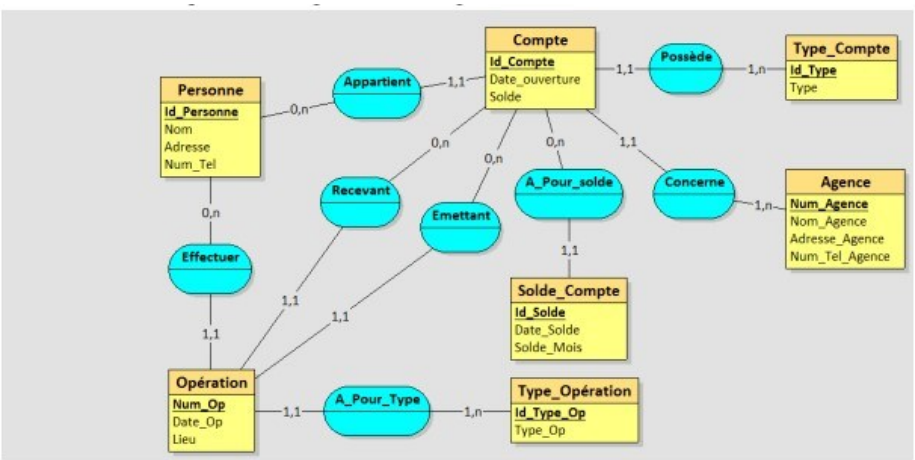


- Voici cette relation :

Commande (CodeClient, NumProduit, DateLivraison, quantité, TypeProduit) Cette relation est dans quel niveau ?

1.2. Exercice 01

Le MCD suivant représente «la gestion d'une agence bancaire»



Questions :

- Déduire le modèle logique de données relationnelles (MLDR)
- Déduire le diagramme de classe UML

1.3. Exercice 02

Nous souhaitons modéliser un système d'informations dans un hôpital, à partir de l'analyse de l'existant nous avons recueillis les informations suivantes :

L'hôpital a un ensemble d'employés qui sont des docteurs et des infirmiers. Chaque employé possède un numéro d'employé, un nom, un prénom, une date de naissance et une adresse, Nous connaissons pour chaque docteur sa spécialité et pour chaque infirmier son salaire.

Cet hôpital est composé de plusieurs services, pour lesquels on connaît le code, le nom, le bâtiment, chaque service est dirigé par un et un seul docteur et contient plusieurs salles. Une salle est représentée par un numéro de salle, et un nombre de lits qu'elle possède et elle est surveillée par un ou plusieurs docteurs. Un infirmier est affecté à un et un seul service.

Les malades de l'hôpital sont représentés par un numéro de malade, un nom, un prénom, une adresse et un numéro de téléphone. Un malade est hospitalisé dans une salle avec un numéro de lit. Il est soigné par un ou plusieurs infirmiers.

Questions

- Concevoir le dictionnaire de données pour l'entité employé et pour l'entité salle.
- Concevoir le modèle conceptuel de données (MCD)

2. Examen de rattrapage

2.1. Questions

- Dans une entreprise, la manipulation des données et l'exécution des tâches au sein d'un poste de travail sont toujours gouvernées par un certain nombre de règles traduisant des objectifs ou des contraintes.

Définir ces règles de gestion.

- Voici cette relation :

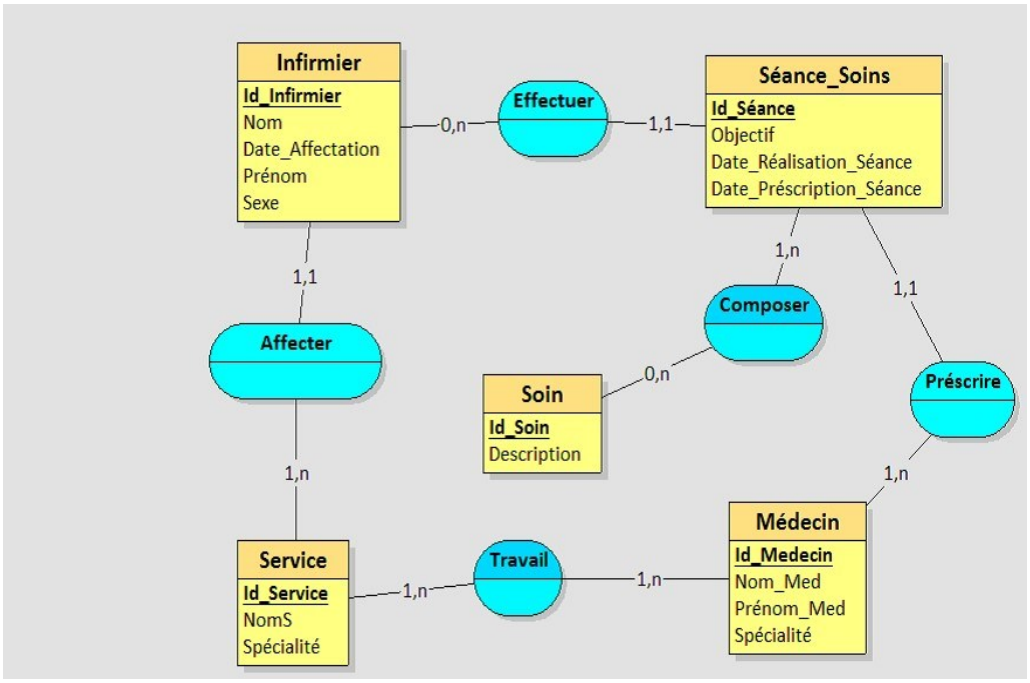
A (NumEnseignant, NumCours, AdresseEnseignant, NomEnseignant, NomCours, LangueCours, NumDepartement, NomDepartement). Faire une normalisation de cette relation.

- Connaissant le numéro d'un étudiant et le code d'un cours nous pouvons connaître de façon sûre et unique la note de cet étudiant.

Déterminer les dépendances fonctionnelles possibles.

2.2. *Exercice 01*

Soit le MCD suivant :

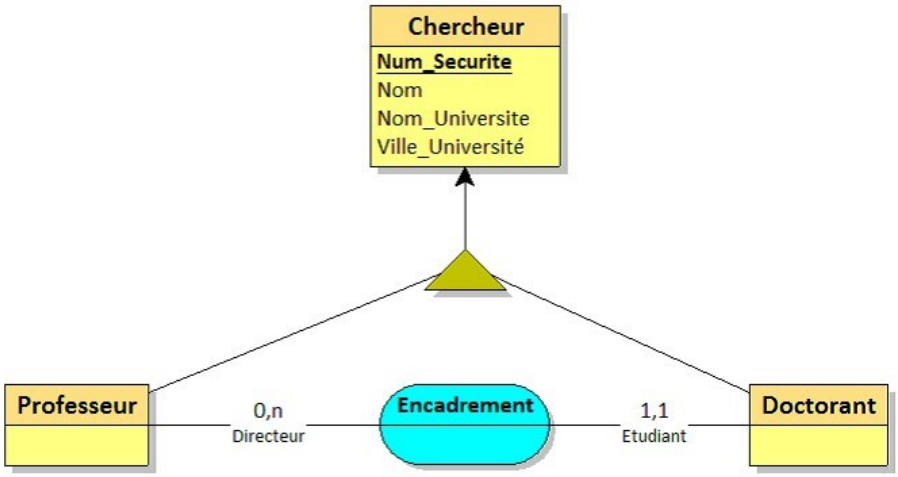


Questions

- Déduire le modèle logique de données MLDR
- Déduire le diagramme de classe UML

2.3. *Exercice 02*

Soit le MCD suivant :



Dessiner le diagramme de classes UML