



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie industriel

Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

ALLAL Lilia Ghizlene
BESSAOU Djazia

Thème

**Réalisation d'une application web pour
la gestion d'un système de traçabilité
d'une chaîne d'approvisionnement
pharmaceutique**

Soutenu publiquement, le 04/07/2022, devant le jury composé de :

M BENNEKROUF Mohammed	MCA	ESSA. Tlemcen	Président
M BEKADDOUR Akkacha	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M MALIKI Fouad	MCB	ESSA. Tlemcen	Co- Directeur de mémoire
M BRAHAMI Mustapha Anwar	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur 1
M KARAOUZANE Zoheir	MAA	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Remerciements



Nous tenons en premier lieu à remercier « Allah » tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour mener à terme ce travail.

On souhaite exprimer notre immense reconnaissance au professeur BEKADDOUR Akkacha, notre encadrant qui sans lui, la réalisation de cette thèse n'aurait pas été possible. Merci pour sa patience, ses judicieux conseils et remarques constructives.

Nous remercions également Monsieur MALIKI Fouad responsable de notre formation, pour son écoute et sa compagnie nous ont fait du bien.

Nous remercions également le membre de jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous nos proches et amis qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.



Dédicaces



Je dédie ce mémoire à :

*Mes parents que dieu les bénisse, longue vie à eux,
Mon père Zinou pour tout ce qu'il a fait pour moi,
Ma mère Rachida que dieu la guérisse et la garde
pour moi*

*Mon fiancé Arslan, qui m'a toujours encouragé dans
mes nombreux moments de doute, d'insécurité et de
questionnement. Merci pour tout.*

*Mes sœurs Zineb Radia et Sarra, Mon frère Hamid
pour leur soutien quotidien*

*Mes neveux Mohamed, Younes, Saadou, Youcef, Amir
Et Ma nièce Adorée Yasmine*

*Mes amies Kheira, Soumia, Marwa, Ghofrane
Et surtout Mon binôme et sœur Lilia pour son aide
précieuse et sa patience*

*A toutes les personnes qui ont participé de près ou de
loin à la réalisation de ce mémoire*

Merci

Djazia. B



Dédicaces



Je dédie ce travail

Aux êtres les plus chers à mes yeux, mes parents mes modèles et à qui je dois ce que je suis, Mustapha Kamal et Rachida que Dieu les bénisse.

A mes chers frères Anas Imad et Chahine

Qui ont toujours été là pour moi et m'ont encouragée à donner le meilleur de moi-même.

*A ma chère grand-mère Nouria et à mes oncles et tantes,
En particulier, Amine et Chafik pour m'avoir conseillée et motivée.*

A mes amies Amel, Amani, Amina, Khadidja, Marwa,

Et surtout à mon binôme et soeur Djazia pour sa présence.

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

*A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin
à la réalisation de ce mémoire.*



Merci

Lilia. A

Liste des figures :

Figure 1 : Contenu d'un bloc de la Blockchain – Blockchain France	14
Figure 2 : Architecture de la Blockchain - Blockchain France.....	15
Figure 3 : Schéma et transactions d'une base de données distribuée.....	18
Figure 4 : Architecture Client multiple/Serveur unique	20
Figure 5 : Architecture client multiple / serveur multiple.....	20
Figure 6: Structure générale de la chaîne logistique.....	26
Figure 7 : Chaîne logistique pharmaceutique.....	27
Figure 8 : Blockchain pour la traçabilité des médicaments.....	34
Figure 9 : Exemple d'une base de données.....	38
Figure 10 : Représentation d'une entité et ses éléments	40
Figure 11 : Représentation d'une association entre deux entités avec les cardinalités	42
Figure 12 : Représentation des instances de la table laboratoire.....	42
Figure 13 : Exemple d'un modèle conceptuel de données	44
Figure 14 : exemples des requêtes SQL.....	47
Figure 15 : les acteurs de la chaîne pharmaceutique.....	48
Figure 16 : Représentation du MCD entre le fournisseur et le laboratoire	49
Figure 17 : Représentation du MCD entre le laboratoire et l'autorité locale	50
Figure 18 : Représentation du MCD entre le laboratoire et le grossiste	51
Figure 19 : Représentation du MCD entre le pharmacien et le grossiste	52
Figure 20 : Représentation du MCD entre le patient et le pharmacien.....	53
Figure 21 : Diagramme du cas d'utilisation du fournisseur.....	63
Figure 22 : Diagramme du cas d'utilisation du laboratoire.....	64
Figure 23 : Diagramme du cas d'utilisation du grossiste.....	65
Figure 24 : Diagramme de cas d'utilisation du pharmacien.....	66
Figure 25 : diagramme de cas d'utilisation du patient.....	66
Figure 26 : fenêtre de connexion pour le laboratoire.....	77
Figure 27 : fenêtre de traçabilité de la facture pour le patient.....	78
Figure 28: fenêtre de traçabilité du patient.....	78
Figure 29 : fenêtre de traçage de produit par le patient	78
Figure 30 : fenêtre de traçabilité pour le pharmacien	79
Figure 31 : traçage du lot par le pharmacien	80
Figure 32 : traçage du produit en aval par le pharmacien	80
Figure 33 : traçage de la facture en aval par le grossiste	81
Figure 34 : traçabilité du lot en amont par le grossiste	81
Figure 35 : traçabilité du produit en aval par le laboratoire	82
Figure 36 : nomenclature du produit	83

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE :	8
CHAPITRE 1 : La technologie blockchain	11
1. Introduction.....	11
2. Définition de la Blockchain.....	12
3. Architecture d'une blockchain	13
4. Les avantages de la technologie Blockchain	15
5. Sérialisation des données.....	16
6. Les bases de données distribuées	17
7. Architecture des bases de données distribuée	18
8. Conclusion :	21
Chapitre 2 : Système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produit pharmaceutiques	23
1. Introduction :.....	23
2. Historique de la chaîne logistique	24
3. Définition d'une chaîne d'approvisionnement :.....	25
4. Définition d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique.....	26
5. Définition d'un système de traçabilité :	27
6. Définition de la traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique.....	28
7. Les acteurs d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique.....	30
8. Présentation de la technologie Blockchain dans le secteur de la logistique pharmaceutique et ses avantages	33
9. Conclusion	35
Chapitre 3 : Modélisation du système de traçabilité de chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques.....	37
1. Introduction :.....	37
2. Modélisation et implémentation de la base de données	37
2.1 Définition des bases de données.....	37
2.2. La méthode de modélisation MERISE	39
2.3. Le langage SQL.....	46
2.4 La modélisation conceptuelle de la base de données de traçabilité de produits pharmaceutiques :.....	47
2.5 La modélisation logique de la base de données de traçabilité des produits pharmaceutiques.....	53
2.6 Dictionnaire de données	56
2.7 Implémentation avec le langage SQL :	59

3.	Modélisation et implémentation des services :	60
4	Interface de l'application :	76
4.1	Le langage HTML :	76
4.2	Le langage CSS :	76
4.3	Implémentation de l'interface :	76
5.	Conclusion	83
	Conclusion générale et perspectives :	85
	Bibliographie	87
	Webographie	87
	Résumé	89

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE :

Il ne fait désormais plus aucun doute que l'informatique est la révolution la plus importante et la plus innovante qui a marqué la vie de l'humanité moderne. En effet, les logiciels informatiques proposent maintenant des solutions à tous les problèmes de la vie, aussi bien dans des domaines professionnels que pour des applications personnelles. Et leurs méthodes de conception et de développement ont vu l'avènement d'autant de technologies qui facilitent leur mise en place et leurs donnent des possibilités et des fonctionnalités de plus en plus étendues

L'évolution de l'informatique et l'apparition de l'internet, ce phénomène d'interaction qui offre des possibilités considérables et accroît les chances de communication à travers un lieu virtuel qui regroupe des pages Internet présentées par des personnes ou des organisations c'est le site web.

Le web permet de partager ses idées et ses domaines d'intérêt avec d'autres utilisateurs partout dans le monde. Ainsi l'Internet est devenu un outil incontournable et même indispensable pour le fonctionnement de bon nombre d'entreprise à travers le monde. Ceci est dû aux innombrables possibilités et opportunités qu'il offre à tout utilisateur.

Un site web est un ensemble de fichiers (page HTML, images, PDF, son, vidéo, programme, animations), et de dossiers, formant son arborescence.

La technologie du web est très utile pour l'amélioration des fonctionnalités de la chaîne d'approvisionnement des produits pharmaceutique, notamment dans la traçabilité de ces produits afin de lutter contre la contrefaçon et de protéger la santé humaine.

Les travaux exposés dans ce mémoire consistent en la conception et la réalisation d'un site web pour gérer la traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique

Le langage de modélisation qu'on a utilisé est UML (Unifier Modeling Language).

Pour l'implémentation, le choix s'est porté sur le langage de programmation PHP. La base de données est implémentée avec MySQL qui est largement compatible avec PHP.

Ayant présenté les outils et la méthode adoptée, nous allons maintenant exposer le plan du mémoire qui se subdivisera en quatre principaux chapitres.

Objectif et Motivation :

L'objectif est de donner l'aptitude de traçabilité aux produits pharmaceutique et de conclure l'impact sur l'industrie pharmaceutique

Le choix du sujet est justifié par l'intérêt qu'on porte à la logistique ainsi qu'à la programmation et notre souhait accroître nos connaissances dans ce domaine.

De plus la traçabilité d'un produit pharmaceutique a attisé notre curiosité et la possibilité de résoudre ce problème nous a encore plus motivés.

Dans le domaine médical, la mise en place d'une **traçabilité pharmaceutique** efficace a pour objectifs de :

- Garantir la qualité du médicament.
- Assurer un suivi efficace des médicaments à tout moment.
- Protéger le patient et préserver la santé publique.
- S'assurer de la compatibilité du médicament avec le patient.
- Connaître la date de péremption des médicaments.
- Lutter contre la contrefaçon.
- Permettre le retrait d'un médicament en cas de problème.

Chapitre 1

La technologie de Blockchain

CHAPITRE 1 : La technologie blockchain

1. Introduction

Généralement associée aux crypto-monnaies, la blockchain se révèle à présent comme l'une des technologies les plus à même de contribuer à une évolution du système de santé en apportant plus de sécurité et de flexibilité dans la gestion des données de santé. Si elle demeure aujourd'hui encore à l'essai dans tous les domaines (banques, énergie, assurance, santé, ...), elle offre de nouvelles voies par sa faculté d'optimiser la gestion et le traitement des données et de veiller à la sécurité et à l'authenticité des transferts. Actuellement, les avancées dans le domaine de la santé restent théoriques mais les applications concrètes apparaissent, apportant des progrès importants, en particulier en ce qui concerne la traçabilité des médicaments. Les grands axes structurels de la blockchain sont intéressants dans le domaine de la santé : transparence et traçabilité, absence d'intermédiaires et gestion décentralisée par des échanges de pair à pair, impossibilité de falsification ou de fraude [2].

Notre sujet porte sur la réalisation d'une application pour la traçabilité des produits pharmaceutiques, nous avons choisi d'utiliser la notion de Blockchain pour le développement de cette application.

Dans ce qui suit nous définirons en détails la technologie de Blockchain en incluant son architecture et les avantages de son utilisation dans le secteur de la logistique pharmaceutique. Nous parlons également des bases de données distribuées utilisées dans la programmation de cette dernière.

2. Définition de la Blockchain

La Blockchain est un paradigme introduit par Satoshi Nakamoto avec la crypto-monnaie bitcoin en 2008. Elle désigne une chaîne de blocs contenant des données de toute nature. C'est une technologie de stockage et de transmission d'informations qui fonctionne sans administrateur central pour contrôler l'ensemble [1]. C'est un ensemble de registres informatiques ou DLT (Distributed Ledger Technology) où les données transactionnelles sont ajoutées pour ne plus être modifiées ou supprimées. Ces données sont liées entre elles par une chaîne de blocs [1].

La Blockchain est un système décentralisé basé sur un système de réseau pair à pair où chaque objet du réseau possède un exemplaire du registre afin de limiter la perte de données [2]. Ces exemplaires sont mis-à-jour et validés du même pas. La technologie de Blockchain est employée dans différents cas, notamment pour la sécurité, la gestion et la protection des données [2].

Un registre (ledger) comporte un groupement de blocs. Chaque bloc se compose de deux parties. Le corps du bloc (body) et l'entête du bloc (header). Le corps stocke les informations transactionnelles aussi appelées facts, qui sont enregistrées dans la base de données. Ces transactions sont des données de toute sorte telles que des données médicales, des informations industrielles, etc. l'entête contient des informations propres au bloc, comme l'horodatage et le hach des transactions. De même que le hachage du bloc précédent [2]. C'est ainsi que les blocs sont reliés entre eux. De ce fait, la modification d'un bloc ne peut pas se faire sans la modification de tous les blocs suivants. Cela rend la chaîne de blocs très sécurisée et difficile à falsifier [2]. La numérisation des informations, la fiabilité des échanges et transactions ainsi que la transparence du registre à l'égard de ceux qui sont autorisés à l'accès, permettent de réduire drastiquement des pertes de temps et d'énergie humaine et matérielle, sans besoin d'un tiers de confiance [3]. La blockchain répond à la fois aux enjeux de sécurité et à la simplification du processus d'acheminement et de traitement de l'information. À cela s'ajoutent les « smart contracts », aussi appelés « contrats intelligents », qui permettent, grâce à des conditions définies par l'informatique, d'automatiser le processus contractuel [3].

Selon Marc Andreessen, fondateur du premier navigateur internet, devenu investisseur de premier plan dans le secteur des technologies de l'information et de la communication, la

blockchain fait figure de révolution informatique comparable aux deux grandes révolutions précédentes :

- L'ordinateur personnel à partir de 1875
- Internet à partir de 1993 [4].

La blockchain possède quatre caractéristiques majeures qui sont [4] :

- La robustesse
- La désintermédiation
- L'intégrité
- La traçabilité.

3. Architecture d'une blockchain

Un système de Blockchain est un registre distribué et décentralisé. Ce registre est un ensemble de blocs reliés entre eux.

Le bloc constitue un ensemble de données, contenant toutes les informations d'une ou de plusieurs transactions entre deux personnes, à un moment donné. Il contient entre autres :

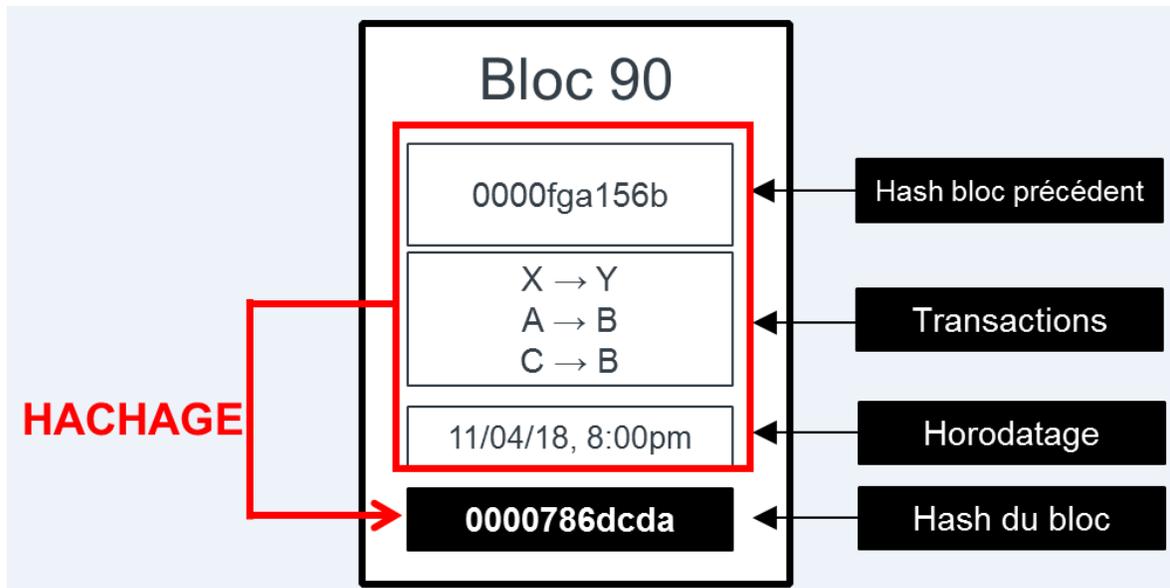


Figure 1 : Contenu d'un bloc de la Blockchain – Blockchain France

- Les *données* stockées dans le bloc (Data) : les informations des transactions diffèrent selon la technologie, par exemple pour le bitcoin, le bloc contient l'ID de l'expéditeur et l'ID du destinataire ainsi que la signature du bloc précédent [5].
- L'horodatage : les blocs, constitués de plusieurs transactions signées par clés publiques, sont ensuite horodatés par leur auteur. L'horodatage est essentiel car il permet la datation relative des blocs, permettant la classification chronologique de ces derniers, et donc la traçabilité des différentes transactions ayant eu lieu au fur et à mesure du temps [4].
- La signature du bloc (Hash) : à chaque bloc est attribuée une signature propre à lui, qui est unique comme une empreinte, si elle est changée, le bloc ne sera pas reconnu. Ainsi le hash du bloc précédent contribue à la formation de la chaîne entre les blocs [5].

Comment le Hash est créé ? : la signature est créée par une fonction hash cryptographique, une formule très sophistiquée qui génère à partir d'une entrée chaîne de caractère une sortie unique codée de 64 caractères. Si la signature n'est pas retenue elle devra être changée jusqu'à ce que l'on trouve la chaîne de caractères adéquate. Une autre donnée est ajoutée au bloc pour cette opération, appelée le nonce.

Donc le bloc contient (1) la donnée de transaction, (2) la signature du bloc précédent, (3) le nonce [5].

Le schéma présenté explique comment les blocs sont liés entre eux pour former une chaîne. Chaque bloc contenant son hash et le hash du bloc précédent. Ce système de hachage permet de renforcer la sécurité des données transactionnelles contenues dans la blockchain.

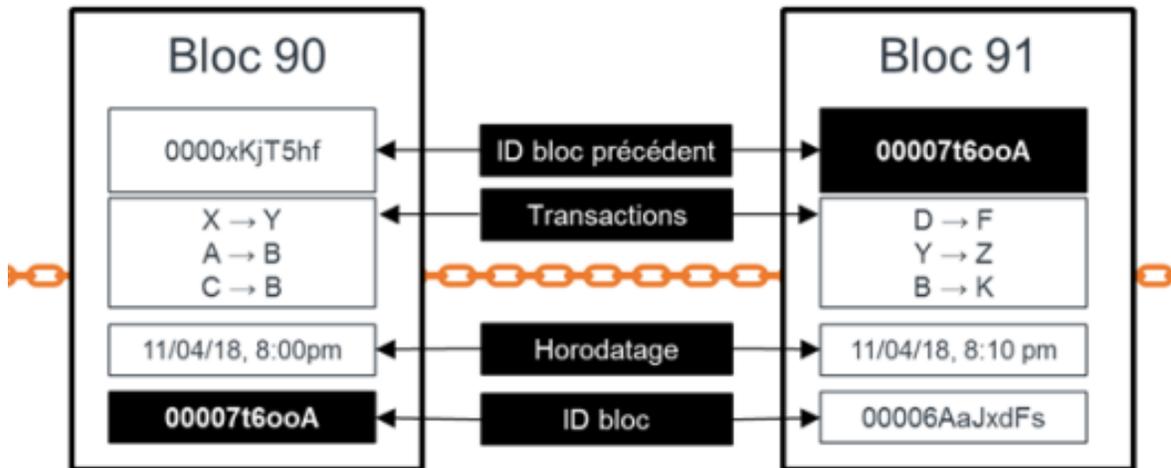


Figure 2 : Architecture de la Blockchain - Blockchain France

4. Les avantages de la technologie Blockchain

L'intérêt de la blockchain est grandissant et cette technologie est de plus en plus utilisée, notamment dans le secteur industriel et logistique où Les entreprises opérant avec cette dernière peuvent témoigner de plusieurs avantages majeurs qui la différencient d'une base de données centralisée. Parmi ces avantages nous pouvons citer :

- Le gain de temps : se passer d'un administrateur central c'est diminuer les délais de traitements si bien que les transactions peuvent être effectuées quasiment en temps réel.
- La réduction significative des coûts : il n'est pas nécessaire de faire appel à un tiers de confiance pour évaluer les coûts ou gérer les litiges.
- La protection contre la falsification et la fraude : la mise en place d'une blockchain implique également une digitalisation de l'entreprise, qui est couteuse mais c'est surtout un réel investissement au regard de tous les bénéfices que cette technologie apporte. En effet, la blockchain représente une véritable solution de sécurité et de gestion des identités.

- La sécurité des données : la sécurisation peut être accessible à plusieurs niveaux selon les services et le degré de confidentialité [3].

5. Sérialisation des données

La sérialisation des données est le concept qui consiste à convertir des données structurées sous la forme d'une séquence d'informations plus petites qui permet de les partager ou de les stocker de manière à pouvoir récupérer leur structure originale. L'activité inverse, visant à déchiffrer cette séquence pour créer une copie conforme de l'information originale, est appelée désérialisation.

Il existe plusieurs techniques de sérialisation, par ailleurs les choix entre celles-ci ont une influence sur des critères de performance tels que la taille des séquences d'octets sérialisées ou la vitesse de leur traitement [6][7]. Parmi les techniques les plus courantes nous en citons trois :

- **Le code-barres (UPC, EAN)** : il représente le moyen d'indentification le plus utilisé, il fonctionne grâce à un langage qui génère des codes uniques, et permet de distinguer les marchandises à l'aide de chiffres et de barres. Le code-barres peut contenir des chiffres supplémentaires fournissant plus de détails sur la marchandise.

L'organisation GS1 est l'organisme qui régleme le codage des produits en se référant au GTIN (Global Trade Item Number)[8].

- **Le RFID (l'identification par radiofréquence)** : une étiquette RFID est une étiquette pouvant stocker et transmettre des informations relatives au produit grâce aux ondes radiofréquences. Elle se met en marche à proximité du lecteur. Cette méthode améliore nettement la rapidité et la précision d'enregistrement mais n'est pas aussi répandue que la première à cause de son coût de mise en œuvre élevé[8].



- **Le code DataMatrix** : est un système de codage bidimensionnel, où le code est composé de cellules noires et blanches, carrées et rectangulaires, qui permet de stocker un grand volume de données relatives aux marchandises. En plus d'être plus efficace, cette méthode résiste mieux à la détérioration des étiquettes. La directive européenne 2011/62/UE exige l'utilisation des codes DataMatrix sur les emballages des médicaments [9].



6. Les bases de données distribuées

La blockchain est une technologie décentralisée. À la différence des outils traditionnels qui sont gérés de manière centralisée par un seul et unique intermédiaire, la blockchain représente une base de données répartie entre tous les nœuds du réseau.

Une base de données distribuée est une base de données comportant deux fichiers ou plus situés sur des sites différents et sur le même réseau ou sur des réseaux entièrement différents. Des sections de la base de données sont stockées dans plusieurs emplacements physiques et le traitement est réparti entre plusieurs nœuds de la base de données. Le client d'un système de gestion de bases de données distribuées accède aux informations distribuées par le biais des interfaces du système.

En vue de l'exploiter, il est nécessaire de disposer d'un système qui simplifie sa gestion, ce système est appelé système de gestion de bases de données distribuées (SGBDD).

Un système de gestion de base de données distribuée (SGBDD) est un logiciel qui offre un point d'entrée unique à une base de données distribuée, il assure l'intégration logique des données afin qu'elles puissent être gérées comme si elles étaient toutes stockées au même endroit. Le SGBDD synchronise toutes les données périodiquement et veille à ce que les mises à jour et les suppressions de données effectuées à un endroit soient systématiquement répercutées sur les données stockées ailleurs [12][13].

7. Architecture des bases de données distribuée

Un système de base de données distribué se compose d'une collection de sites, chacun d'entre eux maintenant un système de base de données local. Chaque site est dans la mesure de traiter des transactions locales accédant aux données uniquement sur ce site. De plus, un site peut participer à l'exécution de transactions globales qui accèdent aux données de différents sites. L'exécution de transactions globales sur l'architecture distribuée nécessite une communication entre les sites [10].

La figure suivante illustre une architecture représentative de système de base de données distribuée comportant des transactions. Il est à noter que les deux transactions illustrées sont de nature globale car elles nécessitent des données provenant des deux sites.

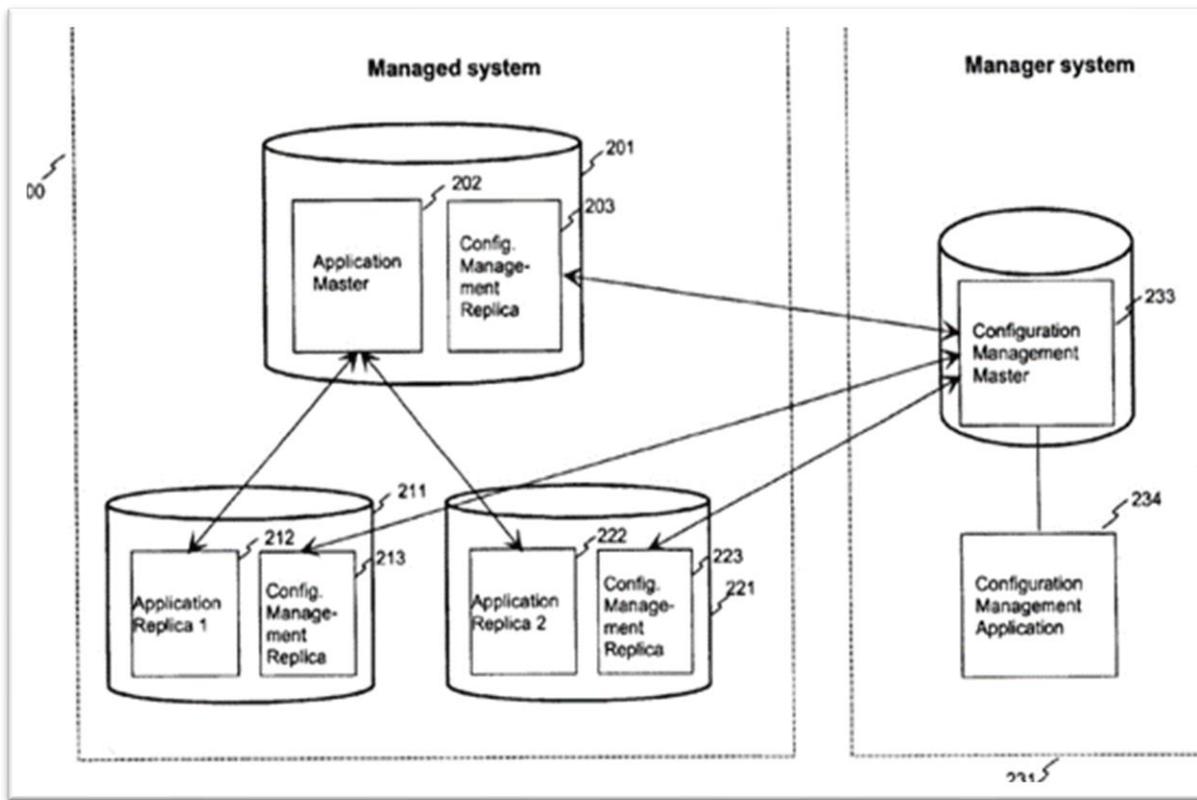


Figure 3 : Schéma et transactions d'une base de données distribuée

Le principe de base de données distribué donne la possibilité de construire des applications à partir de bases de données locales et distantes. L'architecture d'un système définit sa structure et les systèmes de gestion de bases de données distribuées peuvent être implémentés de manière homogène ou hétérogène.

L'architecture contribuera à la compréhension des composants du système et à la définition des fonctions de chaque composant. Elle se concentre également sur la définition des interrelations et des interactions entre les composants.

Il existe trois types d'architecture des bases de données distribuées

- **Base de données distribuée homogène**

Dans ce type de base de données tous les sites utilisent les mêmes produits SGBD. Elle est nettement plus simple à élaborer et à gérer et elle permet une croissance incrémentale et améliore les performances.

- **Base de données distribuée hétérogène**

Ici, Les sites sont parfois amenés à utiliser divers produits SGBD avec des modèles de données différents. Cela se présente lorsqu'un site a d'abord implémenté sa propre base de données et que l'intégration est considérée plus tard. Une traduction est nécessaire pour s'adapter aux différents matériels et/ou aux différents SGBD.

- **Architecture de base de données client-serveur**

Dans une architecture de base de données client-serveur, les fonctionnalités sont divisées en deux catégories : les fonctions du serveur et les fonctions du client.

Les fonctions serveur - fournissent essentiellement la gestion des données, y compris le traitement des requêtes, l'optimisation, la gestion des transactions, etc.

Les fonctions client - incluent les fonctions de gestion des données (contrôle de cohérence, gestion des transactions, etc.) et pas seulement l'interface utilisateur.

Il fournit également une architecture à deux niveaux et il est plus efficace dans la division du travail. Cependant, il existe deux types d'architecture client-serveur différents :

- Client multiple/serveur unique

Le client effectue une demande de service auprès du serveur (requête) et il initie le contact (parle en premier), ouvre la session

CHAPITRE 1 : La technologie blockchain

Le serveur est la partie de l'application qui offre un service et il est à l'écoute des requêtes clientes et répond au service demandé par le client (réponse)

Un serveur peut traiter plusieurs requêtes simultanées

Parmi les avantages de cette architecture :

Toutes les données sont centralisées sur un seul serveur, on a donc « un contrôle de sécurité simplifié ».

Les technologies supportant l'architecture client/serveur sont plus matures que les autres (et plus anciennes). L'administration se porte au niveau serveur.

Toute la complexité/puissance peut être déportée sur le(s) serveur(s), les utilisateurs utilisant simplement un client léger.

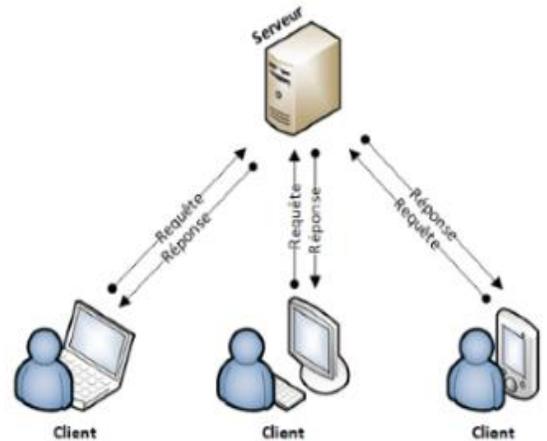


Figure 4 : Architecture Client multiple/Serveur unique

- Client multiple/serveur multiple.

L'exemple le plus explicite est les ERP (entreprise ressources planning) qui utilisent un serveur pour chaque service de l'entreprise, le service d'achat a son propre serveur, le service commercial a son propre serveur d'où vient la notion « serveur multiple » et elle est utilisée par plusieurs clients qui sont les employés dans notre cas d'où « client multiple »

Un autre exemple simple et facile que nous pouvons prendre dans ce scénario est celui l'ENT (environnement numérique de travail) qui est une application générée pour les étudiants de la faculté de Tlemcen qui utilise l'architecture Client multiple/serveur multiple donc l'étudiant (le client) peut consulter ses notes, son assiduité et chaque action que peut effectuer l'étudiant est liée à un serveur.

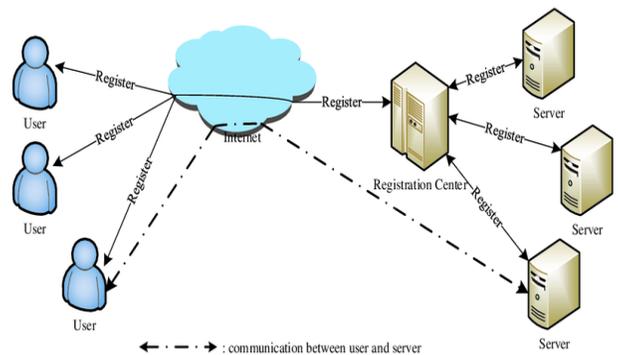


Figure 5 : Architecture client multiple / serveur multiple.

8. Conclusion :

De nos jours les blockchains sont très populaires, c'est l'une des technologies qui a suscité beaucoup d'intérêt permettant de résoudre plusieurs problèmes tel que le transfert d'argent sans avoir à faire à la banque mais elle peut également servir à établir une traçabilité sur tout type de produits et de services.

La blockchain est en évolution constante, l'un des développements les plus récents c'est la création des contrats intelligents (ceux sont des programmes qui sont stockés dans la blockchain et peuvent être utilisés pour un échange automatique)

La codification des données est une méthode de traçabilité qui réalise un gain de temps énorme mais permet aussi un contrôle de forme sur l'information et cela permet notamment de faire un suivi facile de la marchandise ou les matières codifiées à chaque étape du processus.

Ce chapitre nous a permis de connaître l'importance de la blockchain et son objectif ainsi les différentes méthodes de codification et leurs utilités, on a pu définir les bases de données distribuées et connaître l'une de ses architectures importantes, à savoir l'architecture client-serveur.

Nous verrons dans le chapitre suivant l'utilisation du principe de la blockchain dans les systèmes de traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement de produit pharmaceutique, on s'intéressera particulièrement aux acteurs de la chaîne ainsi que le rôle de chacun d'entre eux.

Chapitre 2

**Systeme de traçabilité des chaines
d'approvisionnements de produit
pharmaceutiques**

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

Chapitre 2 : Système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produit pharmaceutiques

1. Introduction :

La logistique aujourd'hui peut être décrite comme l'ensemble des fonctions de planification, d'exécution et de contrôle des flux des marchandises et des informations pour l'approvisionnement, le stockage, le déplacement et la livraison des marchandises tout en collaborant avec les autres membres de la chaîne afin d'atteindre les objectifs attendus de la chaîne logistique, notamment ce qui concerne l'optimisation des processus et la réduction du temps de réponse au marché. La chaîne logistique est l'enchaînement d'unités reliées et traversées par des flux physiques, d'informations ou financiers et dont les activités contribuent à la fourniture d'un produit matériel ou immatériel à un client final [16].

La traçabilité d'une chaîne logistique cherche à suivre un produit tout au long de ces fonctions depuis son arrivée du fournisseur en matière première jusqu'à sa transformation en entreprise puis à sa distribution. Actuellement il est devenu nécessaire de tracer un produit afin de vérifier son authenticité et sa provenance, dans le but de prévenir la contrefaçon dans les différents secteurs, plus spécialement au sein de l'industrie pharmaceutique.

La traçabilité des produits pharmaceutiques est une obligation absolue pour assurer la sécurité sanitaire des patients. Elle consiste à suivre chaque médicament du laboratoire au patient pour en garantir la qualité et l'intégrité depuis sa fabrication, jusqu'à sa dispensation par le pharmacien [17].

Ce chapitre a pour but d'expliquer en détail les maillons de la chaîne logistique ainsi que sa traçabilité. Il débute par un petit historique sur la chaîne d'approvisionnement. Puis, nous définissons plus précisément les termes de chaîne logistique, et la traçabilité d'une chaîne logistique. Ce travail veille à déterminer tous les acteurs de la chaîne. Notre thème se focalise plus précisément sur la traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique.

2. Historique de la chaîne logistique

Logistique séparée : Les entreprises n'ont pas toujours utilisé la logistique, puisque de 1950 à 1970, l'économie est basée sur l'offre avec une production de masse, qui a pour objectif principal la réduction des coûts de production.

Logistique intégrée : entre 1970 et 1980, voit le jour une nouvelle économie basée sur la demande et la production sur commande, une stabilisation économique est notée et les prévisions de ventes sont fiables. Le producteur se préoccupe de la qualité, la flexibilité et la diversification du choix.

Ainsi de nouveaux concepts voient le jour ;

- La TQM (Total Quality Management)
- Le Juste à Temps (JAT)
- Le MRP (Material Requirement Planning)
- L'informatisation de l'entreprise et l'arrivée des premiers ERP (Entreprise Ressource Planning)

Cela a mis en évidence le rôle de la fonction logistique.

Les années 80 marquent le début de la prise en compte du partenariat fournisseur/client.

Logistique coopérée : la notion de **chaîne logistique** n'apparaît qu'en 1990 lors de l'accroissement de la concurrence à cause de la faible demande. La production tend alors vers la personnalisation de l'offre.

Début du 21^{ème} siècle, l'ère de la mondialisation, le SCM (Supply Chain Management) commence à prendre de l'ampleur jusqu'à devenir un outil de management global [15].

Durant sa **phase de lancement**, la logistique apparaît en tant que service secondaire soutenant les autres activités de distribution, production et approvisionnement et se consacre à l'optimisation de flux.

Pendant sa **phase de maturité**, elle est axée sur l'exploitation des gisements de productivité potentiels, liés à la coordination des moyens opérationnels.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

Dans sa **phase de contraction**, la fonction logistique se concentre sur le SCM, pilotage stratégique (benchmarking), audits (méthodes de qualité), les systèmes d'information se révèlent partagés et intégrés.

3. Définition d'une chaîne d'approvisionnement :

Une chaîne d'approvisionnement en logistique est l'échange d'information et de matière dans un domaine précis menant ultimement à la livraison des produits/services au client

Donc la supply chain est un réseau d'acteur qui a pour but d'élaborer un bien

La chaîne d'approvisionnement débute par la fourniture de matière première à la distribution en passant par la production des biens

Les chaînes pharmaceutiques veillent à la fabrication des médicaments, leur approvisionnement dans les pharmacies ainsi leur livraison auprès des clients. Ces chaînes s'intéressent à l'augmentation de la satisfaction client et la qualité du service pour que les clients deviennent des acheteurs réguliers.

La chaîne logistique n'a pas qu'une définition, nous choisissons d'en citer deux

a. Définition de Bernard J. La Londe et James M. Masters :

Une chaîne logistique est un ensemble d'entreprises qui se transmettent des matières. En règle générale, plusieurs acteurs indépendants participent à la fabrication d'un produit et à son acheminement jusqu'à l'utilisateur final - producteurs de matières premières et de composants, assembleurs, grossistes, distributeurs et transporteurs sont tous membres de la chaîne logistique [15].

b. Définition de John T. Mentzer et al :

Une chaîne logistique est un groupe d'au moins trois entités directement impliquées dans les flux amont et aval de produits, services, finances et/ou information, qui vont d'une source jusqu'à un client [15].

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

La figure présentée ci-dessous illustre une chaîne logistique, avec ses différents acteurs mis en jeu, à commencer par le fournisseur arrivant au client final, en passant par l'entreprise de production à travers des flux physiques et des flux d'information :

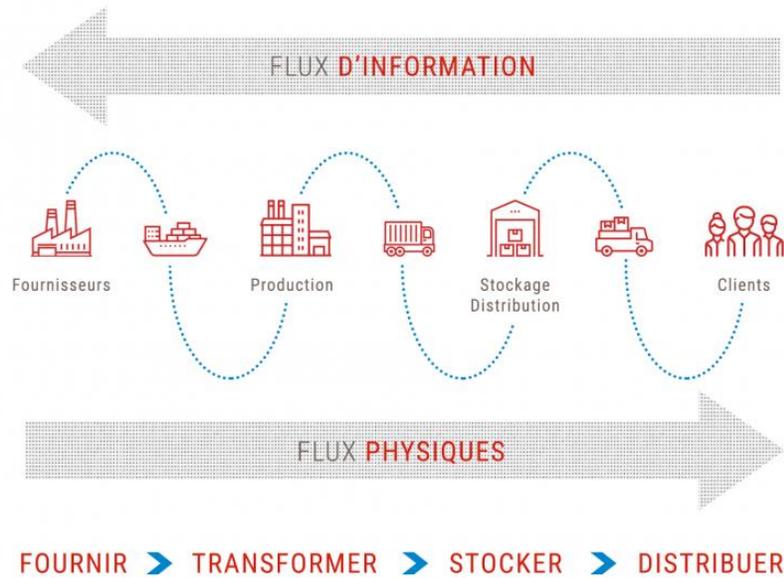


Figure 6: Structure générale de la chaîne logistique

4. Définition d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique

La chaîne d'approvisionnement pharmaceutique représente l'ensemble des processus mis en œuvre par les différents acteurs de la logistique amont et aval, avant de mettre à disposition le produit pharmaceutique au client final (le patient), de manière efficace et avec une garantie de traçabilité et de sécurité. Tout cela en respectant les réglementations entourant les produits pharmaceutiques [16].

La figure suivante schématise une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique ainsi que ses étapes de l'achat de matière première jusqu'à la commercialisation et la distribution du produit fini chez les grossistes.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

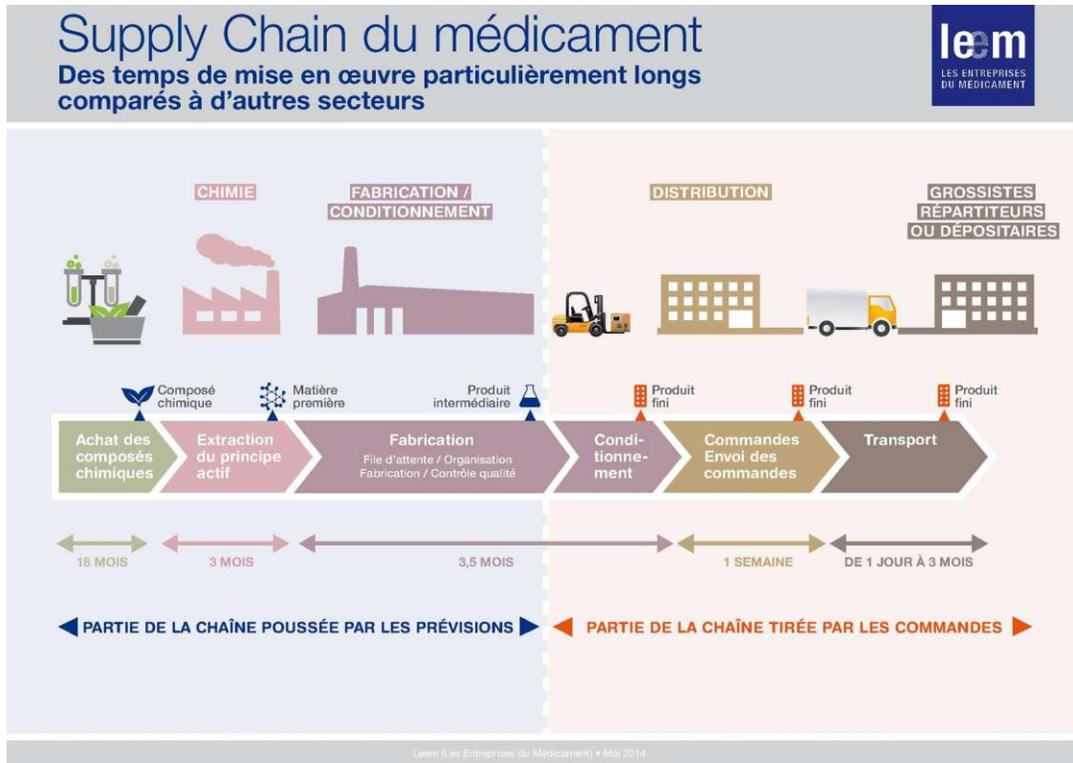


Figure 7 : Chaîne logistique pharmaceutique

5. Définition d'un système de traçabilité :

Un produit est traçable lorsqu'on est capable de le suivre tout au long de sa chaîne de production, de transformation et de distribution.

Le but de la traçabilité est de clarifier le lieu : où, l'heure : quand, et par qui le produit a été fabriqué.

Donc c'est un ensemble d'informations qui font l'objet d'un suivi (historique) à chaque étape de la chaîne de production.

Cette définition de la traçabilité a été donnée par la norme **ISO-9001** [23]

Ce processus industriel devient de plus en plus indispensable, car la gestion des stocks, la préparation des commandes, l'expédition ou encore la personnalisation des articles sont pris en charge par les centres logistiques ce qui représente une diversité de tâches donc les opérations logistiques dû à l'augmentation du volume sont complexes et engendrent un mauvais contrôle lors

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

des entrées /sorties des marchandises et par la suite un mauvais suivi ainsi des coûts supplémentaires

Un bon système de traçabilité est une garantie de la qualité car le suivi d'un produit réduit considérablement le nombre d'erreurs

La traçabilité permet de vérifier plus facilement le bon respect de la législation spécifique à chaque processus de conception

Elle permet d'agir d'une manière curative pour rectifier les erreurs liées à la conformité du produit et mieux gérer les dégâts provoqués

Elle permet aussi l'identification de tous les contrôles effectués sur le produit et ses composants ainsi que les échanges commerciaux entre les différents grossistes, fournisseurs et revendeurs

Dans le domaine de la santé humaine la traçabilité permet de faire face aux possibles contrefaçons de médicaments. C'est pour cela qu'une norme européenne (UCC EAN 128) a été créée qui sert à standardiser la traçabilité en matière de santé (en particulier des médicaments, des instruments chirurgicaux et des dispositifs médicaux (notamment les prothèses), qui nécessitent, en général, l'emploi d'un numéro de série).

Cette notion de traçabilité a une importance particulière dans les domaines suivant :

- **l'alimentation** et les **médicaments** (qui ont été les premiers à l'employer, sous le nom de « suivi de lot ») donc les **produits** concernant la **santé** humaine
- Les produits agro-alimentaires
- Les jouets pour les enfants.
- La sécurité aéronautique, automobile, ou informatique, etc.
- Le traitement des produits chimiques ou de déchets, car leur producteur en est responsable jusqu'à son élimination

6. Définition de la traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique

La traçabilité de la chaîne est la possibilité de tracer l'historique en amont ou en aval depuis l'approvisionnement en matières premières et en pièces jusqu'à la vente et la distribution en passant par l'usinage, ou l'assemblage.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

Elle permet aux fabricants de les tracer en aval (où les produits ont été livrés) et aux consommateurs de les tracer en amont (la provenance des produits qu'ils ont entre les mains)

Les types de traçabilité de produit :

Il existe plusieurs types de traçabilité, ils dépendent de l'objectif et le champ de l'application :

- Selon l'objectif

Le tracing (traçabilité du produit) : le traçage sert à identifier l'origine d'une unité de charge ou d'un lot précis, permettant de définir les étapes parcourues par le produit depuis sa transformation jusqu'à la livraison finale. Ainsi, toutes les opérations de productions seront connues, de même pour les matières premières utilisées.

Le tracking (traçabilité logistique): permet de suivre l'itinéraire parcouru par une unité de charge grâce à des identifications enregistrées. Donc il aide à déterminer l'itinéraire d'acheminement de la marchandise, ainsi que toutes les étapes suivies par le produit pour avoir plus de précision sur le délai de livraison.

- Selon le champ d'application

Traçabilité interne : indique le suivi de la trajectoire du produit tout au long de la chaîne de production au sein de l'entreprise.

Les entreprises des secteurs alimentaires et pharmaceutiques sont obligées de tenir un registre de tous les mélanges de matières premières et des produits semi fini réalisés.

Traçabilité externe : est un système d'identification et d'enregistrement qui englobe tous les maillons de la supply chain, elle inclut également les transferts effectués dans les différents pays. C'est pour cela que les acteurs de la chaîne doivent partager le même système de codification.

Dans le domaine de santé, la traçabilité n'est pas qu'un enjeu mais une obligation réglementaire ; elle consiste à codifier le médicament afin de suivre son chemin du laboratoire jusqu'au patient.

Depuis 1985, dans certains pays en Europe elle est devenue une exigence réglementaire et normative.

La directive 2016/161/EU oblige les fabricants, laboratoires et grossistes à communiquer aux pharmacies toute donnée clé permettant d'assurer la traçabilité d'un médicament.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

La traçabilité a pour objectif :

- Permettre d'assurer un suivi du laboratoire jusqu'au patient grâce à une codification (qui est composée d'une date de péremption, numéro du lot ...)
- La mise en place d'une **traçabilité pharmaceutique** efficace a pour objectif de garantir la qualité du médicament, de même protéger le patient et préserver la santé publique,

De plus lutter contre la contrefaçon et permettre le retrait d'un médicament en cas de problème.

L'Agence nationale des produits pharmaceutiques (ANPP) a publié en septembre dernier une note dans le cadre de la dépose du code-barres sur les emballages des médicaments. Les fabricants sont tenus de munir les emballages secondaires des produits pharmaceutiques et des dispositifs médicaux d'un code-barres. L'application est en vigueur sur les prévisions d'importation de 2022 pour les producteurs qui n'ont pas de code-barres [18].

La réglementation en Europe repose sur 2 référentiels :

- Les BPF : les bonnes pratiques de fabrication des médicaments,
- Les BPL : les bonnes pratiques de laboratoire.

En ce qui concerne les principaux laboratoires fournisseurs de médicament, on note : Sanofi Aventis Aldaph, Biopharm, Atpharma, UPC et GSK, Novartis, Roche, GlaxoSmithKline, Sanofi, Hikma, Sidal, Pharmalliance, Biopharm, Sophal.

7. Les acteurs d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique

En plus de l'autorité local, plusieurs acteurs interviennent sur la chaîne logistique du médicament. Parmi ces acteurs, nous citons : les fournisseurs, les laboratoires producteurs, les grossistes répartiteurs et, enfin, des officines privées en charge de la distribution de détail.

Les fournisseurs :

Les matières premières chimiques utilisées par l'industrie pharmaceutique sont d'une qualité supérieure. Les exigences spécifiques à ces intermédiaires se rapportent non à leur pureté, ainsi qu'aux paramètres techniques particuliers résultant de leur propre processus de production. Pour cette raison, il est impératif de bien choisir ses fournisseurs et de coopérer avec ceux qui

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

appliquent des normes de production conformes aux recommandations de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Le rôle du fournisseur est de mettre la matière première à la disposition de ses clients les laboratoires.

Les laboratoires :

Un laboratoire pharmaceutique est une entité regroupant des chercheurs, administrateurs, représentants, dont la mission est de développer de nouveaux produits pharmaceutiques, de les expérimenter, les faire connaître et éventuellement les vendre. C'est un terme plus ou moins synonyme de compagnie pharmaceutique, société qui assure la production de ces médicaments.

Le laboratoire effectue des commandes de matières nécessaires à la fabrication du produit.

Le rôle du laboratoire pharmaceutique réside dans la conception et la fabrication des médicaments et leur mise sur le marché de l'industrie pharmaceutique.

Ils peuvent faire des offres aux grossistes des médicaments disponibles

Avant de mettre un produit sur le marché il doit être déclaré à l'état avec un dossier comportant tous les détails sur sa composition et sa fabrication. Dès l'obtention de la décision d'enregistrement D.E, la procédure de commercialisation du médicament se fait.

L'état local :

Le gouvernement, c'est un acteur marginal mais indispensable dont le rôle consiste à donner les décisions d'enregistrement D.E, ou autorisations de mise sur le marché A.M.M des nouveaux produits, renouvelable tous les cinq ans, après avoir effectué les vérifications nécessaires.

Tout médicament fabriqué industriellement, importé ou exporté, même sous forme d'échantillons, doit faire l'objet avant sa commercialisation ou sa distribution à titre gratuit ou onéreux, en gros ou au détail, d'une décision d'enregistrement délivrée par le Ministère de la Santé conformément au décret 92-284 du 6 juillet 1992 modifiée et complétée relatif à l'enregistrement des médicaments (Conseil de la Concurrence, 2019, p. 83) [19].

Transitaire :

Il organise le transport et gère les formalités pour les envois de différents clients qu'il combine de manière optimisée.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

Il y a aussi les transitaires internationaux qui ont des compétences supplémentaires leur permettant de prendre en charge la préparation des documents import-export

Rôle : faire la liaison entre les différents transporteurs et d'assurer la continuité du transport, ainsi que toutes les opérations administratives s'y rapportant.

Manutentionnaire

C'est un prestataire de services qui peut procéder à la réception du fret

Son rôle est de décharger, stocker, ainsi la préparation, le conditionnement et l'emballage.

Transporteur :

Un transporteur est une entreprise qui garantit l'acheminement vers un lieu donné de marchandises, à l'aide de véhicules, de navires, de trains, ... Il effectue ce travail dans le cadre d'un contrat de transport.

Son rôle est de faire des offres sur des acheminement qu'il effectuera en donnant des prix et le lieu de départ et d'arrivée

Contrat :

Le contrat est une convention qui précise qu'un transporteur professionnel s'engage à transporter une personne ou du matériel, d'un point A à un point B

Grossiste répartiteur :

La répartition pharmaceutique est le nom donné dans certains systèmes de santé au système de grossistes des médicaments, appelés « grossistes-répartiteurs », qui se situent à l'interface entre les laboratoires pharmaceutiques et les officines de pharmacie.

Les répartiteurs se fournissent de médicaments auprès des laboratoires pharmaceutiques, gèrent et stockent dans leurs établissements répartis sur tout le pays, les livrent et les mettent à disposition des officines, des pharmacies à usage intérieur d'établissements de santé et de certains établissements autorisés (centre de vaccination.), dans des délais moindres tout en respectant les obligations de service public et les bonnes pratiques de distribution.

Les trois quarts des médicaments sont vendus, au maximum, une fois par mois par pharmacie. Sans ce service, seules quelques pharmacies seraient en mesure de garder en stock certains médicaments peu fréquemment prescrits. [14]

Pharmacien d'officine

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

C'est le gérant de son officine et le propriétaire du fonds de commerce, et qui devient un pharmacien lors de son inscription dans l'Ordre des pharmaciens.

Le nombre de pharmacies privées a considérablement accru ces dernières années. Cette expansion du secteur des officines privées traduit une hausse de la demande de médicaments, associée en particulier à une plus forte disponibilité des médicaments sur le marché .

Le pharmacien d'officine a pour rôle de commander les médicaments chez le grossiste répartiteur ou directement au prêt du laboratoire, les vérifier les stocker et les vendre aux clients avec une marge bénéficiaire.

En d'autres termes, c'est le détaillant et le point de liaison entre le client et le grossiste.

Citoyen :

Un patient ayant un besoin de produit pharmaceutique ou de produit de soin, son rôle est d'acheter le médicament à l'officine.

8. Présentation de la technologie Blockchain dans le secteur de la logistique pharmaceutique et ses avantages

Comme nous l'avons cité précédemment, la blockchain est utilisée dans plusieurs domaines de l'industrie. Ici nous nous penchons sur les avantages de son utilisation dans la logistique pharmaceutique.

L'accessibilité à toutes les sources d'information disséminées dans les bases de données du réseau sous la forme d'un registre distribué et sécurisé qui permet aux patients d'avoir une visibilité sur leurs données et leur permet également d'en contrôler l'accès. La technologie blockchain permet le suivi des produits dans la chaîne de distribution, constituant un circuit hermétique, imperméable aux produits de contrefaçon. Elle offre également la possibilité aux acteurs, et notamment aux laboratoires, d'agir a posteriori, en cas de problème, en identifiant la localisation exacte de leurs médicaments. La mise en œuvre de cette technologie pour ce cas d'usage nécessite une chaîne de distribution fonctionnelle dans laquelle tous les acteurs sont identifiés.

La figure suivante représente la technologie Blockchain utilisée pour la traçabilité des médicaments. Elle retrace le parcours du médicament depuis le fabricant jusqu'au patient.

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

Chaque interaction d'un maillon de la chaîne de distribution avec le produit génère une empreinte numérique (appelée *hash*) qui est stockée dans la *blockchain*.

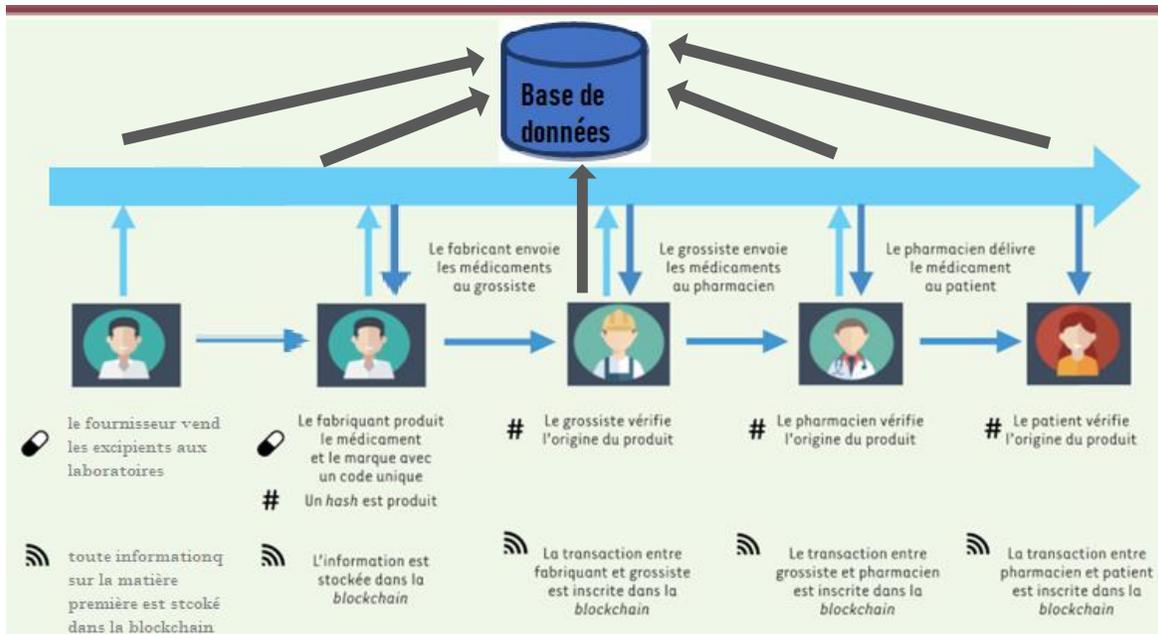


Figure 8 : Blockchain pour la traçabilité des médicaments

La figure numéro 8 nous donne un aperçu sur la chaîne d'approvisionnement pharmaceutique et ses principaux acteurs dans un système de traçabilité en utilisant la blockchain

Le premier acteur principal est le fournisseur, qui met à disposition de ses clients la matière première nécessaire dont « les excipients, et les principaux actifs » lorsque se dernier stock la matière première ou effectue une transaction autrement dit vend un lot de matière première au producteur de médicament (laboratoire) ces actions sont enregistrées dans la base de données.

Le laboratoire quant à lui, il produit les médicaments et génère un code unique, il effectue des transactions en aval et en amont lorsqu'il vend les médicaments aux grossistes et lorsqu'il achète la matière première du fournisseur, il enregistre chaque transaction dans la base de données.

Quand il produit les médicaments, il enregistre tous les médicaments stockés ainsi que la quantité et la date de fabrication dans la base de données afin qu'il garde une traçabilité et qu'il

CHAPITRE 2 : Le système de traçabilité des chaînes d'approvisionnements de produits pharmaceutiques

puisse par la suite planifier ses achats et sa production. Le hash est créé à ce moment dans la blockchain.

Le grossiste achète un lot de médicament pour les stocker et les vendre par la suite au pharmacien, ces deux actions sont enregistrées dans la base de données. Ces informations sont ensuite inscrites dans la blockchain.

Le pharmacien a deux principales actions, l'achat des médicaments et la vente aux patients, ces actions sont enregistrées dans la base de données une fois effectuées. Ces transactions sont inscrites dans la blockchain.

Les patients achètent les médicaments et par la suite on enregistre toute action effectuée.

9. Conclusion

La logistique est une discipline relativement nouvelle dans l'industrie pharmaceutique. Le secteur des approvisionnements ne correspond toutefois qu'à une petite partie du travail à accomplir.

En outre, il est clair que les chaînes logistiques pharmaceutiques doivent dépasser le niveau de l'intendance pour s'engager dans une refonte radicale afin d'intégrer les logiques d'optimisation des flux, de réduction de coût et de gestion des risques.

Ce chapitre est dédié à la logistique, on s'est intéressé particulièrement à la chaîne pharmaceutique mais aussi à la traçabilité et aux différents systèmes de traçabilité.

On a pu présenter les acteurs de la chaîne d'approvisionnement des produits pharmaceutique tout en citant le rôle et l'importance de chaque acteur.

Dans le chapitre suivant nous modéliserons la chaîne d'approvisionnement des produits pharmaceutique et nous verrons les outils utilisés pour la traçabilité les données.

Chapitre 3

**Modélisation du système de traçabilité
de chaîne d'approvisionnement de
produits pharmaceutiques**

Chapitre 3 : Modélisation du système de traçabilité de chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

1. Introduction :

Pour concevoir notre application de traçabilité de produits pharmaceutiques nous avons suivi une méthodologie à trois niveaux, à savoir : le niveau des données, le niveau de services et le niveau d'interface. Pour le premier niveau, nous avons choisi d'utiliser la méthode de modélisation MERISE pour la modélisation de la base de données, et le langage SQL pour son implémentation. Dans le second niveau, le diagramme de cas d'utilisation du langage UML nous a permis de modéliser les services de notre application et le langage PHP nous a aidé à implémenter ces services. En dernier niveau, on a utilisé les deux langages HTML et CSS pour réaliser l'interface de notre application.

2. Modélisation et implémentation de la base de données

Il est nécessaire de définir de certains éléments avant de présenter la modélisation et l'implémentation de notre base de données.

2.1 Définition des bases de données

a. Les données

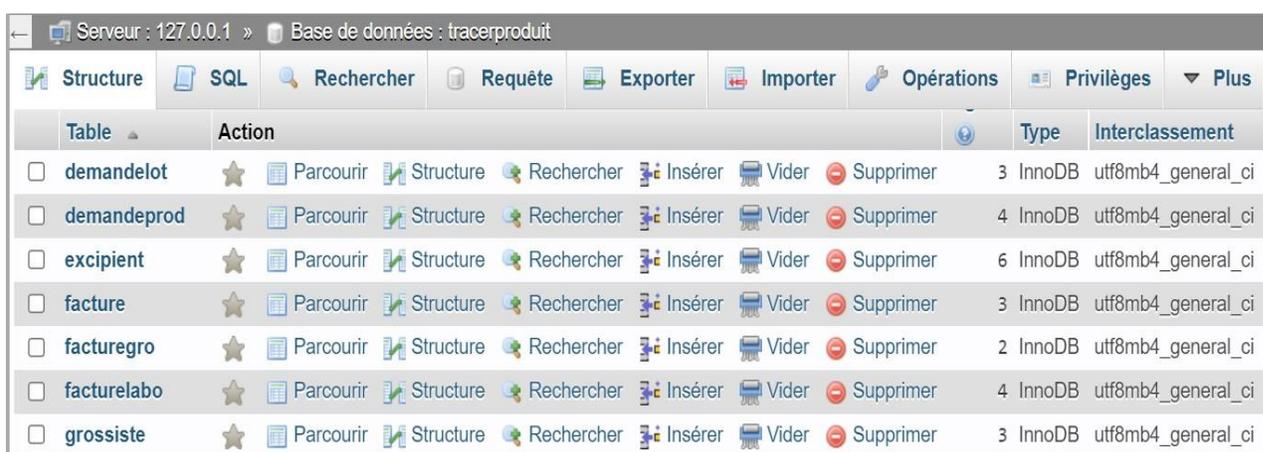
En informatique, une donnée désigne une description élémentaire, généralement codée, d'une chose, d'une transaction commerciale, d'un événement, etc. On peut enregistrer et classer les données sous différentes formes : papier, numérique, alphabétique, images, sons, etc. Le traitement qui consiste à enregistrer des données dans une mémoire appelé stockage [16].

b. Les bases de données

Une base de données est une collection d'informations organisée de telle sorte qu'elle puisse être aisément accédée, gérée et mise à jour. Les organisations y ont recours comme méthode

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

de stockage, de gestion et de récupération des informations. Les données sont classées en lignes, colonnes et tableaux et sont indexées pour permettre la recherche d'informations. Les données sont mises à jour, ajoutées ou supprimées à chaque fois que de nouvelles informations sont ajoutées. Elles comportent généralement des agrégations d'enregistrements ou de fichiers de données, comme les transactions de vente, les catalogues et inventaires de produits et les profils de clients. En général, pour contrôler les actions des utilisateurs et analyser leur utilisation, l'administrateur de la base de données régleme leur accès [17]. La figure 9 représente un exemple de notre base de données nommée « tracerproduit » ainsi que quelques tables contenues dans cette base telles que demandelot (la demande du lot par le grossiste), excipient, facture (la facture du client), grossiste...etc.



The screenshot shows a database management tool interface. At the top, it displays 'Serveur : 127.0.0.1' and 'Base de données : tracerproduit'. Below this is a menu bar with options: Structure, SQL, Rechercher, Requête, Exporter, Importer, Opérations, Privilèges, and Plus. The main area is a table listing database tables with columns for Table, Action, Type, and Interclassement. The tables listed are demandelot, demandeprod, excipient, facture, facturegro, facturelabo, and grossiste. Each table row includes a star icon, a 'Parcourir' button, and icons for Structure, Rechercher, Insérer, Vider, and Supprimer.

Table	Action	Type	Interclassement
<input type="checkbox"/> demandelot	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	3 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> demandeprod	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	4 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> excipient	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	6 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> facture	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	3 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> facturegro	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	2 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> facturelabo	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	4 InnoDB	utf8mb4_general_ci
<input type="checkbox"/> grossiste	★ Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	3 InnoDB	utf8mb4_general_ci

Figure 9 : Exemple d'une base de données

c. Les systèmes de gestion de base de données SGBD

Le système de base de données est constitué d'une base de données et d'un système de gestion de base de données, abrégé en SGBD. En général, un SGBD est un logiciel qui permet de définir le modèle d'un système de base de données et représente ainsi un composant essentiel pour la création, la gestion et l'utilisation d'une base de données. Ce n'est qu'après avoir installé et paramétré le système de gestion de base de données correspondant que l'utilisateur peut introduire et lire le jeu de données souhaité. Grâce à des interfaces spécifiques à l'application et à un langage de base de données adéquat, il est possible d'accéder à l'écriture et à la lecture, ainsi

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

qu'à la fonctionnalité d'administration générale. Le plus célèbre des langages de base de données de ce type est le SQL (Structured Query Language) [18].

2.2. La méthode de modélisation MERISE

1. Définition de la méthode MERISE :

La conception d'un système d'information requiert des méthodes pour établir un modèle sur la base duquel on pourra s'appuyer. Le modèle consiste à représenter virtuellement une réalité de façon à faire ressortir les éléments pertinents. Ce type de méthode est appelé analyse. Il faut savoir qu'il y a de nombreuses méthodes d'analyse, la méthode la plus utilisée étant la méthode MERISE. Cette méthode a pour but de concevoir un système d'information. La méthode MERISE est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. La séparation des données et des traitements assure une longévité du modèle. En effet, la mise en forme des données ne nécessite pas d'être retravaillée fréquemment, tandis que les traitements sont plus souvent retraités [18].

La méthode Merise préconise trois niveaux d'abstraction :

- Le niveau conceptuel qui décrit la statique et la dynamique du système d'information en se préoccupant uniquement du point de vue du gestionnaire.
- Le niveau organisationnel décrit la nature des ressources qui sont utilisées pour supporter la description statique et dynamique du système d'information. Ces ressources peuvent être humaines et/ou matérielles et logicielles.
- Le niveau opérationnel dans lequel on choisit les techniques d'implantation du système d'information (données et traitements) [18].

2. L'entité :

Une entité est la description d'un élément matériel ou immatériel qui occupe un rôle dans le système que l'on cherche à décrire. Une classe d'entités est un ensemble constitué d'entités de même type, c'est-à-dire dont la définition est la même. La répartition des entités au sein d'une classe est appelée classification (ou abstraction). Une entité est une instanciation de la classe. Chaque entité est composée de propriétés, données élémentaires permettant de la décrire.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Les classes d'entités sont figurées par un rectangle divisé en deux champs : Le champ supérieur contient le libellé. Ce libellé est généralement une abréviation pour simplifier l'écriture. Il est nécessaire de d'autre part, de vérifier que chaque classe d'entité possède un et un seul libellé, et vice versa. Le champ inférieur contient la liste des attributs de la classe d'entité [18]. La figure 10 donne un exemple d'une entité.

3. L'attribut :

L'attribut est une information élémentaire, c'est-à-dire non déductible d'autres informations, qui présente un intérêt pour le domaine étudié. Il représente une caractéristique d'une entité qui la décrit où la définit. Un exemple d'attributs est donné dans la figure 10.

4. L'identifiant :

Un identifiant est un ensemble de propriétés (une ou plusieurs) ayant pour but de distinguer une et une seule entité. La définition originale est la suivante : L'identifiant est une propriété particulière d'un objet telle qu'il n'existe pas deux occurrences de cet objet pour lesquelles cette propriété pour lesquelles cette propriété pourrait prendre la même valeur. Le modèle conceptuel des données propose de souligner les identifiants (parfois de les faire précéder d'un #). Chaque classe d'entité doit posséder au moins un attribut identifiant qui doit être renseignés à la création de l'entité [18]. Dans la figure suivante nous donnons un exemple d'une entité possédant un identifiant (nomlabo) qui représente le nom du laboratoire pour distinguer chaque laboratoire, et trois attributs représentant l'adresse du laboratoire, son numéro de téléphone et son email.

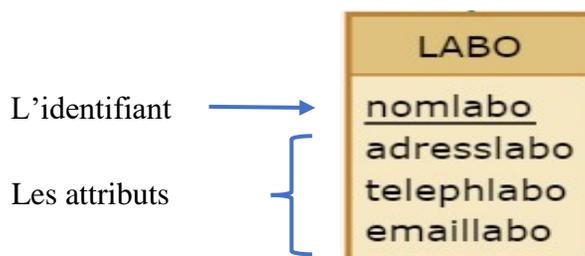


Figure 10 : Représentation d'une entité et ses éléments

5. L'association

Une association (aussi appelée relation) est un rapport sémantique entre deux entités. Une classe de relations contient toutes les relations de même type (qui relient les entités appartenant à la même entité aux mêmes classes d'entités). Les classes de relations sont représentées par des hexagones ou des ellipses, dont l'intitulé décrit le type de relation qui relie les classes d'entité (généralement un verbe) [18].

6. Les cardinalités

Les cardinalités permettent de caractériser le lien qui existe entre une entité et l'association à laquelle elle est reliée. La cardinalité d'une relation est se compose d'un couple comportant une borne maximale et une borne minimale, intervalle dans lequel la cardinalité d'une entité peut prendre sa valeur :

- La borne minimale (généralement 0 ou 1) décrit le nombre minimum de fois qu'une entité peut participer à une relation
- La borne maximale (généralement 1 ou n) décrit le nombre maximum de fois qu'une entité peut participer à une relation.

Un couple de cardinalités placé entre une entité E et une association A, représente le nombre minimal et maximal d'occurrences de l'association A qui peuvent être « ancrées » à une occurrence de l'association E [18]. Dans cette figure nous montrons l'association «stockermp » entre les tables Fournisseur et Matiere_premiere avec les cardinalités, cette association explique que chaque fournisseur peut stocker des matières premières. La cardinalité 1,N du fournisseur veut dire que chaque fournisseur peut stocker plusieurs matières premières, et à l'inverse chaque matière première est stockée par un seul fournisseur.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

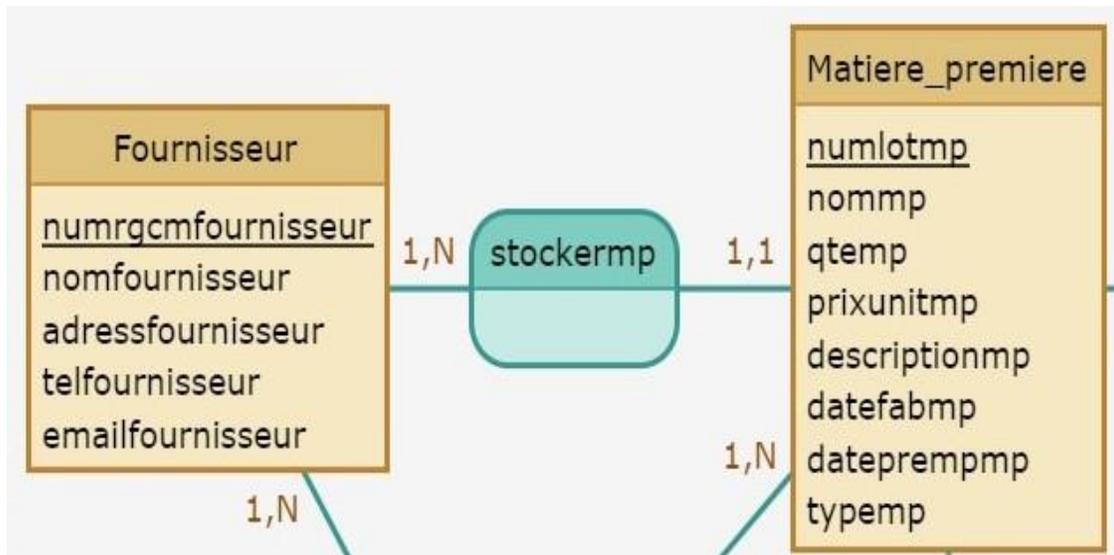


Figure 11 : Représentation d'une association entre deux entités avec les cardinalités

7. Les instances :

A partir de la définition d'une entité, nous savons que la connaissance d'une valeur de l'entité détermine la connaissance des valeurs des autres champs de l'entité. L'ensemble de ces valeurs est appelé instance de l'entité [18]. Comme exemple, on cite les instances de l'entité laboratoire qui sont l'ensemble des laboratoires définis par leurs valeurs (le nom, le numéro de téléphone, l'email et l'adresse) :

Nom	Adresse	Téléphone	Email
SOPHAL SPA	Hassi Ben Okba, ORAN	0672 07 01 80	contact@sophal.dz
EURL PHARMACO	13 Rue Lieutenant Bekhtaoui, ALGER	043 41 73 07	contact@pharmaco.dz

Figure 12 : Représentation des instances de la table laboratoire

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

8. Définition du modèle conceptuel des données : (MCD)

Le MCD (Modèle Conceptuel des Données) est un outil de traitement de données, son but principal est d'écrire les données de façon formelle afin qu'elles soient utilisées par le système d'information, elle contient des entités qui facilitent la compréhension des données ainsi leurs représentations. On peut grâce à cet outil **valider et préciser des règles** qui s'appliqueront à la future base de données.

C'est une représentation graphique de haut niveau qui simplifie la compréhension des différents éléments sont liés entre eux.

Le MCD se compose :

- D'entité qui représente un élément matériel ou immatériel ayant un rôle dans le système que l'on désire décrire. On a :
- Les propriétés qui sont la liste des données élémentaire de l'entité
- Les identifiants est une propriété particulière d'un objet telle qu'il n'existe pas deux occurrences de cet objet pour lesquelles cette propriété pourrait prendre une même valeur.
- Les relations (association) qui expliquent et précisent comment les entités sont reliées entre elles c'est les liens sémantiques qui peuvent exister
- De plus les cardinalités permettent de caractériser le lien qui existe entre une entité et la relation à laquelle elle est reliée. La cardinalité d'une relation est composée d'un couple comportant une borne maximale et une borne minimale

Dans le cadre de notre recherche on s'est intéressé à la modélisation conceptuelle de données pour représenter les données de notre système d'information. Cette figure illustre un exemple de modèle conceptuel de données entre la table « lotprod » et la table « produit ». Comme nous pouvons le voir, les deux tables sont reliées par l'association « contenirP » et grâce aux cardinalités on sait que chaque lot peut contenir plusieurs produits et que chaque produit est contenu dans un seul lot.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

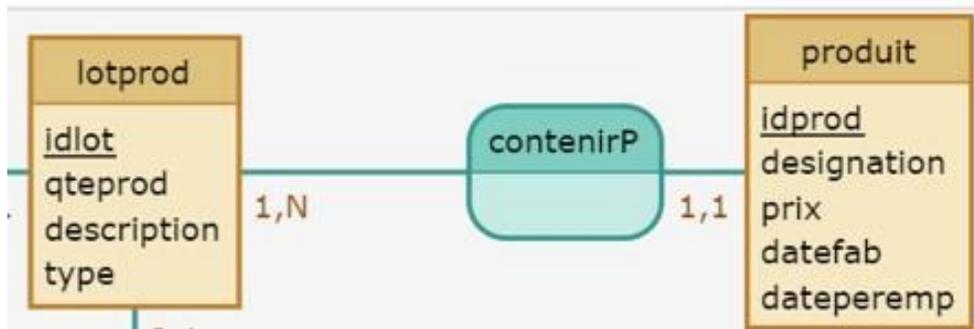


Figure 13 : Exemple d'un modèle conceptuel de données

9. Définition Modèle Logique des Données : (MLD)

Il est aussi appelé modèle relationnel (lorsqu'on travaille avec une base de données relationnelle). On emploie souvent l'abréviation suivante : MLD : Modèle logique des données. Le modèle logique des données consiste à décrire la structure de données utilisée sans faire référence à un langage de programmation. Il s'agit donc de préciser le type de données utilisées lors des traitements. Ainsi, le modèle logique est dépendant du type de base de données utilisé.

Le Modèle Logique des Données est simplement la représentation textuelle du MPD ((Modèle Physique des Données) fait suite au MCD). Il s'agit juste de la représentation en ligne du schéma représentant la structure de la base de données. Il n'y a pas de travail poussé à réaliser à cette étape, il s'agit juste d'appliquer quelques règles toutes simples

En MLD :

- Chaque ligne représente une table ;
- C'est toujours le nom de la table qui est écrit en premier ;
- Les champs sont listés entre parenthèses et séparés par des virgules ;
- Les clés primaires sont soulignées et placées au début de la liste des champs ;
- Les clés étrangères sont préfixées par un dièse ou écrites en italique dans notre cas.

Nous représentons ici le modèle logique de données entre les tables « lotprod » et « produit » en suivant l'exemple de la figure précédente. Nous pouvons voir ici que le produit contient

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

l'identifiant du lot « idlot » (clé étrangère représentée), qui représente la clé primaire du lot de produit. Cette information permet de connaître le lot de produit à partir du produit.

LOTPROD (idlot, qteprod, description, type, *NomPharmacien*)

PRODUIT (idprod, designation, prix, datefab, dateperemp, *idlot*, nb_list, *numlist*)

10. Le passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données :

Afin d'implémenter la base de données il est nécessaire de convertir le modèle conceptuel de données en un modèle logique de données qui prend en compte la structure de programmation utilisé qui est la table qu'on appelle aussi relation.

- Chaque entité donne naissance à une relation. Les propriétés de l'entité deviennent les attributs de la relation. L'identifiant devient la clé primaire de la relation.
- Chaque association de type [1-N] (c'est une association dont la cardinalité maximale du côté d'une de ses entités est égale à 1 et égale à N de l'autre côté) donne naissance à une clé étrangère selon le principe « le parent donne à l'enfant ». L'entité parent (coté cardinalité –n) donne son identifiant comme clé étrangère de la relation issue de l'entité enfant (coté cardinalité -1).
- Chaque association de type [N-N] (c'est une association dont la cardinalité maximale des deux côtés des entités est égale à N) donne naissance à une relation. Les propriétés de l'association deviennent attribut de la relation. Chaque entité participant à l'association donne son identifiant comme clé étrangère de la relation. L'ensemble de ces clés étrangères issues des entités participant à l'association devient la clé primaire composée de la relation.
- Chaque association de type [1-1] (c'est une association dont la cardinalité maximale des deux côtés des entités est égale à 1) donne naissance à une clé étrangère. L'entité du côté de la cardinalité minimale la plus petite (0) donne son identifiant comme clé étrangère de la relation issue de l'entité ayant la cardinalité minimale la plus grande (1).

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

2.3. Le langage SQL

a. Définition

Une base de données est un ensemble d'informations qui est organisé de manière à être facilement accessible, géré et mis à jour. Elle est utilisée par les organisations comme méthode de stockage, de gestion et de récupération de l'informations. Le langage SQL (*Structured Query Language*=langage de requête structuré) est l'outil essentiel pour la création et la manipulation des bases de données. Il a été développé dans un souci de performances élevées en lecture. C'est l'un des logiciels de gestion de base de données le plus utilisé au monde, de plus C'est un logiciel libre (open source). Sa dernière version : (18 janvier 2022).

- ❖ Une base de données (BDD) permet d'enregistrer, de stocker, de ranger de façon organisée et rechercher des données.
- ❖ SQL est le langage qui permet de manipuler les bases de données.
- ❖ Les SGBD (Systèmes de Gestion de Base de Données) sont les programmes qui vous permettent de gérer vos données directement.
- ❖ MySQL : libre et gratuit, c'est probablement le SGBD le plus connu.

b. La syntaxe du langage SQL :

Une commande SQL est aussi appelée instruction SQL ou requête SQL.

SQL fournit un ensemble de commandes pour une variété de tâches, dont:

- la création et la modification du schéma de la BDD,
- l'interrogation de la base de données,
- l'insertion, la mise à jour et la suppression des données dans la base de données,
- le contrôle de l'accès aux données.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Commande	Définition	Syntaxe	Exemple
CREATE	Création d'une entité SQL	CREATE « entité » « nom »	CREATE DATABASE 'ma_base'
SELECT	Interrogation de la Base de Données	SELECT « titre de colonne » FROM « table » WHERE « valeur choisie »	SELECT console, prix FROM jeux_video WHERE prix<20
DROP	Supprimer une entité	DROP « entité » « nom »	DROP TABLE ma_table
DELETE	Effacer des données	DELETE FROM « entité » WHERE « champ » = « valeur à effacer »	DELETE FROM ma_table WHERE id=1

Figure 14 : exemples des requêtes SQL

2.4 La modélisation conceptuelle de la base de données de traçabilité de produits pharmaceutiques :

Pour la représentation des données de notre chaîne d'approvisionnement, il est primordial de suivre le flux de ces données entre les différents acteurs. La figure suivante illustre ce flux de données.

Cette figure nous permet d'illustrer la chaîne d'approvisionnement pharmaceutique avec ses principaux acteurs.

Chaque acteur de la chaîne a un rôle très important pour assurer la traçabilité.

Lorsque le fournisseur vend la matière première aux laboratoires, il enregistre cette action dans la base de données.

Les laboratoires produisent les médicaments et les stockent par la suite ils préparent la commande des clients (les grossistes). Chacune de ses actions est enregistrée dans la base de données.

Les grossistes achètent et stockent des lots de médicaments pour les vendre aux pharmaciens. Ces actions sont enregistrées dans la base de données.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Afin de garder une trace du médicament et de pouvoir garantir la qualité de ce dernier le pharmacien enregistre chaque achat ou vente d'un médicament dans la base de données.

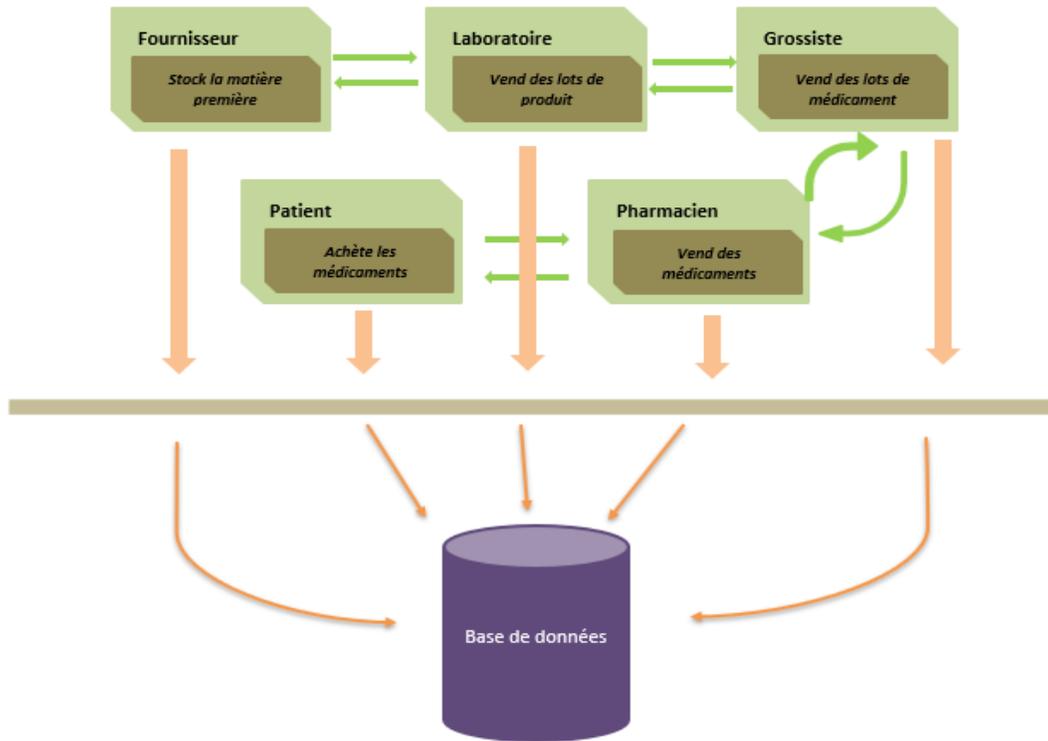


Figure 15 : les acteurs de la chaîne pharmaceutique

Dans la figure précédente on peut distinguer plusieurs données selon l'acteur.

- Le fournisseur par exemple stocke la matière première, et le laboratoire fait une demande de cette matière et dans le cas d'un accord entre le fournisseur et l'entreprise un contrat de livraison sera signé. Chaque matière première comporte une substance et plusieurs excipients. On peut distinguer huit entités : le fournisseur, la matière première, la substance, l'excipient, le laboratoire, la demande, la livraison, et le contrat. On modélise toutes ces entités avec le modèle conceptuel suivant :

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d’approvisionnement de produits pharmaceutiques

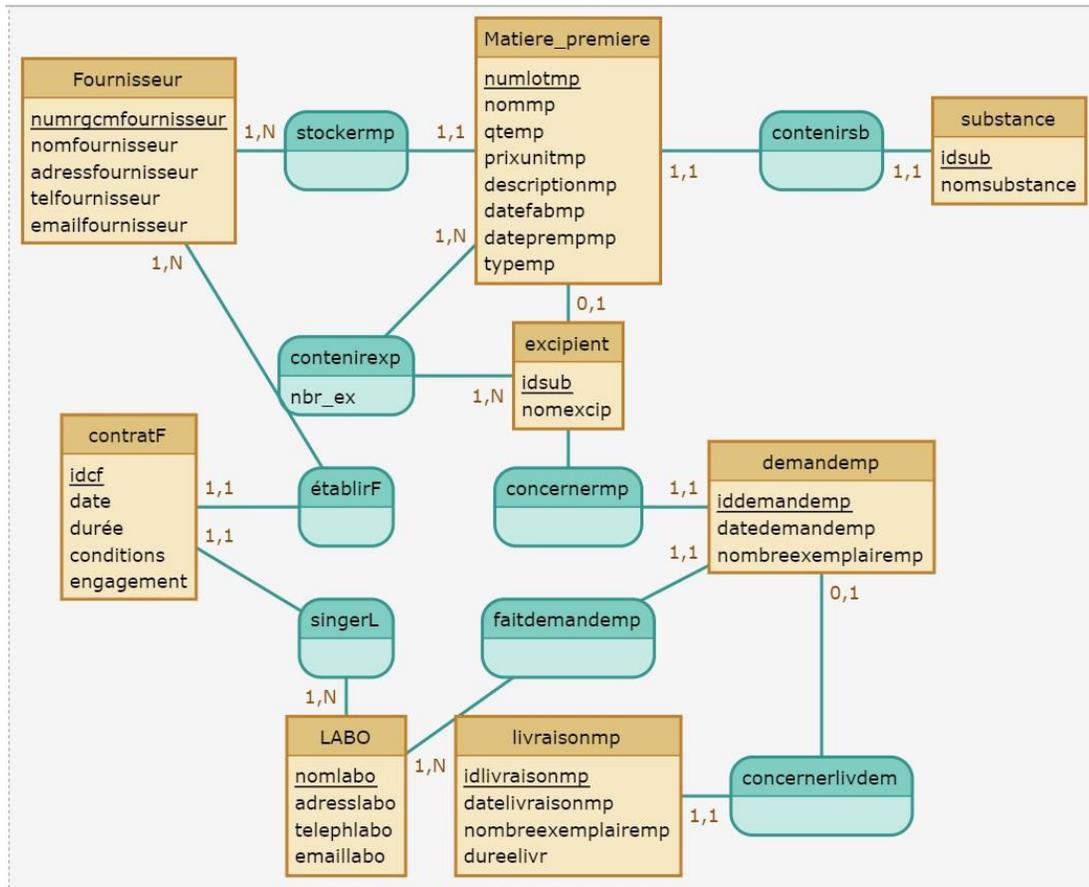


Figure 16 : Représentation du MCD entre le fournisseur et le laboratoire

Chaque entité possède des attributs qui la caractérisent et un identifiant pour distinguer les différentes instances de celle-ci, par exemple, un laboratoire est identifié par un son nom et possède un numéro de téléphone, un email et une adresse.

Ce modèle permet de clarifier la relation entre les différentes tables, par exemple, un laboratoire peut faire plusieurs demandes de matières premières et chaque livraison de matière première concerne une seule demande.

- Le laboratoire doit demander une autorisation de mise sur le marché AMM du médicament auprès de l’autorité locale, afin de pouvoir commercialiser le produit. Chaque laboratoire peut faire plusieurs demande d’AMM et l’autorité locale peut lui donner plusieurs autorisations.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

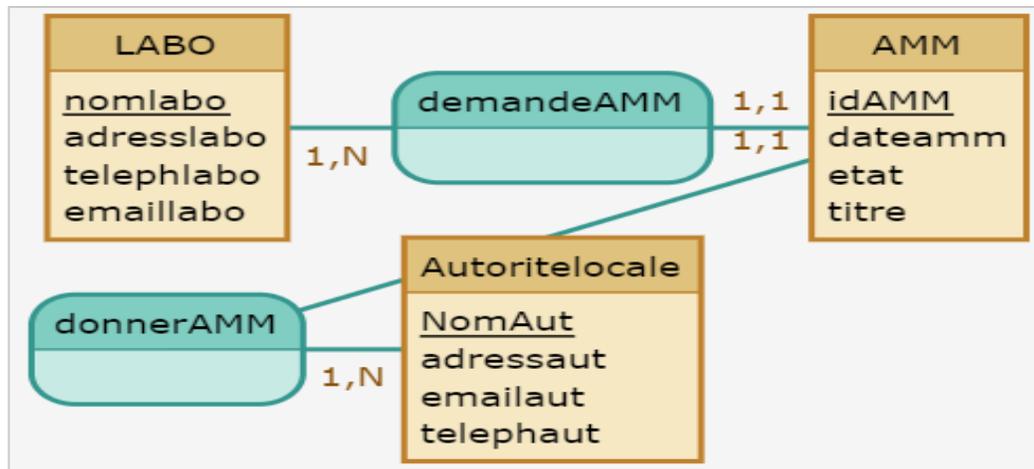


Figure 17 : Représentation du MCD entre le laboratoire et l'autorité locale

- Le laboratoire stocke les lots de produits pharmaceutiques. Après avoir signé un contrat avec le laboratoire, le grossiste fait une demande de lot et la livraison sera assurée par un livreur. Chaque laboratoire peut stocker plusieurs lots, chaque lot contenant plusieurs produits. Le laboratoire peut établir plusieurs contrats avec plusieurs grossistes. Ainsi le grossiste peut faire plusieurs demandes de lot... etc.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

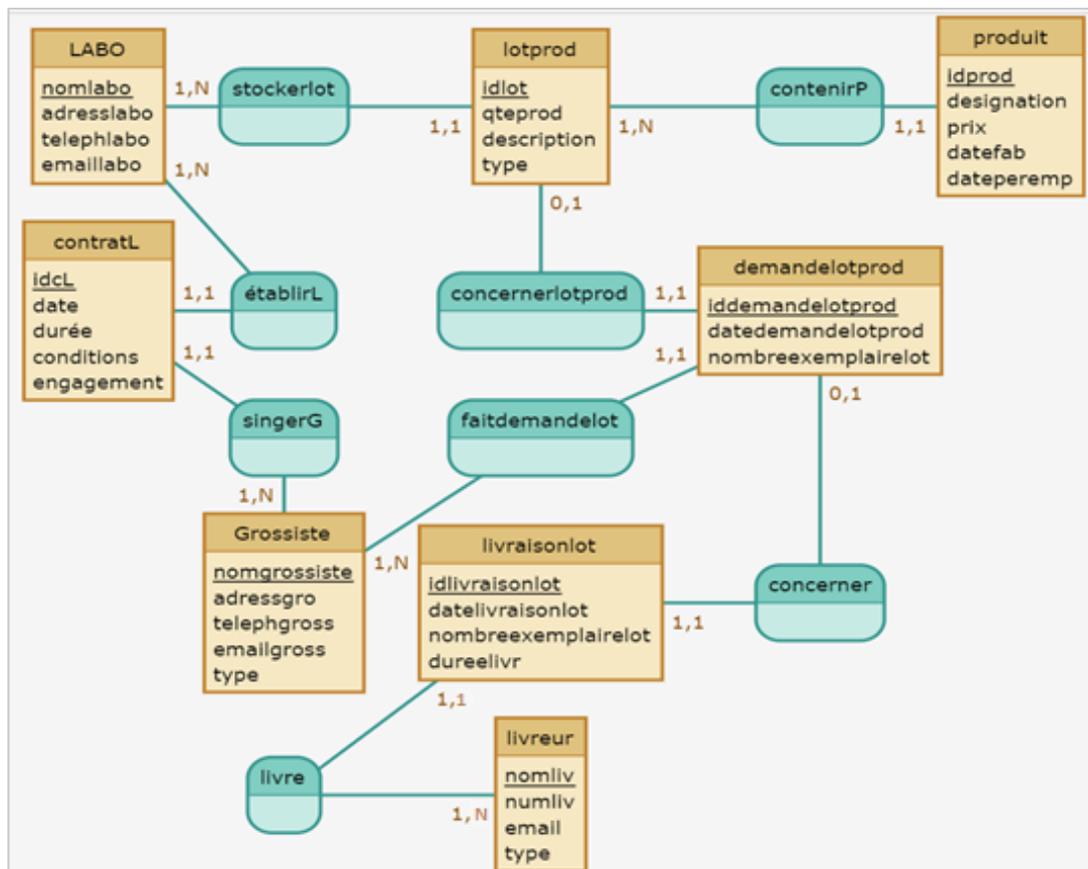


Figure 18 : Représentation du MCD entre le laboratoire et le grossiste

- Après avoir reçu les lots de produits, le grossiste les stocke en attendant les demandes des pharmaciens. A ce niveau, le grossiste forme deux types de lot ; les lots comportant le même produit et les lots contenant des produits différents. Pour faire une demande de produit, le pharmacien doit avoir au préalable, signé un contrat avec le grossiste. Et ainsi il pourra choisir le lot contenant les produits qu'il désire, et la livraison sera assurée par un livreur.

Le grossiste peut évidemment stocker plusieurs lots de produits, et chaque lot est stocké par un seul grossiste. De même pour la livraison est assurée par un seul livreur.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

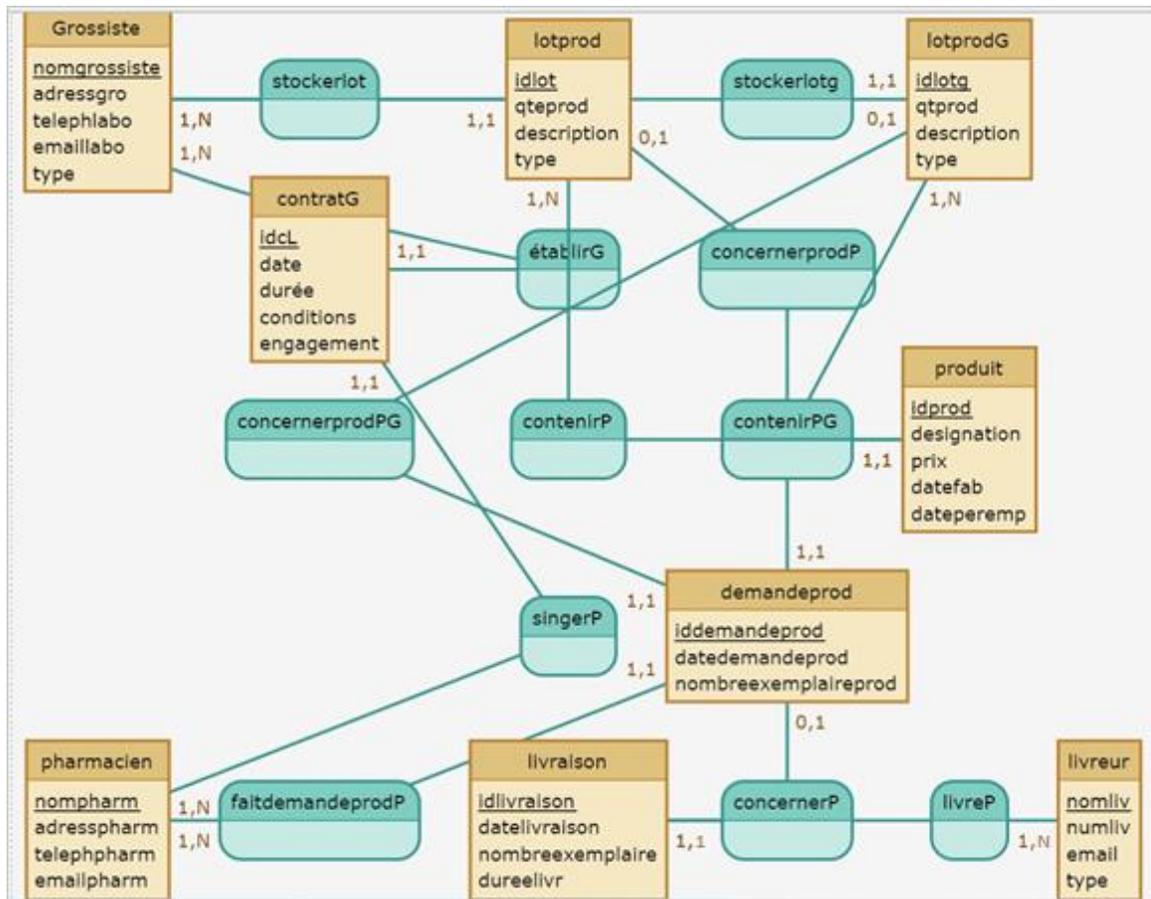


Figure 19 : Représentation du MCD entre le pharmacien et le grossiste

- Le pharmacien stocke les produits contenus dans les lots venus de chez le grossiste. Le patient achète les produits dont il a besoin et ces derniers appartiendront à la liste de produits achetés qui concerne la facture du client. Ainsi chaque client peut faire plusieurs achats de produits appartenant à une seule liste d'achat qui concerne une seule facture, mais le pharmacien peut donner plusieurs factures à différents patients...etc.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

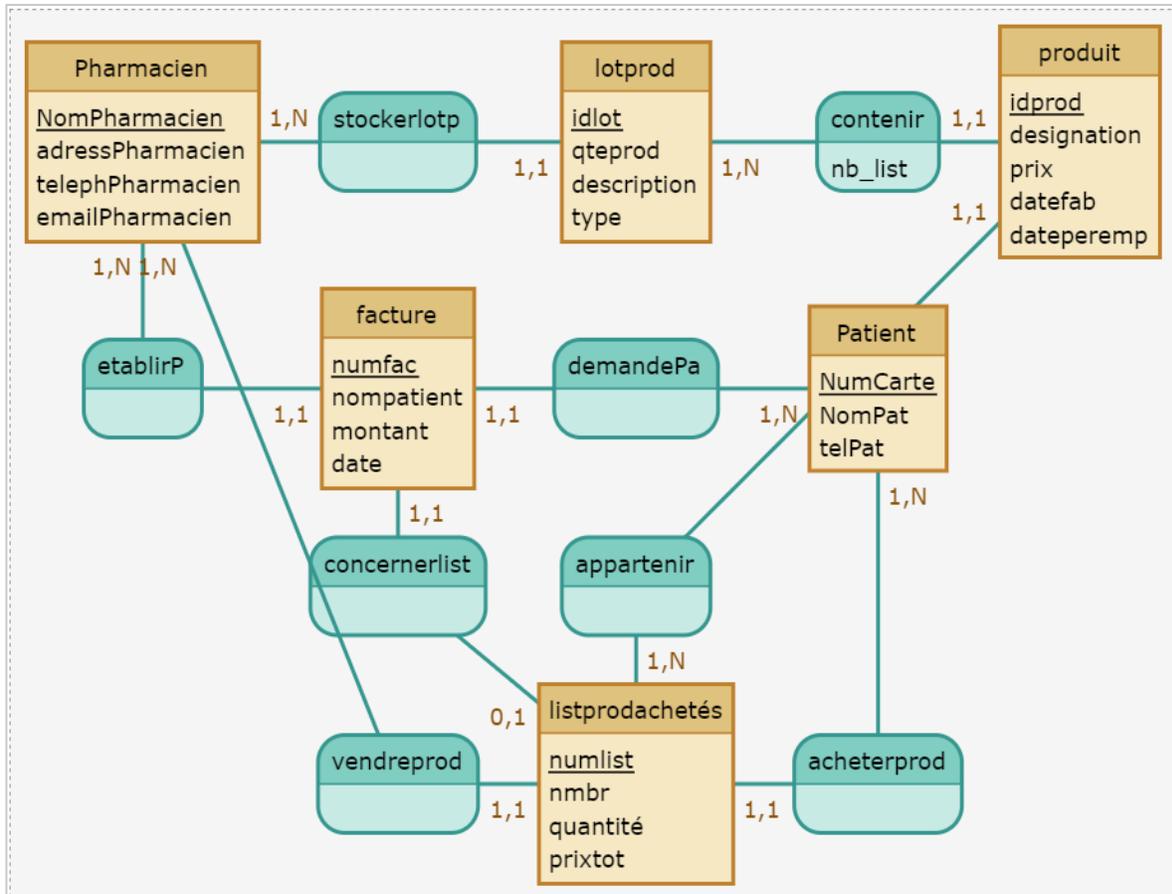


Figure 20 : Représentation du MCD entre le patient et le pharmacien

2.5 La modélisation logique de la base de données de traçabilité des produits pharmaceutiques

Il est nécessaire de dire que la quantification des associations (cardinalité) est très importante pour la conversion des modèles conceptuels déjà illustré vers des modèles logiques de données qui seront implémentés par un langage de programmation dédié à la création d'une base de données –SQL-.

- Le premier modèle conceptuel de données qui représente le flux de données entre le fournisseur et le laboratoire est convertit vers un modèle logique de données en se basant

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

sur les règles de conversion déjà cité dans le titre 1.2, dans ce qui suit on illustre ce modèle convertit.

Les entités sont transformées tables et les associations en liens, par exemple, la table fournisseur représente l'ensemble des fournisseurs de matières premières pour produits pharmaceutiques, la matière première possède un lien (clé étrangère) qui est l'identifiant (clé primaire) du fournisseur qui l'a fourni, et de cette façon, avec l'identifiant d'une matière première on peut connaître le fournisseur qui la fournit.

FOURNISSEUR (numrgcmfournisseur, nomfournisseur, adressfournisseur, telfournisseur, emailfournisseur)
MATIERE_PREMIERE (numlotmp, nommp, qtemp, prixunitmp, descriptionmp, datefabmp, dateprempmp, typemp, numrgcmfournisseur, idsub)
SUBSTANCE (idsub, noms substance)
CONTENIREXP (numlotmp, idsub, nbr_ex)
EXCIPIENT (idsub, nomexcip)
CONTRATF (idcf, date, durée, conditions, engagement, nomlabo, numrgcmfournisseur)
DEMANDEMP (iddemandemp, datedemandemp, nombreexemplairemp, numlotmp, nomlabo)
LABO (nomlabo, adresslabo, telephlabo, emaillabo)
LIVRAISONMP (idlivraisonmp, datelivraisonmp, nombreexemplairemp, dureelivr, iddemandemp)

- La table laboratoire représente l'ensemble des laboratoires, et l'AMM (l'autorisation de mise sur le marché) possède des clés étrangères qui sont les clés primaires du laboratoire et de l'autorité local. Ceci permet de relier ces tables et de connaître le laboratoire et l'autorité locale grâce à l'autorisation de mise sur le marché.

LABO (nomlabo, adresslabo, telephlabo, emaillabo)
AMM (idAMM, dateamm, etat, titre, NomAut, nomlabo)
AUTORITELOCALE (NomAut, adressaut, emailaut, telephaut)

- Le laboratoire stocke des lots de produits représenté par la table lotprod qui comprend la clé étrangère nomlabo ce qui crée un lien entre les deux tables. Nous pouvons donc connaître le laboratoire à partir de la table lotprod. De même pour le produit contenu dans le lot qui contient l'identifiant du lot (clé étrangère) ce qui permet de connaître le lot auquel il appartient. On peut également connaître le grossiste à partir de la table demandelotprod qui contient le nom du grossiste.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

LABO (nomlabo, adresslabo, telephlabo, emaillabo)

LOTPROD (idlot, qteprod, description, type, *nomlabo*)

PRODUIT (idprod, designation, prix, datefab, dateperemp, *idlot*)

CONTRATL (idcl, date, durée, conditions, engagement, *nomlabo*, *nomgrossiste*)

DEMANDELOTPROD (iddemandelotprod, datedemandelotprod, nombreexemplairelot, *nomgrossiste*, *idlot*)

GROSSISTE (nomgrossiste, adressgro, telephgross, emailgross, type)

LIVRAISONLOT (idlivraisonlot, datelivraisonlot, nombreexemplairelot, dureelivr, *iddemandelotprod*, *nomliv*)

LIVREUR (nomliv, numliv, email, type)

- La table pharmacien représente tous les pharmaciens d'officine qui font des demandes chez le grossiste, et on peut connaître le pharmacien à partir de la demande qu'il fait ou du contrat qu'il signe.

GROSSISTE (nomgrossiste, adressgro, telephlabo, emaillabo, type)

LOTPROD (idlot, qteprod, description, type, *nomgrossiste*)

LOTPRODG (idlotg, qteprod, description, type, *nomgrossiste*)

CONTRATG (idcl, date, durée, conditions, engagement, *nomgrossiste*, *nompharm*)

PRODUIT (idprod, designation, prix, datefab, dateperemp, *idlotg*, *idlot*)

DEMANDEPROD (iddemandeprod, datedemandeprod, nombreexemplaireprod, *idlot*, *nompharm*, *idlotg*)

PHARMACIEN (nompharm, adresspharm, telephpharm, emailpharm)

LIVRAISON (idlivraison, datelivraison, nombreexemplaire, dureelivr, *iddemandeprod*, *nomliv*)

LIVREUR (nomliv, numliv, email, type)

- La table facture regroupe l'ensemble des factures d'achat des patients chez le pharmacien, elle contient les identifiants du pharmacien, de la liste de produits achetés et du patient. Ce qui veut dire que l'on peut définir le patient ayant acheté les produits contenus dans cette facture et le pharmacien qui les a vendus à partir du numéro de la facture.

PHARMACIEN (NomPharmacien, adressPharmacien, telephPharmacien, emailPharmacien)

LOTPROD (idlot, qteprod, description, type, *NomPharmacien*)

PRODUIT (idprod, designation, prix, datefab, dateperemp, *idlot*, *nb_list*, *numlist*)

FACTURE (numfac, nompatient, montant, date, *NomPharmacien*, *numlist*, *NumCarte*)

PATIENT (NumCarte, NomPat, telPat)

LISTPRODACHETÉS (numlist, nbr, quantité, prix, *NumCarte*, *NomPharmacien*)

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

2.6 Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données nous permet de classer tous les attributs des cinq modèles logiques de données illustrés précédemment. Chaque attribut est désigné par un nom, une description, un index (clé primaire ou étrangère), un type et la table à laquelle il appartient.

Nom	Description	type	index	table	information
Idmmp	Identifiant de matière première	entier	Primaire	Matierepremiere	40
Nommp	Nom de matière première	Chaîne de caractères	Etrangère	Matierepremiere	50, Lien vers le fournisseur
Qte	Quantité de matière première	Chaîne de caractères		Matierepremiere	
Prix	Prix de la matière première	entier		Matierepremiere	
Idsub	Identifiant de la substance	entier	Etrangère	Matierepremiere	Lien vers la substance
Idex	Identifiant de l'excipient	entier	Etrangère	Excipient	Lien vers excipient
Idmpexp	Identifiant de la composition matière première excipient	Entier	Primaire	mpexp	
Nomsub	Nom de la substance	Chaîne de caractères		substance	
Datefab	Date de fabrication de la matière première	Date		Matierepremiere	
Dateper	Date de péremption de la matière première	Date		Matierepremiere	
excipient1	Nom de l'excipient	Chaîne de caractères			
Nomlabo	Nom du laboratoire	Chaîne de caractères	Primaire	laboratoire	40
Tellabo	Téléphone du laboratoire	Chaîne de caractère		laboratoire	20
Adresselabo	Adresse du laboratoire	Texte		laboratoire	
Emaillabo	Email du laboratoire	Chaîne de caractères		laboratoire	30
Idproduit	Identifiant du produit	entier	Primaire	Produit	
Designation	Désignation du produit	Chaîne de caractères		Produit	

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Dateper	Date de péremption du produit	Date		Produit	
Datefab	Date de fabrication du produit	Date		Produit	
Idlot	Identifiant du lot	Chaîne de caractères	Etrangère	Produit	40, lien vers la table lotprod
Atome	Atome du produit	Chaîne de caractères		Produit	
Prix	Prix du produit	Réel		Produit	
De	Décision d'enregistrement du produit	Chaîne de caractères		Produit	
Numlist	Numéro de la liste des produits achetés	Entier	Etrangère	Produit	Lien vers la table listprodachete
Idlotg	Identifiant du lot appartenant au grossiste	Chaîne de caractères	Etrangère	Produit	Lien vers lotproduit
Qte	Quantité de produit appartenant au lot	Entier		lotproduit	
Description	Description du lot	Chaîne de caractères		lotproduit	
Type	Type du lot	Entier		lotproduit	
Nomgrossiste	Nom du grossiste	Chaîne de caractères	Etrangère	lotproduit	40, Lien vers le grossiste
nompharmacien	Nom du pharmacien	Chaîne de caractères	Etrangère	lotproduit	40, Lien vers le pharmacien
Prix	Prix du lot	réel		loproduit	
Numeroliste	Numéro de la liste de lots achetés par le grossiste	Entier	Etrangère	lotproduit	Lien vers listelot
Adressegross	Adresse du grossiste	Texte		grossiste	
Telgross	Téléphone du grossiste	Chaîne de caractères		grossiste	20
Emailgross	Email du grossiste	Chaîne de caractères		grossiste	30
Iddemand	Identifiant de la demande de lot par le grossiste	Entier	Primaire	demandelot	
Datedm	Date de demande du lot	Date		demandelot	
Nbrexemp	Nombre d'exemplaire du lot	Entier		demandelot	
Idliv	Identifiant de la livraison	Entier	Primaire	livraisonprod	
Datelig	Date de livraison	Date		livraisonprod	
Dureelig	Durée de livraison	Entier		livraisonprod	

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Nomlivreur	Nom du livreur	Chaîne de caractères	Etrangère	livraisonprod	40, lien vers la table livreur
Emailliv	Email du livreur	Chaîne de caractères		Livreur	
Telliv	Téléphone du livreur	Chaîne de caractères		Livreur	
Adressliv	Adresse du livreur	Chaîne de caractères		Livreur	
Numfact	Numéro de la facture	Entier	Primaire	Facturegro	
Date	Date de la facture	Date		Facturegro	
Numliste	Numéro de la liste de lot achetés par le pharmacien	Entier	Etrangère	facturegro	Lien vers la table listeprodph
Iddemande	Identifiant de la demande de lot par le pharmacien	Entier	primaire	Demandeprod	
Nbexmpl	Nombre d'exemplaire de lot	Entier		Demandeprod	
Numfacture	Numéro de la facture du patient	Entier	Primaire	facture	
Numcarte	Numéro de la carte chifa du patient	Entier	Etrangère	Facture	Lien vers la table patient
Numlist	Numéro de la liste de produits achetés	Entier	Etrangère	facture	Lien vers listeprodachete
Quantite	Quantité de produits achetés par le patient	Entier		Listeprodachete	
Prixtot	Prix total de la facture	Réel		facture	
Nompatient	Nom du patient	Chaîne de caractères	primaire	patient	
Telpatient	Téléphone du patient	Chaîne de caractères		Patient	
Nomphar	Nom du pharmacien	Chaîne de caractères		Infpharma	
Prephar	Prénom du pharmacien	Chaîne de caractères		Infpharma	
Mpphar	Mot de passe du pharmacien	Chaîne de caractères		Infpharma	
Email	Email du pharmacien	Chaîne de caractères		Infpharma	
Idphar	Identifiant du pharmacien	Entier		Infpharma	
Adresseph	Adresse du pharmacien	Chaîne de caractères		Pharmacien	

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Telph	Téléphone du pharmacien	Chaine de caractères		Pharmacien	
Emailph	Email du pharmacien	Chaine de caractères		pharmacien	

2.7 Implémentation avec le langage SQL :

Pour créer et exploiter notre base de données, nous faisons appel à trois types de requêtes ;

- Requêtes de schéma de modification :

Ce sont les requêtes de création de la base de données et des différentes tables. Voici quelques exemples de ces requêtes.

```
// créer notre base de données qui sera nommée tracerproduit
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS PFE
// créer la table laboratoire
CREATE TABLE laboratoire
(
  nomlabo varchar(30),
  tellabo varchar(20),
  adresselabo TEXT,
  emaillabo varchar(30),
  primary key (nomlabo)
)
```

- Requête de modification :

Ces requêtes permettent l'ajout, la suppression et la mise à jour des champs des différentes tables.

```
INSERT INTO `patient`(`numcarte`, `nompatient`, `telpatient`) VALUES
('436564722', 'Malika', '0757557554')
```

```
DELETE FROM `patient` WHERE numcarte=436564722;
```

```
UPDATE `patient` SET `telpatient`='[0555693924]' WHERE
`numcarte`='908978677';
```

- Requêtes d'interrogation de données :

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Ce sont les requêtes permettant l'extraction des données à partir des tables existantes.

Comme la recherche d'un lot de produits et la recherche des produits dans un lot.

```
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot ='$idlot'";  
$result = $bddPDO->query($requete);  
-----  
$requete = "SELECT * FROM produit where idlot ='$idlot'";  
$result = $bddPDO->query($requete);
```

3. Modélisation et implémentation des services :

3.1 Présentation du langage de modélisation UML :

a. Définition du langage UML :

Face à la diversité des formalismes utilisés par les méthodes d'analyse et de conception objet, UML représente un réel facteur de progrès par l'effort de normalisation. De l'anglais Unified Modeling Language (UML), est un langage de modélisation graphique. Ce langage est désormais la référence en modélisation objet, ou programmation orientée objet.

Cette dernière consiste à modéliser des éléments du monde réel (immeuble, ingrédients, personne, logos, organes du corps...) ou virtuel (temps, prix, compétence...) en un ensemble d'entités informatiques appelées « objet ».

L'UML est constitué de diagrammes qui servent à visualiser et décrire la structure et le comportement des objets qui se trouvent dans un système. Il permet de présenter des systèmes logiciels complexes de manière plus simple et compréhensible qu'avec du code informatique. L'UML a des applications dans le développement logiciel, mais aussi dans l'industrie (pour modéliser les flux de processus par exemple), dans l'ingénierie ou le marketing.

L'UML n'est pas un langage de programmation, mais il existe des outils qui peuvent être utilisés pour générer du code en plusieurs langages à partir de diagrammes UML.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Les différents types de diagrammes UML :

L'UML définit 14 types de diagrammes divisés en deux catégories ; les diagrammes de structure représentent les éléments du système, leurs propriétés et leurs relations entre eux et les diagrammes de comportement représentent les processus et les interactions entre les objets. On peut en citer trois d'entre eux ; les diagrammes de classe, les diagrammes de séquences et les diagrammes de cas d'utilisation.

i. Diagrammes de classe

Dans le langage UML, les diagrammes de classes comptent parmi les types de diagrammes structurels. Les diagrammes de classes sont nécessaires au processus de modélisation objet et représentent la structure statique d'un système. Selon la difficulté d'un système, il est possible d'utiliser un seul diagramme de classes pour modéliser un système complet ou d'utiliser différents diagrammes de classes pour modéliser les éléments d'un système.

Les diagrammes de classes sont les plans de votre système ou sous-système. On peut utiliser les diagrammes de classes pour modéliser les objets qui constituent le système, pour illustrer les relations entre les objets et pour décrire ce que font ces objets et les services qu'ils offrent [19].

ii. Diagrammes de séquences

Un diagramme de séquence est un diagramme UML (Unified Modeling Language) qui constitue la séquence des messages entre les objets durant une interaction. Un diagramme de séquence est formé d'un groupe d'objets, représentés par des lignes de vie, et des messages que ces objets échangent en cours de l'interaction. Les diagrammes de séquence sont des représentations de la séquence des messages transmis entre les objets. Ils peuvent aussi représenter les structures de contrôle entre les objets. Ainsi, les lignes de vie d'un diagramme de séquence pour un scénario de traçabilité pharmaceutique peuvent représenter un fournisseur, un laboratoire, un grossiste ou un pharmacien. Les échanges entre le fournisseur, le laboratoire, le grossiste et le pharmacien sont représentés par les messages entre eux. Le diagramme de séquence représente les objets et les messages entre ces objets [25].

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

iii. Diagramme de cas d'utilisation :

Les diagrammes de cas d'utilisation (DCU) sont des diagrammes UML utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés. En effet, un cas d'utilisation (*use cases*) représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou machine) et un système. Ainsi, dans un diagramme de cas d'utilisation, les utilisateurs sont appelés acteurs (*actors*), et ils apparaissent dans les cas d'utilisation.

Ils permettent de décrire l'interaction entre l'acteur et le système. L'idée forte est de dire que l'utilisateur d'un système logiciel a un objectif quand il utilise le système ! Le cas d'utilisation est une description des interactions qui vont permettre à l'acteur d'atteindre son objectif en utilisant le système. Les *use case* (cas d'utilisation) sont représentés par une ellipse sous-titrée par le nom du cas d'utilisation (éventuellement le nom est placé dans l'ellipse). Un acteur et un cas d'utilisation sont mis en relation par une association représentée par une ligne.

Le plus souvent, le diagramme de cas d'utilisation est établi par la maîtrise d'ouvrage (MOA) d'un projet lors de la rédaction du cahier des charges afin de transmettre les besoins des utilisateurs et les fonctionnalités attendues associées à la maîtrise d'œuvre (MOE).

3.2 Modélisation des services par le diagramme de cas d'utilisation :

Notre application est dédiée à cinq principaux acteurs : Le fournisseur, le laboratoire de fabrication de produit pharmaceutique, le grossiste répartiteur, le pharmacien et le patient désirant acheter des produits pharmaceutiques. Tous ces acteurs exigent des services de l'application.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

- Le fournisseur de matière première doit être connecté à la base de données afin de pouvoir tracer la matière première en aval (connaitre le laboratoire auquel cette matière première a été vendue) et il pourra par la suite imprimer un rapport sur cette traçabilité.

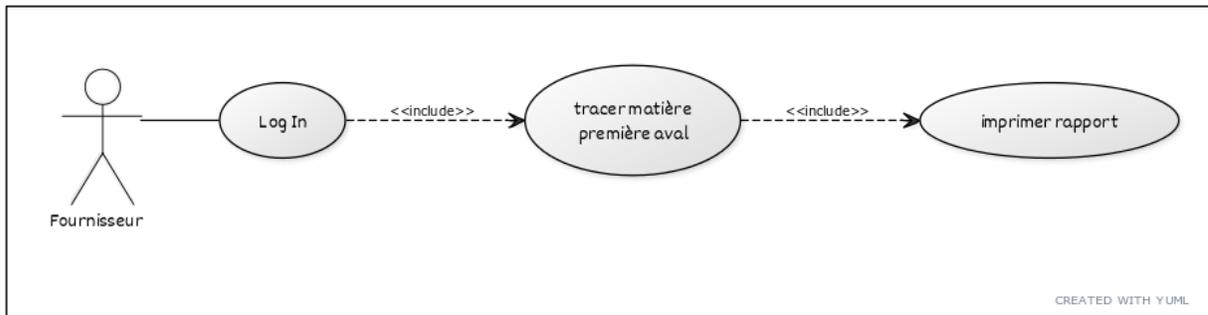


Figure 21 : Diagramme du cas d'utilisation du fournisseur

Le laboratoire qui veut tracer une facture de vente, un lot ou un produit en amont, ou encore la nomenclature du produit doit être préalablement inscrit dans notre base pour avoir un compte de connexion lui permettant d'effectuer une traçabilité. Tracer une facture par le laboratoire donne les informations du grossiste (facture en aval) ainsi que la liste des lots (ou vendus), le montant de la facture et la date. En ce qui concerne la nomenclature du produit, elle permet de connaître les composants de ce dernier (substance et excipients). Enfin, pour la traçabilité du lot ou du produit, elle permet au laboratoire d'avoir les informations sur le grossiste ayant acheté ce lot.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaine d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

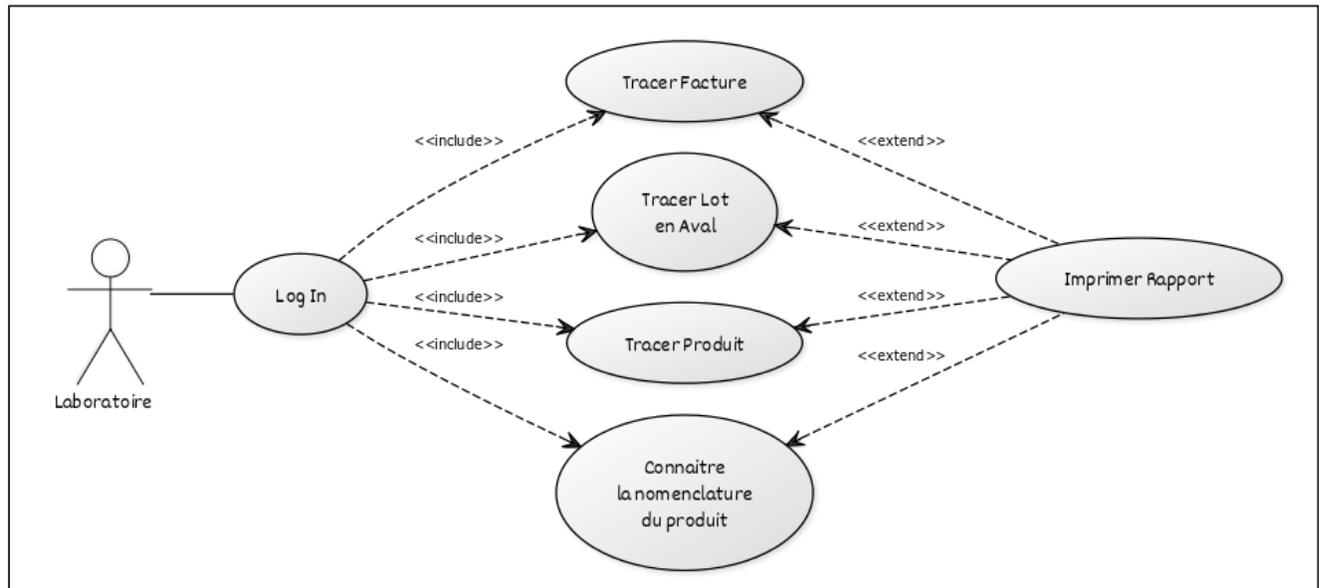


Figure 22 : Diagramme du cas d'utilisation du laboratoire

- Le grossiste doit également être inscrit pour se connecter à la base de données ce qui lui permet de tracer des factures en amont (informations sur le laboratoire, les lots achetés, la date, et le montant) et en aval (pour connaître le pharmacien, les lots vendus, et le montant), des lots (le type du lot, la description et les produits contenus) et des produits (désignation, date de péremption et prix) en amont et en aval. Le grossiste peut imprimer un rapport des résultats de traçabilité. La figure suivante montre ce diagramme de cas d'utilisation.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

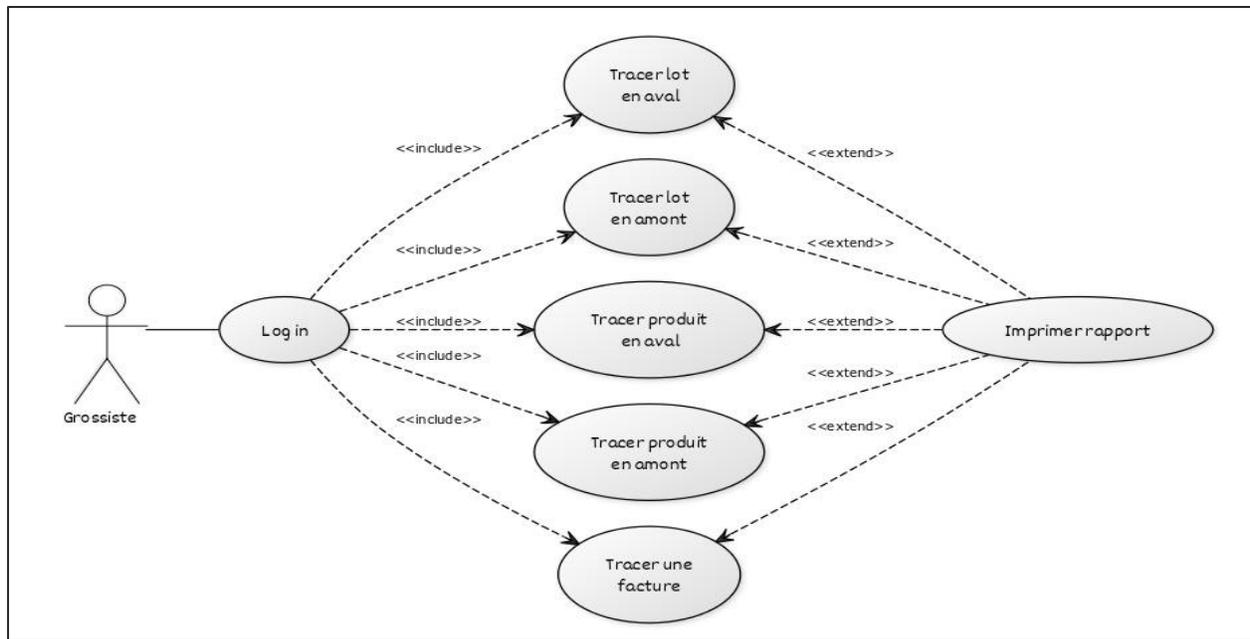


Figure 23 : Diagramme du cas d'utilisation du grossiste

- Le pharmacien désirant tracer des lots en amont (pour connaître le grossiste ayant vendu ces lots et leur contenance) et des produits en amont et en aval (les informations sur le patient) ou encore une facture d'achat ou de vente, doit être inscrit au préalable à la base de données. Ces actions impliquent une possibilité d'impression de rapport comportant les résultats obtenus.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaine d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

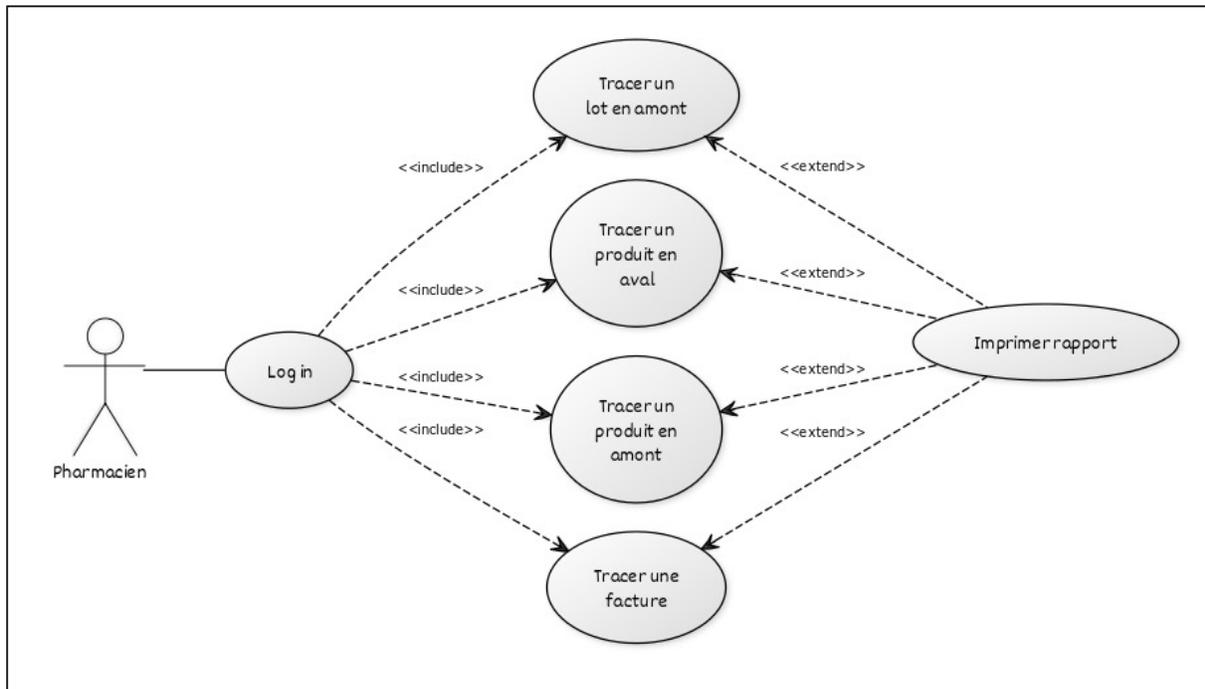


Figure 24 : Diagramme de cas d'utilisation du pharmacien

- Quant au patient il peut choisir de tracer un produit pour connaitre son pharmacien, ou de tracer une facture d'achat pour vérifier les produits achetés ainsi que le montant de ces achats. A la fin il pourra imprimer un rapport.

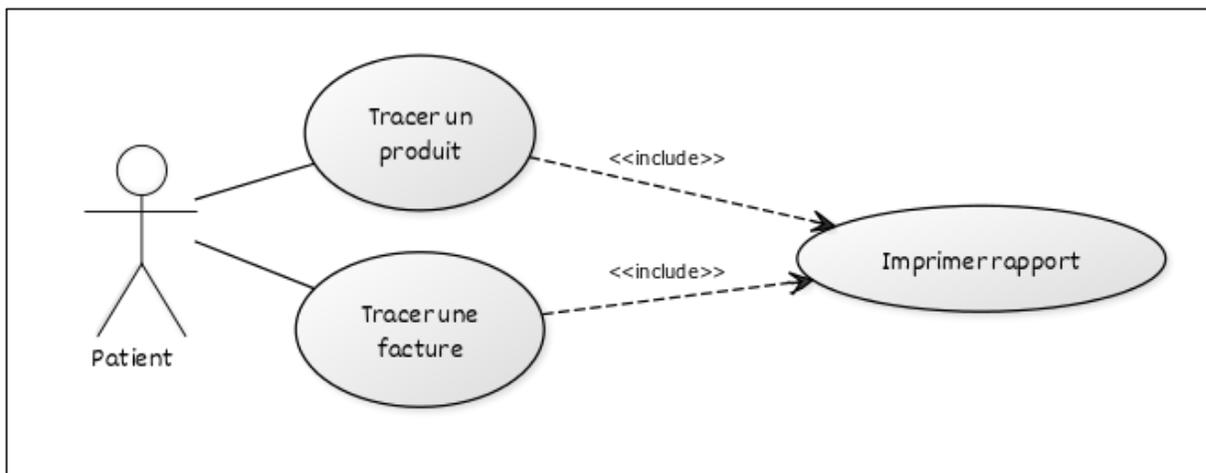


Figure 25 : diagramme de cas d'utilisation du patient

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

3.3 Présentation du langage PHP :

Créé en 1994 par le canadien et groenlandais Ramus Lerdorf, qui était à la base une bibliothèque du langage C. C'est un langage orienté objet (tel que JAVA) Il génère un code Html ou css, xhtml. Il lui faut un serveur http pour qu'il puisse être exécuter.

En 1997, PHP devient un projet collectif est réécrit par Zeev Suraski et Andi Gutmans pour donner la version 3 qui s'appelle désormais PHP : Hypertext Preprocessor.

En juillet 2000 plus de 300.000 sites tournaient déjà sous PHP !

PHP est devenu le langage de programmation web côté serveur le plus utilisé depuis plusieurs années. Facebook utilise le langage PHP, et en 2018, près de 80 % des sites web utilisent le langage PHP sous ses différentes versions. Nous avons choisi le PHP car c'est le langage informatique des sites web dynamique (applications) facile à apprendre et souple, il est gratuit, et fiable, de plus on ne cesse de le développer sa dernière version date du 17 février 2022 .

- Les sites dynamiques : Ce sont des Sites web dont les pages HTML se construisent dynamiquement lors de leur consultation par un internaute. Les informations sont changeantes car elles sont extraites à partir de bases de données régulièrement mises à jour. La construction de sites dynamiques repose sur des technologies de scripts telles que PHP, ASP ou ColdFusion...

La syntaxe du langage PHP :

Dans ce qui suit on cite des définitions précises regroupant les notions de base de la syntaxe du langage PHP.

- Le typage des variables est implicite en php.
- Il n'est donc pas nécessaire de déclarer leur type ni de les initialiser avant leur utilisation.
- Les identificateurs de variable sont précédés du symbole « \$ ».
- La portée d'une variable est limitée au bloc dans lequel elle a été créé. Une variable locale à une fonction n'est pas connue dans le reste du programme.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

- Opérateurs arithmétiques : + (addition), - (soustraction), * (multiplié), / (divisé), % (modulo), ++ (incrément), --(décrément).
- Opérateurs d'assignement : = (affectation), *= , /=, +=, -= , %=
- Opérateurs logiques : and, && (et), or, || (ou), xor (ou exclusif), ! (non)
- Opérateurs de comparaison : == (égalité), < (inférieur strict), <= (inférieur large), >, >=, != (différence)

3.4 Implémentation des services avec le langage PHP :

La première étape dans la programmation des services est la connexion à notre base de données qui nécessite un mot de passe administrateur, le nom du serveur de base de données et le nom de la base.

```
$sname= "localhost";
$nomutilisateur="root";
$motdepasse= "";

$db_name= "tracerproduit";

$conn=mysqli_connect($sname, $nomutilisateur, $motdepasse, $db_name);

if (!$conn) {
    echo "connection failed!";
}
```

Après s'être connecté à la base on peut maintenant réaliser les différents services de notre application. Parmi ces services, on cite :

- La requête de connexion au compte

```
session_start();
include "db_conn.php";
if (isset($_POST['nomphar']) && isset($_POST['mpphar'])) {

    function validate($data){
        $data= trim($data);
        $data= stripslashes($data);
        $data= htmlspecialchars($data);
        return $data;
    }

    $nomutilisateur = validate($_POST['nomphar']);
    $motdepasse = validate($_POST['mpphar']);

    -----
    $sql= "SELECT * FROM infpharma WHERE
nomphar='$nomutilisateur' AND mpphar='$motdepasse'";
}
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

```
$result=mysqli_query($conn, $sql);

if (mysqli_num_rows($result)===1){
    $row= mysqli_fetch_assoc($result);
    if($row['nomphar']===$nomutilisateur &&
$row['mpphar']===$motdepasse){
        $_SESSION['nomutilisateur'] =
$row['nomphar'];
        $_SESSION['email'] = $row['email'];
    }
}
```

- Les requêtes de traçabilité d'un produit par le patient

Pour tracer un produit, on doit connaître son identifiant, cela nous permet d'extraire les différentes lignes appartenant à la table produit comme la date de péremption ou le nom du produit ou encore l'identifiant du lot qui est une clé étrangère de cette table. Cela nous donne la possibilité d'extraire les informations sur le lot et ainsi de suite.

```
$requete = "SELECT * FROM produit where idproduit ='$idp'";
// $idp désigne le code barre du produit
$result = $bddPDO->query($requete);

$pr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
$idlot= $pr[4]; // numéro de lot
$nompr= $pr[1]; // désignation du produit
$dpre = $pr[2]; // date de péremption du produit
$dfab = $pr[3]; // date de fabrication du produit
$atom = $pr[5]; // atome du produit
$prix = $pr[6]; // prix du produit
$de = $pr[7]; // décision d'enregistrement
-----
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot = ".$idlot;
// $idlot
$result = $bddPDO->query($requete);
$lotpr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
$prh= $lotpr[6]; // nom du pharmacien
```

- Les requêtes de traçabilité d'une facture par le patient

On obtient les informations sur la facture à partir de son numéro, et de ce fait on extrait le numéro de la liste des produits achetés qui est la clé primaire de la table listeproductsachete, cela nous donne la possibilité d'extraire les lignes de la table produit car c'est une clé étrangère de cette table. On utilise une boucle while pour afficher tous les produits contenus dans la liste.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

```
$requete = "SELECT * FROM facture where numfacture = '$nmf'";
// $nmf définit le numéro de la facture du client
$result = $bddPDO->query($requete);
$fac= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
$mont = $fac[1]; // montant de la facture
$numlist= $fac[5]; // numéro de la liste des produits achetés
-----
$requete = "SELECT * FROM listeprodachete where numlist = '$numlist'";
$result = $bddPDO->query($requete);
$list= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
$qte= $list[1]; // quantité de produits contenus dans la liste
-----
$requete = "SELECT * FROM produit where numlist = '$numlist'";
$result = $bddPDO->query($requete);
}else{
$s=0;
while($ligne= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM)){
// on parcourt la liste de tous les produits achetés

    echo "<tr>";
    echo "<td>".$ligne[0]."</td>"; // code barre
    echo "<td>".$ligne[1]."</td>"; // désignation du produit
    echo "<td>".$ligne[5]."</td>"; // atome
    echo "<td>".$ligne[9]."</td>"; // quantité
    echo "<td>".$ligne[6]."</td>"; // prix unitaire
    $temp = $ligne[9] * $ligne[6]; // prix*quantité
    echo "<td>".$temp."</td>";
    $s = $s + $temp; // montant de la facture
    echo "</tr>";
```

- Les requêtes de traçabilité d'un produit en amont par le pharmacien

Pour le traçage du produit en amont chez le pharmacien, on va extraire les lignes de la table produit, puis grâce à l'idlot qui est une clé étrangère de la table produit. de ce fait on peut avoir les noms du grossiste et du pharmacien .

```
$requete = "SELECT * FROM produit where idproduit = '$idp'";
// $idp représente le code barre du produit
$result = $bddPDO->query($requete);
$pr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
$idlot= $pr[4]; // identifiant du lot
$numpr= $pr[1]; // désignation du produit
-----
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot = ".$idlot;
$result = $bddPDO->query($requete);

    $lotpr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
    $gros = $lotpr[4]; // nom du grossiste
    $nomph= $lotpr[6]; // nom du pharmacien
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

- Les requêtes de traçabilité d'un lot en amont par le pharmacien

On peut extraire les données à partir de la table lotproduit en ayant son identifiant idlot, cela nous permet par la suite de collecter les informations du produit.

```
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot ='$idlot'";
$result = $bddPDO->query($requete);
    $lotpr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
    $type = $lotpr[3]; // type du lot
    $nomgro= $lotpr[4]; // nom du grossiste
    $nomph = $lotpr[6]; // nom du pharmacien
    if ($type == 0) { // dans le cas ou le lot livré du grossiste au
pharmacien contient une quantité du même produit
-----
$requete = "SELECT * FROM produit where idlot ='$idlot'";
$result = $bddPDO->query($requete);
    $pr= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
    $idpr= $pr[0]; //identifiant du produit
    $dsgn = $pr[1]; //désignation du produit

if ($type == 1 ) { // dans le cas où le lot livré au pharmacien contient
des produits différents
-----
$requete = "SELECT * FROM produit where idlot ='$idlot'";
$result = $bddPDO->query($requete);
echo "<td>".$idlot."</td>";
    echo "<td>".$dsgn."</td>"; // description du lot
    echo "<td>".$type."</td>"; // type du lot
    echo "<td>".$nomgro."</td>"; // nom du grossiste
    echo "<td>".$ligne[0]."</td>"; //code barre
    echo "<td>".$ligne[1]."</td>"; //désignation
```

- Les requêtes de traçabilité d'une facture en amont par le pharmacien

Pour le traçage d'une facture d'achat de lot du pharmacien, on a besoin de connaître le numéro de la facture et partir de la table facture on aura accès à la table listeprodph qui comporte les listes des lots achetés par le pharmacien chez le grossiste. Ainsi nous pouvons connaître l'idlot et extraire toutes les lignes de la table lotproduit.

```
$requete = "SELECT * FROM facturegro where numfact ='$nmf'";
$result = $bddPDO->query($requete);
    $nomph= $fac[1];
    $nmgro= $fac[4];
    $nmliste= $fac[5]; //numéro de la liste d'achat de lot par le
pharmacien
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

```
-----  
$requete = "SELECT * FROM listeprodph where numliste = '$nmliste'";  
// $nmliste représente le numéro de la liste des lots achetés par le  
pharmacien  
$result = $bddPDO->query($requete);  
$qte= $list[1];  
-----  
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where numliste = '$nmliste'";  
$result = $bddPDO->query($requete);
```

- Les requêtes de traçabilité d'un lot en amont par le grossiste

On sélectionne les lignes de la table lot produit, puis on peut extraire les informations sur la demande de lot. Ainsi nous pourrions avoir les informations concernant le livreur et le laboratoire...etc.

```
-----  
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot = '$idlot'";  
$qte = $lot[1];  
           $desc = $lot[2];  
           $type = $lot[3];  
-----  
$requete = "SELECT * FROM demandelot where idlot = '$idlot'";  
           $idd= $dem[0]; // identifiant de la demande de lot  
           $dtm= $dem[1]; // date de demande  
           $nmlab = $dem[5]; // nom du laboratoire  
-----  
$requete = "SELECT * FROM livreur where nomlivreur = '$nomliv'";  
// $nomliv représente le nom du livreur  
$dtliv= $liv[1];  
           $duree= $liv[2]; // durée de la livraison  
           $nomliv = $liv[4]; // nom du livreur  
           $idliv= $liv[0]; // identifiant du livreur  
-----  
$requete = "SELECT * FROM laboratoire where nomlabo = '$nmlab'";  
// $nmlab représente le nom du laboratoire  
$tel= $livr[2];  
           $adres = $livr[3]; // adresse du livreur  
-----  
$requete = "SELECT * FROM produit where idlot = '$idlot'";  
           $desgn= $pr[1];  
           $idpr = $pr[0];
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

- Les requêtes de traçabilité d'un produit en aval par le grossiste

Afin de tracer un produit en aval du grossiste, on doit connaître son identifiant, puis nous pourrions extraire les lignes de la table « demandeprod » grâce à l'« idlot ». Et à partir du numéro de la demande nous pouvons connaître le livreur et le pharmacien.

```
$requete = "SELECT * FROM produit where idproduit = '$idpr'";
$desgn= $pr[1];
        $atm = $pr[5];
        $de = $pr[7];
        $idlot = $pr[4];
-----
$requete = "SELECT * FROM demandeprod where idlot='$idlot'";
$dtdm= $dem[1];
        $nmph = $dem[4];
        $idd = $dem[0];
        $gro= $dem[5]; // nom du grossiste
-----
$requete = "SELECT * FROM livraisonprod where iddemande = '$idd'";
//$idd représente le numéro de la demande de produit par le pharmacien
        $dtliv= $liv[1];
        $duree= $liv[2];
        $idd = $liv[3];
        $nomliv = $liv[4];
        $idliv = $liv[0]; // id de livraison
-----
$requete = "SELECT * FROM livreur where nomlivreur = '$nomliv'";
        $tel= $livr[2];
        $adres = $livr[3];
-----
$requete = "SELECT * FROM pharmacien where nompharmacien = '$nmph'";
//$nmph indique le nom du pharmacien
        $telph= $ph[2]; // telephone du pharmacien
        $adresph = $ph[1]; //adresse du pharmacien
```

- Les requêtes de traçabilité d'une facture en amont par le grossiste

Nous collectons les données issues de la table facture à grâce à son identifiant nmf, ui est le numéro de la facture. Puis on peut extraire les lignes de la liste de lot achetés ainsi que les lots en question.

```
$requete = "SELECT * FROM facturelabo where numfact = '$nmf'";
$mont = $fac[2];
        $date = $fac[3];
        $nomgr= $fac[1];
        $nmlab= $fac[4];
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

```
$nmliste= $fac[5];
-----
$requete = "SELECT * FROM listelot where numeroliste ='$nmliste'";
$qte= $list[1];
-----
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where numeroliste ='$nmliste'";
$s=0;
    while($ligne= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM)) {
    echo "<tr>";
    echo "<td>".$ligne[0]."</td>"; // numéro de lot
    echo "<td>".$ligne[3]."</td>"; // type
    echo "<td>".$ligne[2]."</td>"; // description
    echo "<td>".$ligne[1]."</td>"; // quantite de produits
    echo "<td>".$ligne[8]."</td>"; //montant
    $s=$s+$ligne[8];
    }
```

- Les requêtes de traçabilité d'un produit en aval par le laboratoire

A partir de l'idproduit on peut connaître les informations sur la demande du lot et également le lot. A partir de l'identifiant de la demande on peut accéder aux informations de la livraison puis du livreur.

```
$requete = "SELECT * FROM produit where idproduit = '$idpr'";
$desgn= $pr[1];
    $dtpr = $pr[2];
    $dtfab= $pr[3];
    $atm = $pr[5];
    $de = $pr[7];
    $idlot = $pr[4];
-----
$requete = "SELECT * FROM demandelot where idlot='$idlot'";
$result = $bddPDO->query($requete);
    $dtm= $dem[1];
    $nmgr = $dem[4];
    $idd = $dem[0];
    $nmlab = $dem[5];
-----
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot='$idlot'";
$result = $bddPDO->query($requete);
$lot= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);
    $nmlab= $lot[5];
-----
$requete = "SELECT * FROM livraisonprod where iddemand = '$idd'";
$dtliv= $liv[1];
    $duree= $liv[2];
    $idd = $liv[5];
    $nomliv = $liv[4];
    $idliv = $liv[0];
-----
$requete = "SELECT * FROM livreur where nomlivreur ='$nomliv'";
$tel= $livr[2];
    $adres = $livr[3];
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

```
-----  
$requete = "SELECT * FROM grossiste where nomgrossiste ='$nmgr'";  
// $nmgr désigne le nom du grossiste  
$telgr= $gr[2];  
$adresgr = $gr[1];
```

- Les requêtes de traçabilité de la nomenclature d'un produit par le laboratoire

Pour connaître la nomenclature du produit on doit connaître son identifiant puis on pourra savoir son lot de fabrication. La table lot contient une clé étrangère idmp (identifiant de matière première) et partir de cette table nous pouvons connaître la substance ainsi que les excipients contenus dans le produit. Nous utilisons une boucle while pour extraire tous les excipients qui sont reliés à la substance de ce produit.

```
$requete = "SELECT * FROM produit where idproduit ='$idp'";  
// $idp représente le code barre du produit  
$requete = "SELECT * FROM lotproduit where idlot = ".$idlot;  
$idlot= $pr[4];  
$nompr= $pr[1];  
-----  
$requete = "SELECT * FROM matierepremiere where idmp = ".$idmpexp;  
// $idmpexp désigne l'identifiant de la table mpexp contenant la substance  
et les excipients correspondants  
$result = $bddPDO->query($requete);  
$labo = $lotpr[5];  
$idmpexp = $lotpr[10];  
-----  
$requete = "SELECT * FROM mpexp where idmp = ".$idmpp;  
// $idmpp représente l'identifiant de la matière première  
$result2 = $bddPDO->query($requete);  
$idmpp = $mp[0]; // identifiant de la matière première  
$nommp = $mp[1]; // nom de la matière première  
$idsbp = $mp[4]; // identifiant de la substance  
  
while($ligne= $result2->fetch(PDO::FETCH_NUM)) {  
    $requete = "SELECT * FROM excipient where idex = ".$ligne[1];  
    $result1 = $bddPDO->query($requete);  
    $exp= $result1->fetch(PDO::FETCH_NUM);  
    $excp=$exp[1]; // nom de l'excipient  
    -----  
    $requete = "SELECT * FROM substance where idsub = ".$idsbp;  
    // $idsbp est l'identifiant de la substance  
    $sb= $result->fetch(PDO::FETCH_NUM);  
    ...  
    echo "<tr>";  
  
    echo "<td>".$nommp."</td>"; // nom de la matière première  
    echo "<td>".$nomsb."</td>"; // nom de la substance  
    echo "<td>".$excp."</td>";  
  
    echo "</tr>";
```

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

4 Interface de l'application :

Cinq principaux acteurs ont accès à notre application : Les clients, le pharmacien, le grossiste répartiteur, et le laboratoire de fabrication de produits pharmaceutiques. L'interface de cette application doit être la mieux adaptée à ses acteurs visés. Elle doit être utile (répond aux besoins des acteurs) et utilisable (satisfait les acteurs d'une manière efficace).

Pour réaliser ces interfaces, nous faisons appel aux langages de programmation dédiés à la réalisation des interfaces WEB. Les deux langages HTML et CSS sont les plus utilisés pour l'implémentation de ces interfaces.

4.1 Le langage HTML :

C'est un langage descriptif conçu pour représenter les pages web (mise en forme). Il permet de créer des formulaires de saisie, ainsi d'inclure des ressources multimédias dont des images, des vidéos, et des programmes informatiques, sa syntaxe de base est la balise. Une page HTML est ainsi un simple fichier texte doté d'une extension .htm ou html, et dont l'ensemble des données figurent entre des balises.

Hypertext Markup Language = Langage de balisage d'hypertexte.

4.2 Le langage CSS :

CSS est l'acronyme de "Cascading Style Sheets". Le CSS est un langage informatique utilisé pour mettre en forme des pages web (HTML ou XML). Ce langage est composé des fameuses "feuilles de style en cascade" également appelées fichiers CSS (.css) et contient des éléments de codage [21].

4.3 Implémentation de l'interface :

Notre interface se manifeste par cinq fenêtres principales : La fenêtre de connexion, la fenêtre du patient, la fenêtre du pharmacien, la fenêtre du grossiste et la fenêtre du laboratoire.

- La première fenêtre est commune à tous les acteurs, mis à part le client qui peut tracer un produit ou une facture sans avoir recours à la connexion. Pour le reste des acteurs, ils doivent d'abord se connecter pour. Par exemple, le pharmacien ne peut rien tracer sans s'être d'abord

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

connecté. Et cela va de même pour le grossiste et le laboratoire. La figure suivante illustre cette fenêtre de connexion.

-

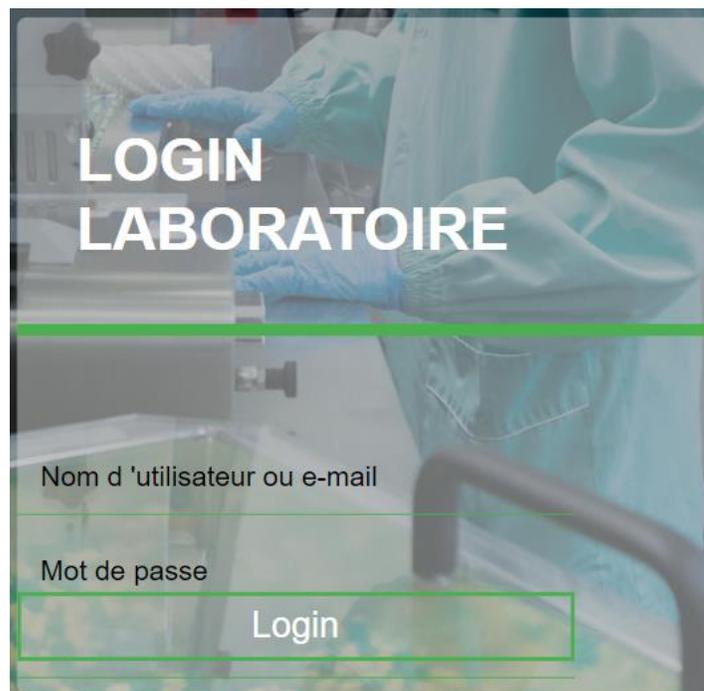


Figure 26 : fenêtre de connexion pour le laboratoire

On note que la page est simple à utiliser car elle est destinée à l'acteur qui représente le point central de celle-ci ; ce dernier introduit son nom d'utilisateur et son mot de passe pour la connexion afin satisfaire ses besoins. La connexion à la base est facile dans l'interface graphique bien qu'elle soit extrêmement reliée au service de connexion à la base qu'on a implémenté dans notre application.

- La deuxième fenêtre est la fenêtre de traçabilité des patients désirant tracer des produits ou factures d'achat. Pour tracer son produit, le client doit entrer le numéro du code barre de ce dernier et une fenêtre de traçabilité s'ouvre, celle-ci comporte les informations nécessaires à savoir ; le nom du produit, son atome, sa date et péremption ainsi que le nom du pharmacien. Pour tracer une facture le patient introduit le numéro de cette dernière et une nouvelle fenêtre s'ouvre elle comporte des informations comme la date et le montant de la facture ainsi que le nombre de produits. Les figures 27-28-29 illustrent un exemple de traçage d'un produit pharmaceutique et d'une facture.

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

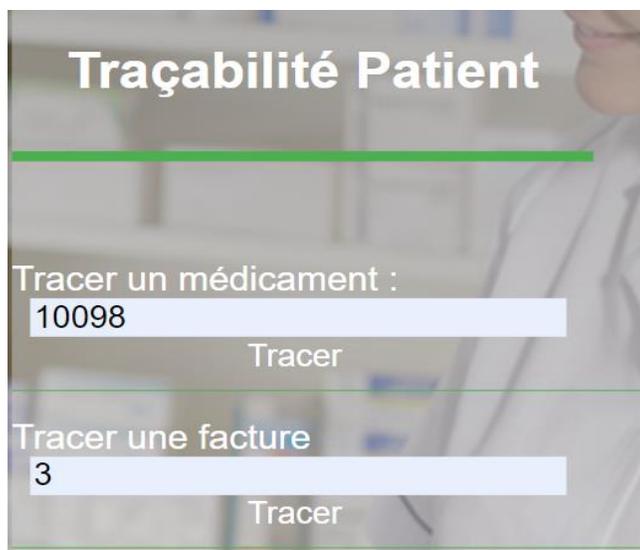


Figure 28: fenêtre de traçabilité du patient



Figure 27 : fenêtre de traçabilité de la facture pour le patient



Figure 29 : fenêtre de traçage de produit par le patient

On doit souligner que ces interfaces graphiques sont reliées à l'implémentation des requêtes suivantes les requêtes de traçabilité du produit pour le patient, les requêtes de traçabilité de la facture pour le patient.

- La troisième fenêtre est la fenêtre de traçabilité pour les pharmaciens qui souhaitent tracer la provenance d'un lot, d'un produit ainsi que sa destination ou d'une facture. Pour se faire, le pharmacien entre le numéro du lot et il sera dirigé vers une fenêtre contenant toutes les informations du lot en amont telles que le grossiste et le type du lot. Pour tracer le produit et la facture il doit suivre les mêmes étapes. La figure suivante illustre la fenêtre de traçabilité du pharmacien, les figures 32 et 33 représentent des exemples de traçages par le pharmacien.



Figure 30 : fenêtre de traçabilité pour le pharmacien

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Pharmacien : DEROUICHE

Traçabilité du lot

Lot de produits n°	Description du lot	Type	Grossiste
21	1 efferalgan 1 doliprane 1 solupred	1	SARL CHELIPHARM

Code bar du produit	Designation du produit	Atome	Prix unitaire	Quantité	Date de fabrication	Date de péremption
10099	EFFERALGAN	PARACETAMOL	182	3	2020-02-11	2023-02-12
10100	DOLIPRANE	PARACETAMOL 100mg	182	3	2020-01-01	2023-01-01
10101	SOLUPRED	PREDNISOLONE	600	3	2020-01-01	2023-02-12

Figure 31 : traçage du lot par le pharmacien

Informations sur le produit en Aval

Pharmacien : HAMZA CHERIF

Code barre du produit	Designation	Atome	Date de peremption
10099	EFFERALGAN	PARACETAMOL	2023-02-12

Appartenant a la liste N : 11

Numéro de facture	Datée du	Nom du patient	Numéro de la carte chifa	Quantité	Prix unitaire	Prix X Quantité
3	2021-06-02	Rabah	551504007	2	182	364

Figure 32 : traçage du produit en aval par le pharmacien

Ces opérations sur interface graphique sont traduites par une implémentation des requêtes suivantes : Les requêtes de traçabilité d'une facture en amont par le grossiste, Les requêtes de traçabilité d'un lot en amont par le pharmacien, Les requêtes de traçabilité d'un produit en amont/aval par le grossiste.

- La quatrième fenêtre est la fenêtre du grossiste qui veut tracer des lots ou des produits en amont et en aval ainsi que des factures d'achat de vente. Pour tracer la facture, il doit

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

entrer son numéro et de ce fait il sera mené à une fenêtre contenant toutes les informations de cette facture. Il en fait de même pour le produit en entrant son code barre et pour le lot en entrant son numéro. Les figures suivantes représentent ces différentes fenêtres.

Facture N : 1

Datée du : 2020-08-07

Etablie par le grossiste : SARL CHELIPHARM

Pour le pharmacien : HAMZA CHERIF

Numéro du lot	Type	Description	Quantité de produits	Montant
21E015	2	Ce lot contient 5 produits	5	1200

Montant de la facture : 1200DA

Figure 33 : traçage de la facture en aval par le grossiste

Traçabilité du lot en Amont

Grossiste : SARL CHELIPHARM

LOT N°	Quantité de produits dans le lot	Description	Type
21E017	3	Ce lot contient 3 produits identiques	0

Designation du produit	Nombre d exemplaires de produits	Date de peremption
DOLIPRANE 100 mg	2	2023-05-03

Commandé le : 2022-06-10

Numéro de la commande : 133

Bon de livraison N°	Livré le	Nom du livreur	tél livreur	Adresse livreur
13309	2022-06-20	mustapha	0555534355	Hai ENASSIM

Figure 34 : traçabilité du lot en amont par le grossiste

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Au niveau de l'interface graphique, ces opérations sont traduites par une implémentation des requêtes suivantes : Les requêtes de traçabilité d'une facture en amont par le grossiste, Les requêtes de traçabilité d'un lot en amont / aval par le grossiste, Les requêtes de traçabilité d'un produit en amont/aval par le grossiste.

- La dernière fenêtre est celle du laboratoire qui désire tracer les lots et les produits en aval, la facture de vente, et la nomenclature du produit. Pour tracer la nomenclature du produit, il introduit le numéro de matière première et il est dirigé vers une autre fenêtre et aura les informations concernant la nomenclature à savoir la substance du médicament, et les différents excipients. Ces fenêtres sont représentées dans ce qui suit (Figures : 36-37-38).

Dans de l'interface graphique, ces opérations sont traduites par une implémentation des requêtes suivantes : Les requêtes de traçabilité d'une facture en aval par le pharmacien, les requêtes de traçabilité d'un lot en aval par le laboratoire, les requêtes de traçabilité d'un produit en aval par le laboratoire et les requêtes de traçabilité de la nomenclature du produit.

Laboratoire : NEURAXPHARM

Traçabilité du produit en Aval

Code barre du produit	Designation	Atome	D.E	Date de fabrication	Date de peremption
10098	SERESTA 10MG	OXAZEPAM 10 mg cp	358 875-5	2022-09-14	2025-09-14

Commandé le : 2022-01-16

Numéro de la commande : 127

Information sur la livraison

Grossiste	Téléphone	Adresse
EURL PHARMACO	076980432	Tlemcen

Information sur la livraison

Bon de livraison N°	Livré le	Nom du livreur	Téléphone livreur	Adresse livreur
---------------------	----------	----------------	-------------------	-----------------

Figure 35 : traçabilité du produit en aval par le laboratoire

CHAPITRE 3 : Modélisation du système de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de produits pharmaceutiques

Nomenclature du produit
Laboratoire : NEURAXPHARM

Code Barre	Designation du produit	Atome	D.E	Date de fabrication	Date peremption	LOT N°
10098	SERESTA 10MG	OXAZEPAM 10 mg cp	358 875-5	2022-09-14	2025-09-14	21E016

Excipients et substance

Matiere premiere	Substance	Excipient
seresta	oxazepam	amidon de riz
seresta	oxazepam	cellulose microcristalline
seresta	oxazepam	magnésium stéarate

Figure 36 : nomenclature du produit

5. Conclusion

Dans le chapitre précédent, nous nous sommes intéressés à la chaîne logistique pharmaceutique mais aussi à la traçabilité et aux différents systèmes de traçabilité. Nous sommes passés par tous les acteurs cette chaîne. Dans ce chapitre, nous avons proposé notre solution à la problématique de la traçabilité des produits pharmaceutiques, pour avoir un maximum de clarté et de transparence des données des produits au niveau de chaque maillon de la chaîne.

Nous avons implémenté notre solution, qui est une application web qui trace les produits, les lots vendus et les factures à chaque niveau. Nous avons expliqué la méthode MERISE suivie pour modéliser notre base de données, puis nous avons défini le langage SQL qui nous a permis d'implémenter notre base. Ensuite nous avons abordé le langage UML qui a servi à la modélisation des services de notre application par le diagramme de cas d'utilisation du langage UML. Enfin on a parlé du langage PHP utilisé pour leur implémentation ainsi que les deux langages HTML et CSS qui nous ont aidé dans la réalisation de l'interface de notre application.

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives :

Afin de garantir une bonne qualité des produits pharmaceutique et de lutter contre la contrefaçon, la traçabilité dans l'industrie pharmaceutique est devenue une priorité pour la santé humaine.

Ce projet de fin d'étude consiste à réaliser un site web dynamique pour assurer la traçabilité d'une chaîne d'approvisionnement pharmaceutique.

L'objectif de notre projet était de concevoir et implémenter une plateforme web qui fournit différents services liés au domaine industriel pharmaceutique en Algérie. Nous voulons, à travers ce travail, établir un moyen de communication entre les différents acteurs de l'industrie pharmaceutique en Algérie.

Au cours de ce mémoire, nous avons présenté les différentes étapes de la conception et la réalisation de notre application.

Afin de satisfaire les besoins des utilisateurs nous avons commencé la conception des services en utilisant le diagramme de cas d'utilisation du formalisme UML et nous avons modélisé la base de données des produits pharmaceutique en utilisant la méthode MERISE. Le choix des outils de modélisation (diagramme de cas d'utilisation et la méthode MERISE) nous a facilité L'implémentation de la base de données qui a été faite en se basant sur les requêtes SQL et la programmation des services qui a été concrétisé en utilisant le langage de programmation PHP.

Ce projet a fait l'objet d'une expérience intéressante, qui nous a permis d'améliorer nos connaissances et nos compétences dans le domaine de la programmation. Nous avons appris à mieux manipuler les langages PHP, HTML, MYSQL qui sont des langages dédiés à la programmation des applications web.

Ainsi à travers ce site web nous avons géré les activités de traçabilité et offert à cette structure une chance de s'imposer et d'entrer de plein pied dans le monde compétitif de la communication en mettant en ligne le site web sur un hébergeur pour matérialiser sa consultation par des milliers d'internautes.

Nous proposons le développement des perspectives suivantes pour améliorer notre travail :

L'intégration de notre système de traçabilité dans un système de gestion de la production des produits pharmaceutique va encore apporter un plus à la gestion des chaînes d'approvisionnement pharmaceutique.

Afin de mieux assurer la sécurité de notre système de traçabilité on prévoit d'utiliser le principe du Hashage de technologie Blockchain pour la protection des blocs et des transactions entre blocs.

On compte améliorer l'interface de l'application web pour la rendre plus professionnelle en répondant aux exigences des utilisateurs reliées à l'utilisation facile et rapide du site web.

Bibliographie

- [1] **AZIZI Miyada (juin 2021)**, Blockchain pour le suivi et la sécurisation des produits de santé, pages 5 à 15.
- [2] **Oussama Abderraouf Ayadi (juillet 2019)**, Chapitre III : Etat de l'art de la Blockchain pages 54 à 60.
- [3] **Mathéo Gilbert(avril 2022)**, La technologie Blockchain dans l'industrie de la logistique.
- [4] **Cedric Strub** , Contribution de la Blockchain au management des données de santé- Thèse d'Exercices.
- [5] **Neeraj Kuman and Shubhain Aggarwal**, Architecture of Blockchain.
- [13] **Base de données distribuées** Master IAM (Intelligence Artificielle & Multimédia)
Présenté par Dr Larbi GUEZOUL
- [23] **Harchaou Nour el Houda (décembre 2017)** , La traçabilité pharmaceutique.

Webographie

- [6] Sérialisation de données, Qu'est-ce que la sérialisation de données? the hitchhiker's guide to python
<https://python-guide-pt-br.readthedocs.io/fr/latest/scenarios/serialization.html#what-is-data-serialization>
- [7] Sérialisation, wikipedia <https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9rialisation>
- [8] L'importance de la traçabilité des produits en logistique 14 juin 2019, Mecalux
<https://www.mecalux.fr/blog/tracabilite-produits-logistique>
- [9] TRAÇABILITÉ DATAMATRIX, site sphinx manager.
<https://www.sphinx-manager.com/tracabilite-datamatrix>
- [10] Structure of distributed database, Database Management System
<http://www.expertsmind.com/questions/structure-of-distributed-database-30141495.aspx>
- [11] Types of Architectures in Distributed Database
<https://tutsmaster.org/types-of-architectures-in-distributed-database/>

- [12] Base de données distribuées et fédérées Présenté par Dr Larbi GUEZOUL
- [14] Blockchain : Éléments d'explication et de vulgarisation, Pourquoi s'intéresser à la blockchain aujourd'hui ?
- [15] Explication du système de gestion de base de données (SGBD) , Digital Guide IONOS
- [16] Définition d'une donnée, techno-science.net
- [17] L'essentiel à savoir sur une base de données, oracle
- [18] Cours MERISE, KHAYATI NIZAR Ecole Supérieure de Commerce Electronique Manouba, pages 05-18
- [19] Rational Software Architect RealTime Edition, Diagramme de classes, IBM
- [20] Rational Software Modeler, Diagramme de séquences, IBM
- [21] AT INTERNET, CSS
- [22] <https://fr.wikipedia.org/wiki/MySQL> - cite note-7

Résumé

Se doter d'un système de traçabilité de produits pharmaceutiques permettra aux différents maillons de la chaîne logistique d'être informé de la source et la destination des produits. Dans ce contexte, nous avons développé un système de traçabilité permettant de visualiser le cheminement des produits entre plusieurs acteurs à savoir fournisseur, laboratoire, grossiste, pharmacien et patient. Cette application affiche les informations des produits, des lots vendus ainsi que les factures et les bons de livraison, ceci permettra à chacun des acteurs d'avoir une meilleure gestion des flux d'informations et plus de visibilité sur les produits utilisés.

Mots-clés : traçabilité, chaîne logistique, produits pharmaceutiques, flux d'informations

Abstract

Adopting a traceability system for pharmaceutical products will allow the various links in the supply chain to be informed of the source and destination of the products. In this context, we have developed a traceability system making it possible to visualize the progress of products between several actors, namely supplier, laboratory, wholesaler, pharmacist and patient. This application displays product information, sold batches as well as invoices and delivery notes, this will allow each of the actors to have better management of information flows and more visibility on the products used.

Keywords: traceability, supply chain, pharmaceutical products, information flow.

ملخص

سيسمح اعتماد نظام تتبع للمنتجات الصيدلانية بإبلاغ مختلف المستويات في سلسلة التموين بمصدر المنتجات ووجهتها. في هذا السياق، قمنا بتطوير نظام التتبع الذي يمكن من تتبع مسار المنتجات بين العديد من الجهات الفاعلة، وهي الممون والمختبر وتاجر الجملة والصيدلي والمريض. يعرض هذا التطبيق معلومات المنتج، والقطع التي تم بيعها بالإضافة إلى الفواتير ووصول التسليم، وهذا سيسمح لكل من الجهات الفاعلة بالحصول على إدارة أفضل لتدفق المعلومات والمزيد من الوضوح على المنتجات المستخدمة.

الكلمات الرئيسية: التتبع، سلسلة التموين، المنتجات الصيدلانية، تدفق المعلومات