

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION  
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES  
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel

Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

Aridj Wessam MRAH

Thème

**Conception et développement d'un outil  
pour la traçabilité des produits alimentaires**

Soutenu publiquement, le 15/09/2022, devant le jury composé de :

M Mustapha Anwar BRAHAMI	MCA	ESSA. Tlemcen	Président
M Fouad MALIKI	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M Mohammed BENNEKROUF	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur
Mme Imen KOULOUGHLI	MCB	ESSA. Tlemcen	Examinatrice

Année universitaire : 2021 /2022

---

# Remerciement

Je tiens en premier lieu à remercier « Allah » tout puissant et miséricordieux qui m'a donné la force, la volonté et le courage pour mener à terme ce travail.,

Je remercie également Monsieur **MALIKI** Fouad responsable de ma formation, pour son écoute et sa compagnie.,

je remercie également les membres de jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.,

Enfin, Je m'adresse mes sincères remerciements à **MOI, la guerrière**. Je suis trop fière de moi.

Merci.

- *Aridj Wissem*

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Généralités sur la logistique</b>	<b>2</b>
1.1	Introduction . . . . .	3
1.2	Les Origines Historiques . . . . .	3
1.3	Définition et évolution de la logistique : . . . . .	4
1.4	Les types de la logistique : . . . . .	5
1.5	les flux dans la logistique : . . . . .	5
1.5.1	les flux matériels : . . . . .	5
1.5.2	les flux d'informations : . . . . .	5
1.6	Le rôle de la logistique : . . . . .	6
1.7	Périmètre de la fonction logistique : . . . . .	6
1.8	les objectifs de la logistique : . . . . .	7
1.9	Les enjeux de la logistique dans l'entreprise : . . . . .	7
1.10	les contraintes de la logistique : . . . . .	7
1.11	les missions d'un logisticien : . . . . .	8
1.12	La chaîne logistique : . . . . .	8
1.12.1	notion de la chaîne logistique : . . . . .	8
1.13	Définition de la chaîne logistique : . . . . .	9
1.14	les acteurs de la chaîne logistique : . . . . .	10
1.14.1	Une chaîne logistique directe (CLD) : . . . . .	10
1.14.2	Une chaîne logistique étendue (CLE) : . . . . .	10
1.14.3	Une chaîne logistique globale (CLG) : . . . . .	11
1.15	Structure des chaînes logistiques : . . . . .	11
1.16	les différents niveaux de décision sur la chaîne logistique : . . . . .	12
1.16.1	Le niveau stratégique : . . . . .	12
1.16.2	Le niveau tactique : . . . . .	13
1.16.3	Le niveau opérationnel : . . . . .	13
1.17	Les processus de la chaîne logistique : . . . . .	14
1.18	La gestion de la chaîne logistique (SCM) : . . . . .	14
1.18.1	Définition de la gestion de la chaîne logistique : . . . . .	14
1.18.2	les différents enjeux de la SCM : . . . . .	15
1.18.3	Les tâches dédiées au service SCM : . . . . .	16
1.19	Les objectifs visés de la SCM : . . . . .	17
1.20	Logistique agroalimentaire : . . . . .	17
1.20.1	Les caractéristiques de la logistique agroalimentaire : . . . . .	17
1.20.2	Enjeux et défis de la logistique agroalimentaire : . . . . .	18
1.21	Les limites de la logistique agro-alimentaire : . . . . .	18
1.22	La chaîne d'approvisionnement agroalimentaire : . . . . .	19

1.23	Traçabilité agroalimentaire : . . . . .	20
1.23.1	Définition de la traçabilité : . . . . .	20
1.23.2	Traçabilité de l'origine et traçabilité des processus : . . . . .	20
1.23.3	Traçabilité des produit agro-alimentaire sur la chaine d'approvisionnement : . . . . .	21
1.24	Conclusion : . . . . .	21
<b>2</b>	<b>La technologie Blockchain et les systèmes d'information</b>	<b>22</b>
2.1	introduction : . . . . .	22
2.2	La blockchain : . . . . .	22
2.2.1	Introduction : . . . . .	22
2.2.2	Historique de la blockchain : . . . . .	23
2.2.3	Définition : . . . . .	23
2.2.4	Concepts : . . . . .	23
2.2.5	Architecture d'une blockchain : . . . . .	25
2.2.6	Types de la blockchain : . . . . .	25
2.2.7	Utilisation de la blockchain : . . . . .	26
2.2.8	Les avantages de la technologie Blockchain : . . . . .	27
2.2.9	Sérialisation des données : . . . . .	27
2.3	Système d'information (SI) : . . . . .	30
2.3.1	définition : . . . . .	30
2.3.2	Types de systèmes d'information : . . . . .	30
2.3.3	Collecte, stockage et traitement des informations : . . . . .	30
2.4	La notion d'application d'entreprise : . . . . .	31
2.5	Caractéristiques des applications d'entreprise : . . . . .	32
2.6	les utilisations principales des SI : . . . . .	33
2.7	Principaux besoins des SII : . . . . .	33
2.8	Conclusion : . . . . .	34
<b>3</b>	<b>Modélisation du système de traçabilité de chaine d'approvisionnement de produits agro-alimentaires</b>	<b>35</b>
3.1	Introduction : . . . . .	35
3.2	Modélisation et implémentation de la base de données : . . . . .	35
3.2.1	La base de données : . . . . .	35
3.2.2	Les systèmes de gestion de base de données SGBD : . . . . .	35
3.3	Les modèles conceptuels : . . . . .	36
3.3.1	Modélisation Conceptuelle de données MCD : . . . . .	36
3.3.2	Modèle logique de données MLD : . . . . .	37
3.4	Le passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données : . . . . .	38
3.5	La modélisation conceptuelle de la base de données de traçabilité de produits agro-alimentaire : . . . . .	38
3.6	Modélisation et implémentation des services : . . . . .	40
3.6.1	Présentation du langage de modélisation UML : . . . . .	40
3.6.2	Modélisation des services par le diagramme de cas d'utilisation : . . . . .	43
3.7	Présentation du langage JavaScript : . . . . .	45
3.7.1	Utilisation du JS : . . . . .	46
3.8	Le langage HTML : . . . . .	47
3.9	Interface de l'application : . . . . .	48
3.9.1	Implémentation de l'interface : . . . . .	48
3.10	Conclusion : . . . . .	48

# Table des figures

1.1	les flux d'une chaîne logistique [15]	9
1.2	Représentation d'une chaîne logistique [17]	10
1.3	Une chaîne logistique directe [19]	10
1.4	Une chaîne logistique étendue [20]	11
1.5	Une chaîne logistique globale [21]	11
1.6	la pyramide des décisions [24]	13
1.7	Représentation d'une chaîne logistique [30]	15
1.8	les étapes d'une chaîne agricole [39]	19
1.9	les acteurs principales d'une agro-alimentaire	19
1.10	Exemple de traçabilité d'un produit alimentaire [43]	21
2.1	Code barre	28
2.2	RFID	28
2.3	QR code datamatrix	29
3.1	MCD entre le fournisseur et le producteur	40
3.2	MCD entre le producteur et le grossiste	41
3.3	MCD entre le grossiste et la superette	42
3.4	MCD entre la superette et le consommateur	43
3.5	Diagramme de cas d'utilisation fournisseur	44
3.6	Diagramme de cas d'utilisation du producteur	45
3.7	Diagramme de cas d'utilisation du grossiste	46
3.8	Diagramme de cas d'utilisation du Livreur	46
3.9	Diagramme de cas d'utilisation du superette (vendeur)	47
3.10	Diagramme de cas d'utilisation du consommateur	47
3.11	fenêtre d'inscription	49
3.12	fenêtre de remplissage des données par le producteur	50
3.13	fenêtre de connexion du consommateur	50
3.14	fenêtre de traçabilité du consommateur	50

# Introduction Générale :

La révolution la plus importante et la plus innovante qui ait marqué la vie de l'humanité moderne est sans aucun doute l'ordinateur et les programmes informatiques.

Ils proposent des réponses à tous les problèmes de la vie, dans le domaine professionnel comme dans celui des usages personnels. leurs moyens et méthodes de développement ont connu pour leur part autant d'avènements technologiques qui permettent de faciliter leur mise en œuvre et qui leur donnent de plus en plus de possibilités et de fonctionnalités.

Avec le développement de l'informatique et la naissance d'Internet, le phénomène des échanges offre des opportunités importantes et accroît les chances de communiquer via un espace virtuel qui rassemble des sites Internet proposés par des personnes ou des organisations.

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 agroalimentaire, 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 agro-alimentaire.

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 JS.

Chapitre **1**

Généralités sur la logistique

## 1.1 Introduction

La mondialisation et la concurrence croissante des pays en développement imposent une adaptation rapide des entreprises afin d'optimiser leurs performances. La survie de ces dernières repose sur leur réactivité et sur leur capacité à s'adapter au changement. Dans ce cadre, la maîtrise de la logistique et de ses domaines d'expertise connexes est apparue comme un facteur clé de la flexibilité des entreprises.

On entend dire que la logistique signifie "avoir le bon produit là où se trouve la demande", et cela est vrai. On dit aussi que la logistique est "avoir le bon outil au bon moment" et cela est également vrai. Il est moins fréquent de dire que la logistique "c'est avoir la bonne information pour la bonne personne au bon moment" et pourtant c'est vrai. Ces diverses expressions traduisent en quelque sorte les résultats concrets que l'on attend d'une "bonne" logistique.

Dans ce qui suit nous définirons en détails c'est quoi la logistique en incluant son historique, sa définition, ses types et son utilisation dans le domaine agro-alimentaire. Nous parlons également sur la traçabilité des chaînes agro-alimentaires.

## 1.2 Les Origines Historiques

le mot logistique vient du grec "**logistikos**" (relatif au raisonnement) ou "**logisteuo**" (administrer), le dictionnaire de l'Académie française a cité que depuis toujours les organismes militaires utilisent ce terme 'logistique' pour décrire une activité qui arrive à combiner deux facteurs essentiels dans la gestion des flux : le temps et l'espace". Remontant un peu dans le temps, nous trouvons que le premier qui a intégré la fonction logistique (logista) au sein de ses légions est Jules César. Cette fonction était représentée par un officier dont la mission était de s'occuper des mouvements de l'armée afin d'organiser le campement et le ravitaillement [1].

### **phase de commencement (1950-1960) :**

les premiers balbutiements de la logistique sont apparus après la démission des logisticiens militaires et donc après la fin de la deuxième guerre mondiale. Ces derniers ont sans doute été tentés de greffer leurs savoirs et leurs connaissances au monde de l'entreprise. Cette phase de préparation a été marquée par : les tâches de reconstruction (pour l'Europe) ou d'aide à la reconstruction (pour les États-Unis), le développement de la recherche opérationnelle et des premières techniques d'optimisation appliquées à la résolution des problèmes de transport et de stockage.

### **Phase de démarrage ( 1970 en France) :**

En phase de démarrage, la logistique était dans un premier temps une recherche de solutions partielles et disjointes ( gestion de stock, production, tournées de livraison, etc ...). Sa quête d'efficacité correspondait à une démarche purement productiviste. Celle-ci visait à réduire les coûts d'exploitation, puis la réduction brutale au nombre de tâches et à améliorer la circulation du flux sans chercher une optimisation globale des processus [2].

### **Phase de croissance (1980-1990) :**

La logistique a changé de nature et s'attache principalement à coordonner les différentes fonctions de l'entreprise qui contribuent à la circulation des flux (achat, conception, production, distribution, service après vente,..etc) en les décloisonnant et, le concept de transversalité a fait son apparition. La quête d'efficacité des procédés logistiques passe par la maîtrise des coûts engendrés par toute type de défaillance, La diminution des stocks, le développement du juste-à-temps dans l'approvisionnement des sites industriels puis des sites de distribution, et les demandes accrues de marchés désignent la logistique service comme la démarche qui stabilise et garantit la continuité des flux. Elle est donc orientée vers le service plus que vers la réduction des coûts[3].

**Phase de maturité (1990-Aujourd'hui) :** Arrivée à maturité, la logistique est désormais favorisée par sa dimension transversale qui lui permet de combiner l'ensemble des ressources internes et externes nécessaires à la réalisation d'une chaîne logistique particulièrement complexe composée de plusieurs intervenants qui sont liés et dépendants les uns des autres. Le principe et le champ d'application de la logistique évoluent au fur et à mesure que le développement industriel progresse. Au cours des années 1950, la logistique ne visait que les fonctions physiques du flux de distribution. Aujourd'hui, elle couvre un champ beaucoup plus large. Une forte collaboration logistique entre les entreprises d'une même chaîne d'approvisionnement est devenue une obligation, car la concurrence ne s'exerce plus entre les entreprises, mais entre les chaînes d'approvisionnement. L'entreprise doit aujourd'hui améliorer la " Qualité " de ses biens et/ou ses services, diminuer ses " Coûts " et être " Performante ". Un bon réseau d'échange d'informations peut considérablement faciliter l'atteinte de ces objectifs. L'échange d'informations entre les divers départements de l'entreprise et les acteurs d'une chaîne d'approvisionnement est un paramètre essentiel. Un système de transactions efficient peut améliorer la qualité du produit et du service, car l'entreprise peut mieux identifier les besoins précis et actualisés des clients et les coûts peuvent être réduits en réduisant le niveau des aléas ( l'incertitude) qui est un paramètre du marché actuel et en prenant en considération les objectifs des autres départements ou des autres partenaires. La maîtrise de l'information à travers toute la chaîne logistique est une activité fondamentale et de plus en plus indispensable pour la logistique actuelle. C'est la raison pour laquelle, en plus des flux physiques, la logistique est intéressée par le flux d'informations entre les différents acteurs [4].

### 1.3 Définition et évolution de la logistique :

Depuis la création du mot logistique en 1836 et sa définition ne cesse pas de s'évoluer, sa première utilisation était dans le domaine militaire où l'Association Américaine de Marketing (AMA) proposa une première définition en 1935, dans Marketing Vocabulary : "**La logistique regroupe les différentes activités réalisées par une entreprise, y compris les activités de service, durant le transfert d'un produit du site de production jusqu'au site de consommation**" [5].

Puis, en 2004 le Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) devint et proposa une autre définition plus vaste qui prends les approvisionnements et le transport en considération : "**Le processus de planification, d'exécution et de contrôle des procédures de transport et de stockage des biens (et des services) efficace et efficient, et des informations associées, du point d'origine au point de consommation dans le but de répondre aux besoins du client**" [6].

Il s'agit d'une activité systémique qui vise à gérer les flux physiques de l'entreprise en mettant ses ressources internes et externes à disposition aux exigences et aux conditions économiques pour une qualité de biens et/ou service déterminée. La logistique représente donc une technologie de la maîtrise de flux :

- matières premières, composantes, sous-composantes..
- les transferts entre les unités de production
- l'envoi aux clients.

La fonction logistique au sein de l'entreprise doit assurer au moindre coût une bonne qualité des produits/services, une synchronisation entre l'offre et la demande et de la qualité des rapports client/fournisseur.

## 1.4 Les types de la logistique :

Selon leurs objectifs et leurs méthodes utilisées on revanche plusieurs types de systèmes logistiques :

**Une logistique d'approvisionnement générale :** qui permet d'apporter à l'entreprise ce qui est nécessaire ( services/produits ) pour assurer la continuité de ses activités par ex : fournitures de bureau pour l'administration.

**Une logistique d'approvisionnement :** qui permet d'apporter la matière première, les composants, les sous composants nécessaires à la production.

**Une logistique de distribution :** celle qui permet d'amener les produits dont le consommateur a besoin.

**Une logistique militaire :** qui permet de transporter tous ce qui indispensable pour leurs opérations.

**Une logistique de soutien :** consiste à organiser tous ce qui est nécessaire pour la maintenance des systèmes, née dans le domaine militaire mais appliquée à d'autres domaine ; l'industrie, l'aéronautique..etc

**Service après vente :** assez similaire de la logistique de soutien, vise à exercé des activités de maintenance par des spécialistes différents du fabricant et de consommateur, dite Third party maintenance .

**Rétro-logistique :** ou encore "la logistique des retours", celle qui sert à récupérer les produits dont le client n'a pas besoin ou qui doivent être réparés : les rebuts industriels, les emballages, les produits inexploitable,..etc [7].

## 1.5 les flux dans la logistique :

la logistique dans une entreprise est beaucoup plus compliquée et ne se résume pas au simple routage des produits. Elle englobe en fait les flux matériels et les flux d'informations la logistique dans une entreprise est beaucoup plus compliquée et ne se résume pas au simple routage des produits. Elle englobe en fait les flux matériels et les flux d'informations.

### 1.5.1 les flux matériels :

Nous pouvons différencier deux axes matériels au niveau de la logistique :

**l'aspect technique :** Il comprend des activités telles que :

les déplacements de marchandises, l'entreposage, la manutention, le packaging, et la distribution aux fournisseurs ou aux utilisateurs.

Il prend notamment en considération l'utilisation de moyens de transport, la disposition des espaces, la gestion des retours, la sécurité des marchandises, etc.

**l'aspect fonctionnel :** Il fait jouer un rôle important : il s'agit d'optimiser le circuit des flux de produits afin d'assurer : la bonne qualité des biens, la rapidité de la distribution, et la réduction des coûts.

### 1.5.2 les flux d'informations :

Afin que les flux matériels deviennent réalisables, la logistique d'une entreprise doit être parcourue par des flux d'informations, ces flux sont primordiaux car ils permettent de lancer des commandes, de recevoir des produits et de renseigner à tout moment sur l'état des stocks. Les flux d'information sont pilotés par des logiciels adéquats qui garantissent la transmission des données. Ils garantissent aussi une bonne circulation entre les différents acteurs de la chaîne logistique. Ils participent à la prévision des besoins pour une meilleure rentabilité [8].

## 1.6 Le rôle de la logistique :

Au sein d'une entreprise, la logistique a une importance particulière. Premièrement, parce qu'elle est indispensable lorsque son organisation est basée sur des flux matériels. Deuxièmement, parce qu'elle fait partie intégrante de la chaîne de production. Enfin, parce que la logistique est également une fonction, dans le sens où elle est à la fois transversale et concerne tous les départements. Le rôle de la logistique dans une entreprise est donc fondamental, car il concerne tous les départements et agit sur la performance globale de l'organisation. Trente ans en arrière la fonction logistique était encore considérée comme secondaire. Mais aujourd'hui, comme elle a un effet sur la production, les stocks, la distribution et les finances, elle est devenue au cœur des enjeux de l'entreprise [9]. Elle a pour but :

a. La gestion économique de la production, en réalisant des économies à tous les niveaux : au niveau d'achats, elle permet de comparer les prix des produits et les matières premières, au niveau de stock, supprimer les réptures couteuses en limitant les espaces nécessaires au stockage, et au niveau de distribution en trouvant des solutions au meilleur prix et sans influencer la qualité .

b. Satisfaction des clients, la logistique dans une entreprise vise à fournir des produits/services spécifiques à des clients ciblés. Un produit de bonne qualité, en stock, arrivant en bon état et dans les délais les plus courts, c'est la garantie de satisfaire le client, mais surtout de le fidéliser.

c. Contrôler et améliorer la qualité qui relie le producteur au récepteur pour arriver à un service "zéro défaut" [10].

Le rôle de la logistique dans une entreprise est aussi concurrentiel. Le "temps" est un facteur de comparaison entre les différents prestataires et donc de satisfaction pour les destinataires finaux. De fait, une meilleure organisation entre les services intervenant rend possible la poursuite d'un objectif commun : délivrer au plus vite, dans des meilleures conditions, afin de satisfaire les clients.

## 1.7 Périmètre de la fonction logistique :

Grâce à sa nature polyvalente, la logistique peut toucher des fonctions comme :

### **En amont :**

- La concordance entre les nécessités et la production ;
- La structuration de la production de matières premières ;
- Le management du panel de prestataires et la gestion optimale des achats.

### **Sur le site de fabrication :**

- Analyse de la conformité des constituants de la production ;
- Gestion des niveaux de stock ;
- Optimisation des flux (produits, informations, moyens, matières...);
- Gestion des niveaux de stock ;
- Implémentation de systèmes d'information appropriés.

### **En aval :**

- Gestion du service clientèle ;
- Préparation des commandes ;
- Optimisation des circuits de distribution ;
- Gestion des renvois et du recyclage [11].

## 1.8 les objectifs de la logistique :

Parmi les objectifs de la logistique, on peut citer :

- Répondre à la demande des flux matériels qui doivent être en accord avec les flux informationnels associés
- Coordonner avec d'autres services pour la mobilisation des ressources (humaines/budgétaires) afin d'y parvenir
- Réaliser la production déclenchée par le département du marketing/ventes et se trouve donc au centre du processus de commercialisation [12].

## 1.9 Les enjeux de la logistique dans l'entreprise :

**a. Gestion des coûts :** Diminuer les itinéraires en déterminant et en organisant les tournées, limiter les renvois à vide, bien choisir les fournisseurs, utilisation de la stratégie logistique collaborative (Cross-doc King), etc.

**b. Organisation des flux :** Il s'agit de bien maîtriser les flux documentaires, planifier les activités physique et d'organiser la circulation des flux à travers le réseau de distribution.

**c. La multiplicité des modes de transport :** l'utilisation de divers modes de transport en fonction de taille et de la nature des colis, afin de mieux choisir les emballages et de s'assurer que les moyens de manutention nécessaires sont disponibles à chaque point de transbordement.

**d. La maîtrise des risques liés au routage :** Il est indispensable de bien protéger la marchandise transportée, diminuer le plus possible le nombre de casses des charges et de respecter les normes de transport. Une moindre manipulation implique moins de risques et des frais d'assurance réduits.

**e. La conformité aux cahiers de charges des clients :** les produits doivent être délivrés en quantité et en format demandés, dans le délai fixé. Il est donc nécessaire de mettre en place de bonnes pratiques : moins de casse des marchandises, une gestion en amont de quelques démarches administratives, et accélération des durées de transbordement.

## 1.10 les contraintes de la logistique :

- **Contraintes techniques :** Ce sont des contraintes qui tiennent aux limites des ressources logistiques. Il convient de bien dimensionner les infrastructures (par exemple, le stockage), celles-ci ne doivent être ni de trop petite taille ni de trop grande.
- **Contraintes réglementaires :** Elles sont en rapport avec les conséquences des productions sur notre environnement : émission de gaz polluant l'air, dépôt de rebuts, etc. Les exigences documentaires relatives au type d'expédition et à la nature des produits à commercialiser (licences, certificats..). les règles applicables en cas de conflit.
- **Contraintes liées au marché :** Ils se reflètent dans la variation de la demande en cours d'année, qui peut amener à réviser les plans de production ; le traitement des renvois (défauts de fabrication, erreurs de commande, etc.) qui engendrent de nouveaux engagements.
- **Contraintes géographiques :** le climat et l'environnement socioculturel peuvent entraîner une reconsidération de certains choix effectués par le logisticien[13].

## 1.11 les missions d'un logisticien :

- chargé d'organiser le flux des marchandises dans l'entreprise, depuis la réception des matières premières à la livraison des produits finis, en passant par la production ;
- Optimisation des flux, d'entreposage, d'acheminement et de manutention ;
- Traitement de commandes, il gère les dépôts de stockage et assure la disponibilité des matières premières par rapport au planning de production ;
- Il s'occupe de l'expédition des produits finis ;
- C'est à lui qu'il appartient de repérer les dysfonctionnements pendant la production en série et de proposer des solutions efficaces au moindre coût ;
- Choix des fournisseurs : le logisticien de la répartition contracte en général un accord commercial avec ces prestataires qui se chargent ensuite ;
- Mettre en place des stratégies de logistique collaborative ;
- la planification, la confirmation et le lancement des opérations avec les intervenants logistiques, en leur transmettant un ordre de travail.

## 1.12 La chaîne logistique :

### 1.12.1 notion de la chaîne logistique :

La tendance habituelle du monde industriel, jusqu'au milieu des années 1970, consistait à " booster " la production pour submerger le marché, car la demande était plus forte que la quantité offerte. Dans la majorité des entreprises, les responsables commerciaux cherchaient à diminuer les coûts de leurs activités, sans prendre en considération les conséquences de ces choix sur leurs déroulement global. Vers la fin des années 1970, le regroupement de plusieurs entreprises sur le même secteur du marché a provoqué une augmentation de l'offre et une intensification de la concurrence entre elles. Il est donc devenu essentiel de tenir compte dans les problématiques liées à l'organisation industrielle, non pas seulement les contraintes de production, mais aussi celles liées à l'approvisionnement, à la diffusion, etc. Le but est de mettre en place une organisation mondiale homogène, pouvant être adaptée très rapidement à la demande du consommateur final. Le concept de chaîne logistique est ainsi né. Plus conceptuellement, une chaîne logistique fait référence à la totalité des opérations et des circuits intervenant dans la réalisation et la distribution d'un produit, de sa fabrication à son expédition au destinataire final. À chaque point de la chaîne, on trouve des prestataires ayant une fonction bien déterminée. Elle est parcourue par différents flux : les flux physiques, les flux d'information et les flux financiers.

**flux physiques :** Ces flux se rapportent à toutes les entités matérielles qui parcourent la chaîne de distribution, plus particulièrement les flux de matières brutes, encours et produits finis. Ces débits passent de l'amont vers l'aval. D'autres flux physiques peuvent également circuler de l'amont vers l'aval et également de l'aval vers l'amont, comme les conteneurs, les packagings, les palettes et les produits renvoyés.

**Flux d'information :** il est constitué par les données échangées entre les différents intervenants de la chaîne. Ces dernières portent sur le fonctionnement du système, les niveaux de stocks et d'en-cours, ou sur la demande des clients. Ces flux sont susceptibles de s'effectuer dans les deux sens.

**flux financières :** sont des flux mesurables (monétaires) liés aux flux physiques. Ils traversent la chaîne en allant de l'aval vers l'amont. Quelques flux financiers pourront aussi circuler de l'amont vers l'aval comme les reversements [14].

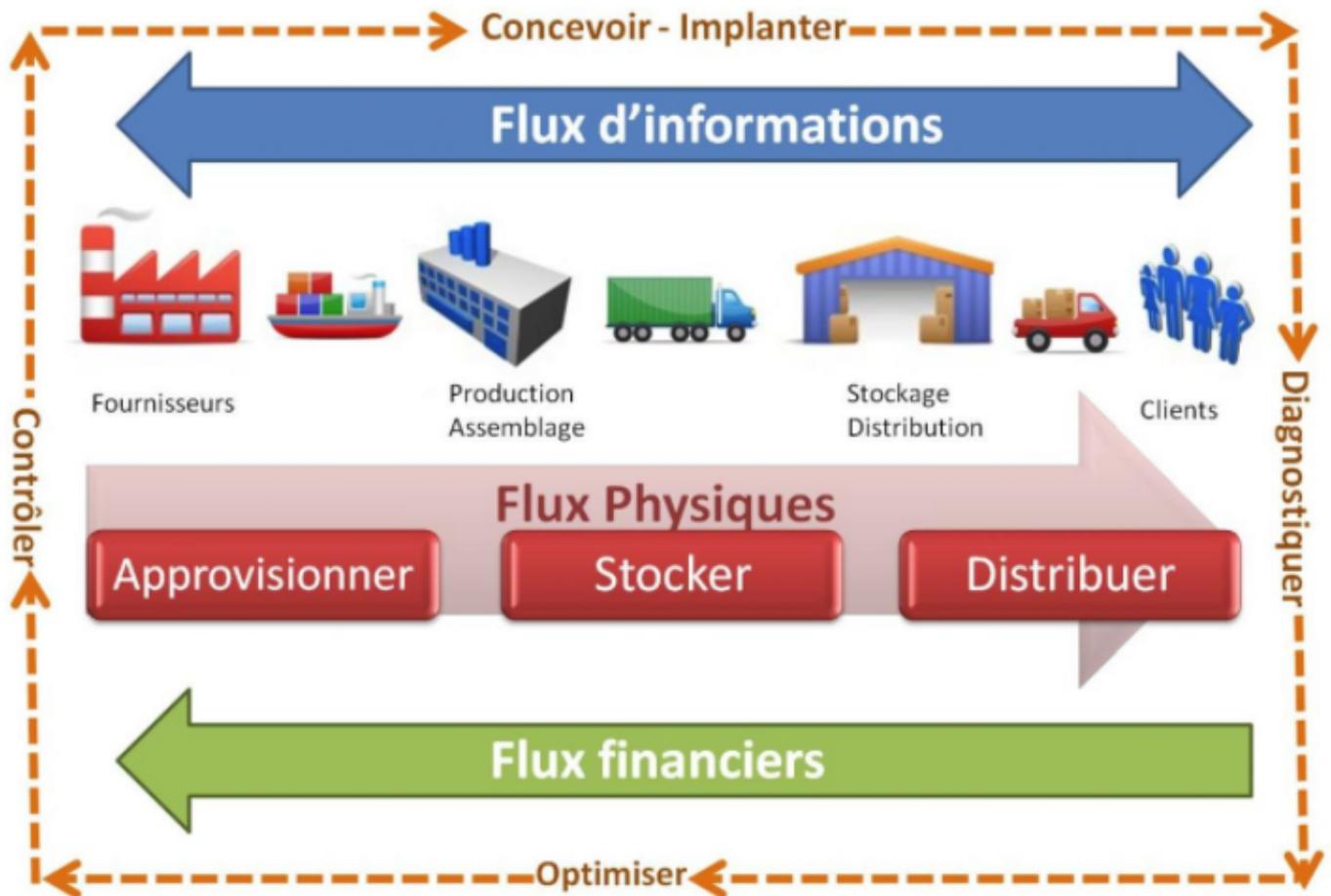


FIGURE 1.1 – les flux d'une chaîne logistique [15]

### 1.13 Définition de la chaîne logistique :

La notion de "chaîne logistique" découle du terme anglais **Supply Chain** qui désigne littéralement la "chaîne d'approvisionnement". Il y a plusieurs définitions semblables ont été données pour définir la chaîne d'approvisionnement :

**Définition 1 :** [ Supply Chain Council SCC]a définit la chaîne logistique en 1997 : "elle regroupe tous les acteurs participant à la production et à la livraison d'un produit fini ou d'un service, depuis le fournisseur du fournisseur jusqu'au client du client, ces acteurs sont les prestataires, les fabricants, les diffuseurs et les utilisateurs".

**Définition 2 :** [Taymûr et al. 1999] définissent une chaîne logistique comme un réseau de sous-fournisseurs, de fabricants, de distributeurs, de commerçants et de clients entre lesquels les échanges de matières vont des fournisseurs vers les clients et les flux d'informations dans les deux directions.

**Définition 3 :** [Génin 2003] définit la chaîne logistique comme étant un réseau de structures ou de fonctions réparties sur de multiples sites, géographiquement dispersés, qui collaborent pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des procédés et des opérations entre les fournisseurs et les consommateurs [16].

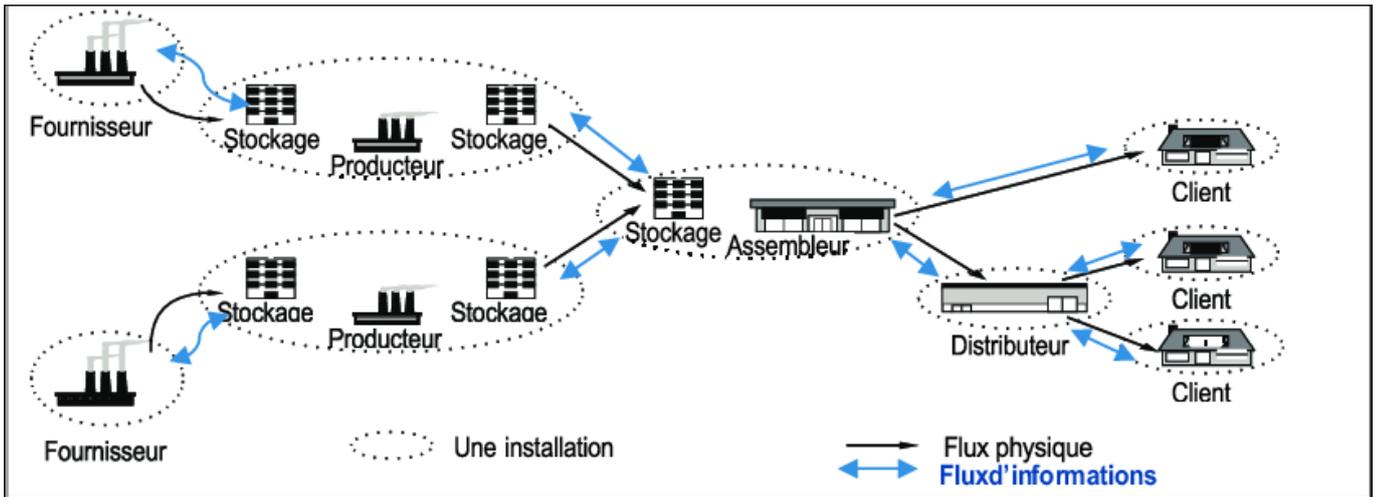


FIGURE 1.2 – Représentation d'une chaîne logistique [17]

## 1.14 les acteurs de la chaîne logistique :

Toute organisation qui intervient dans le routage des flux du point de départ jusqu'à sa destination dans de bonnes conditions est dite un maillon ou un acteur de la chaîne logistique. Dans toute structure de chaîne logistique, les organisations occupent des rôles précis : fournisseurs, producteurs, prestataires de services, détaillants ou client final. Le nombre de ces organisations détermine la structure et la nature de la chaîne d'approvisionnement considérée [18]. Conformément à une chaîne d'approvisionnement peut avoir trois formes :

### 1.14.1 Une chaîne logistique directe (CLD) :

Un CLD est constitué d'un fournisseur et d'un client qui interviennent dans le flux de produits, de services, de financements et/ou de données vers l'amont et/ou l'aval.

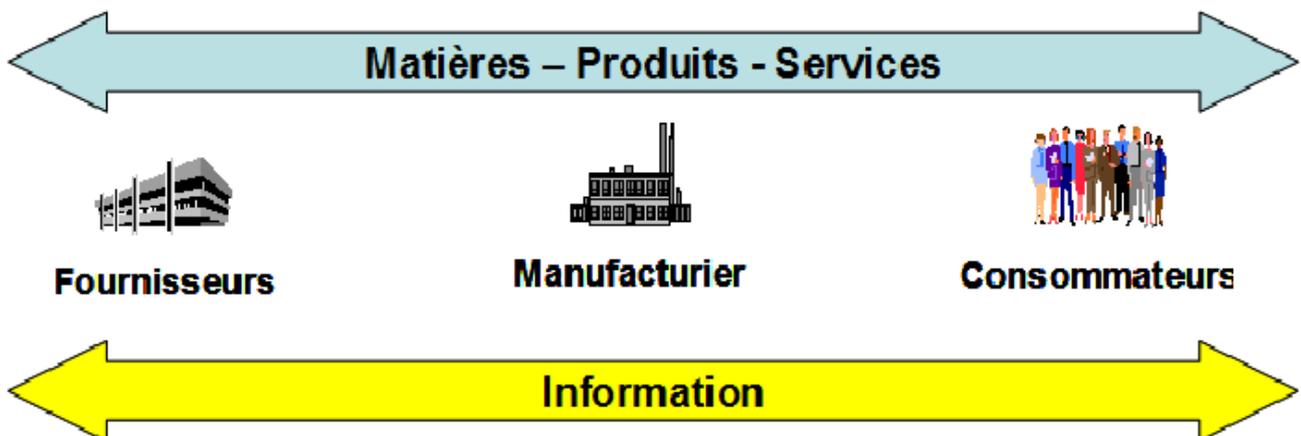


FIGURE 1.3 – Une chaîne logistique directe [19]

### 1.14.2 Une chaîne logistique étendue (CLE) :

elle intègre les fournisseurs du fournisseur direct et les clients du client direct, qui sont tous concernés par les flux amont et/ou aval de produits, services, finances et/ou informations.

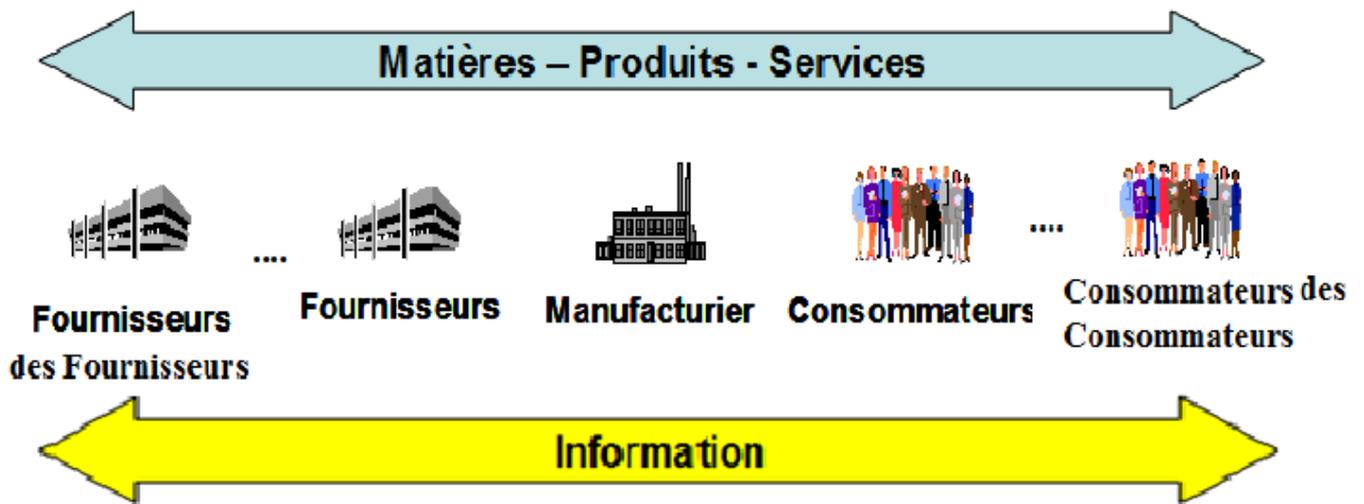


FIGURE 1.4 – Une chaîne logistique étendue [20]

### 1.14.3 Une chaîne logistique globale (CLG) :

Ce type de maillage est très complexe à étudier car il intègre l'ensemble des organisations qui participent à la chaîne d'approvisionnement. Cette complexité résulte d'une part du nombre de mailles présentes et d'autre part à la diversité des liens existants.

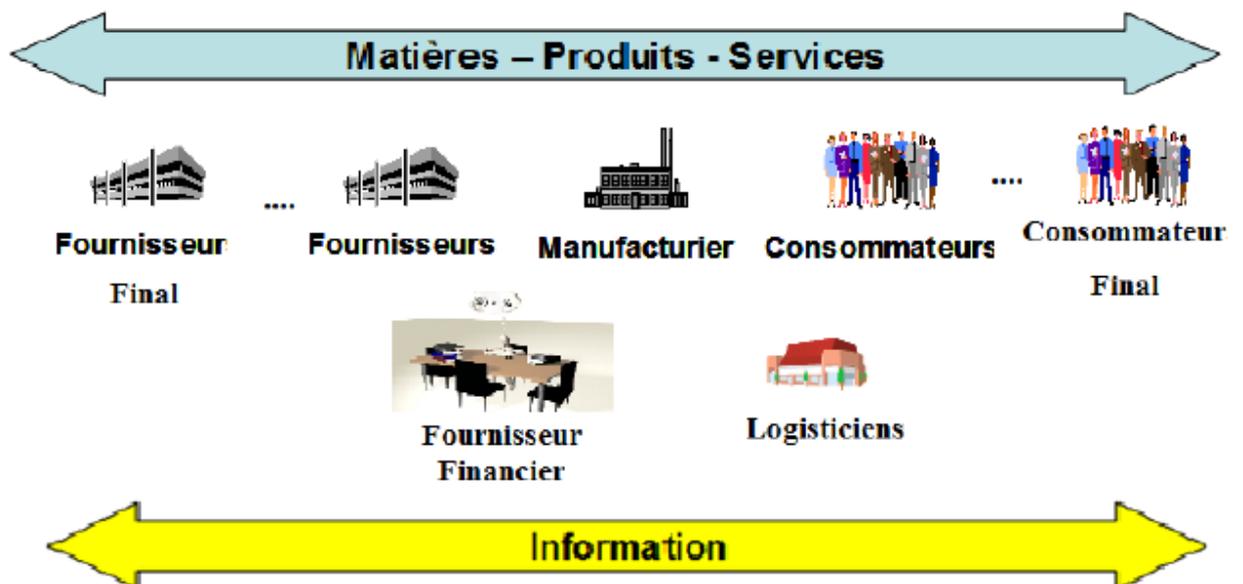


FIGURE 1.5 – Une chaîne logistique globale [21]

### 1.15 Structure des chaînes logistiques :

On distingue dans la documentation scientifique un certain nombre de classifications habituelles, sur lesquelles se basent les modèles existants. Ces structures sont : en série,

dyadiques, divergentes, convergentes et en réseau [22].

**a. La structure série :** Cette structure correspond à un procédé de production vertical et horizontal. On peut utiliser cette structure, par exemple, pour examiner les effets de la diffusion de données sur toute la chaîne.

**b. La structure dyadique :** On peut considérer qu'elle s'agit de la particularité d'un LC en série, qui se limite à 2 niveaux. Elle peut servir de base à l'étude des relations clients-fournisseurs ou donneurs d'ordre-sous-traitants.

**c. La structure divergente :** Ce modèle de distribution peut représenter un réseau dans lequel la matière commence à partir d'un point précis et est distribuée tout au long de la chaîne.

**d. La structure convergente :** Elle permet de représenter un processus d'assemblage. Dans un enchaînement convergent, la matière qui circule entre les différents sites converge vers le même site qui est, en toute logique, le site d'assemblage terminal.

**e. La structure réseau :** Elle constitue une coordination des deux structures précédentes. Elle nous permet de prendre en compte à la fois l'approvisionnement et la distribution, mais elle peut également être beaucoup plus compliquée du fait du grand nombre des acteurs concernés, notamment dans le cas de produits complexes. [Selon François, 2007], "la topologie d'une chaîne logistique est généralement de type "réseau"". De fait, une structure uniquement convergente se traduit par une absence de réseau de distribution des produits. De la même manière, une structure entièrement divergente est peu probable, puisqu'elle impliquerait que le produit fini ne provienne que d'un seul amont. Certains CL sont ainsi très vastes, en particulier pour les produits compliqués, une entreprise peut se trouver en contact avec de nombreux fournisseurs, pour les gros réseaux, le classement des acteurs de la chaîne est effectué en deux catégories :

**Les acteurs majeurs :** Acteurs industriels majeurs participant à la fabrication du produit.

**Les acteurs auxiliaires :** consultant, banque, partenaire de recherche, ..etc [23].

## 1.16 les différents niveaux de décision sur la chaîne logistique :

La prise de décision est réalisée par un acteur qui sélectionne entre différentes solutions pouvant résoudre le problème, ou la situation, à laquelle il est soumis. Pour concevoir une supply chain, il est nécessaire de mettre en place un ensemble de décisions. Cet ensemble de peut être étudié à trois niveaux : les décisions stratégiques, les décisions tactiques, et décisions opérationnelles. Le schéma suivant illustre un tel diagramme. Cette hiérarchie est fondée sur la temporalité des opérations et la rapidité des décisions.

### 1.16.1 Le niveau stratégique :

Cette phase, aussi appelée gestion stratégique ou planification stratégique, englobe toutes les décisions stratégiques de l'entreprise. par Thomas et Griffin (1996), englobe toutes les décisions stratégiques de l'entreprise qui sont prises par la Direction Générale, correspondent à des orientations à long terme ( 6 mois à quelques années). Telles que, par exemple, le choix de nouveaux collaborateurs industriels, la recherche de fournisseurs et de sous-traitants, mais également les décisions relatives à l'ouverture ou à la fermeture de certains lieux de production ou de les réinstaller, la conception d'un nouveau produit, la configuration de l'usine, son fonctionnement et son maintenance, de même que la fixation des objectifs financiers à atteindre [25].

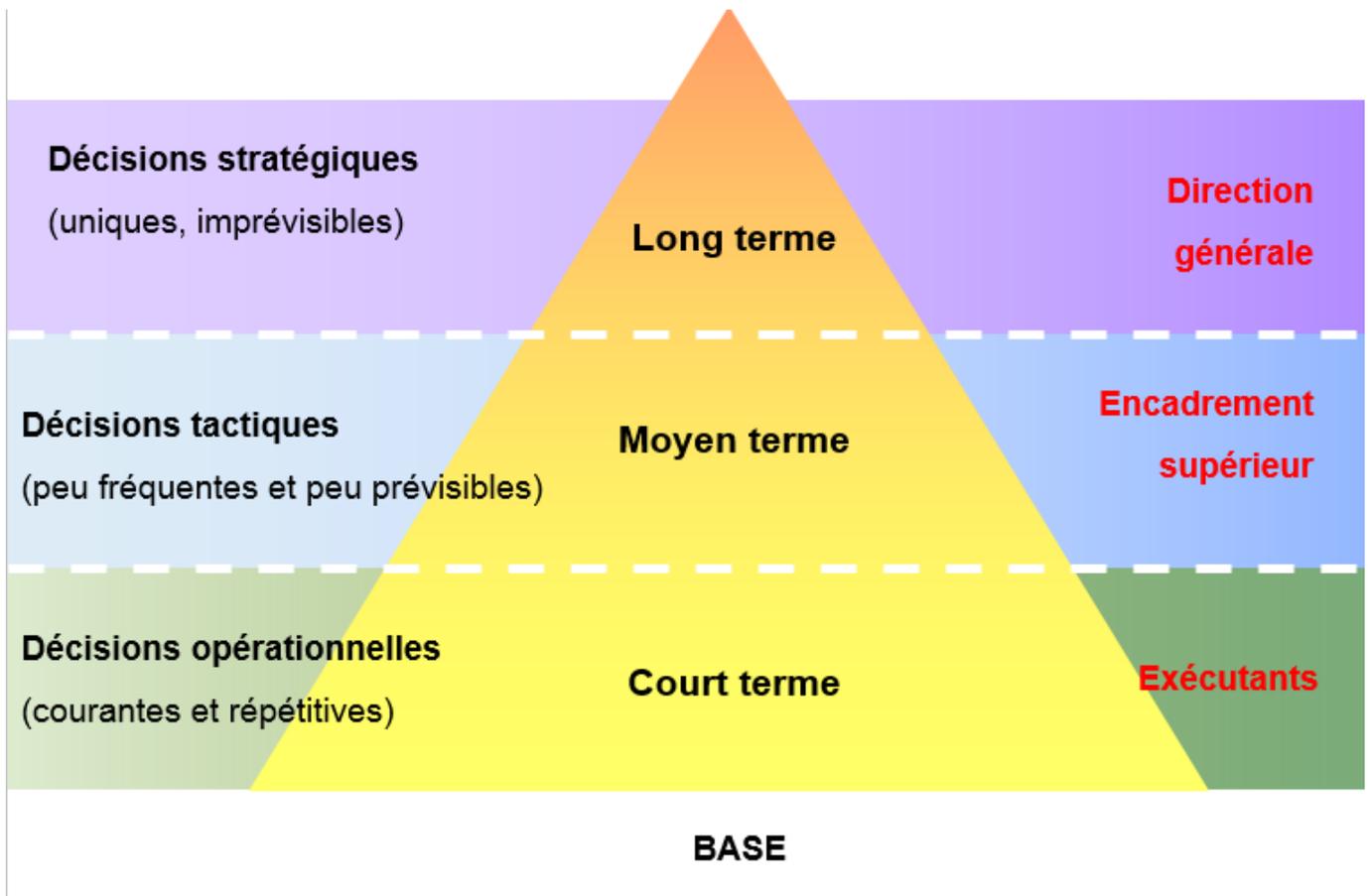


FIGURE 1.6 – la pyramide des décisions [24]

### 1.16.2 Le niveau tactique :

Ce niveau est concerné par les décisions à moyen et long terme ( quelques semaines à quelques mois) qui vont être mises en œuvre pour dérouler la stratégie définie par l'entreprise. A ce niveau, les décisions sont prises par les chefs de production et les responsables d'atelier. Elles traitent des problèmes relatifs à la gestion des moyens de l'entreprise, notamment le planning des activités sur ces moyens [26].

### 1.16.3 Le niveau opérationnel :

Au niveau opérationnel, les décisions ont un champ d'application plus réduit dans le temps et l'espace (décisions quotidiennes ou hebdomadaires). Elles sont donc prises par les dirigeants des équipes et parfois par les exploitants de la production. les décisions tactiques donnent lieu à un programme de production précis et détaillé qui s'applique au niveau d'un atelier, ou même d'un poste de travail. La complexité du problème d'optimisation des décisions explique que ces trois types de décisions sont abordés de manière successive et hiérarchique. Cependant, il est essentiel de tenir compte de les conséquences des décisions stratégiques sur les niveaux tactique et opérationnel. Elles déterminent en effet des solutions autorisées pour les niveaux tactique et opérationnel. Plus précisément, la solution idéale d'une décision tactique ou opérationnelle est en fonction de la solution prise au niveau stratégique. De même, les décisions opérationnelles et tactiques sont de nature à influencer la prise de décision au niveau stratégique [27].

## 1.17 Les processus de la chaîne logistique :

Le concept de processus désigne un ensemble de tâches qui définit les fonctions et les liens, et qui structure l'organisation et la stratégie d'une entreprise pour réaliser certains de ses objectifs [28]. Voici les cinq principaux processus d'une entreprise :

**Le processus Approvisionnement :** se focalise sur la mise à disposition de tous les constituants exigés pour la fabrication. On distingue ici deux phases importantes. La première consiste à choisir les fournisseurs de l'entreprise. La deuxième phase du processus d'approvisionnement est de passer des ordres de pièces à ces fournisseurs suivant la production à exécuter.

**Le processus de production :** regroupe toutes les opérations de transformation que les composants doivent subir pour donner naissance aux produits finis. Son objectif est de fournir les produits demandés tout en garantissant la rentabilité du système.

**Le processus de distribution :** correspond à la mise à disposition des produits finis aux utilisateurs, organisation et sélection des moyens de transport, détermination du nombre de ces moyens, ainsi que la localisation des entrepôts et leur gestion.

**Le processus de vente :** réalisée par le département commercial, élabore les contacts avec le consommateur, par conséquent, vise à obtenir une meilleure connaissance du marché. Cette procédure est aussi chargée de déterminer les prévisions de la demande et de prendre en compte certains aspects du commerce tels que la longévité du produit pour mieux comprendre comment évoluer les ventes. Des aspects liés au marketing (étude de marché, promotion, annonces, ...) sont aussi gérés dans ce processus.

**Le processus de traitement des retours :** Un processus nouveau dans le système qui prend en considération toutes les activités permettant de traiter le renvoi du produit par les consommateurs ou par un autre maillon du système.

## 1.18 La gestion de la chaîne logistique (SCM) :

Dans un milieu logistique particulièrement compliqué, le besoin d'un outil pour comprendre et représenter la complexité et pour fournir une aide à la décision est en train de naître. En effet, les outils traditionnels de gestion de la production, de planification et de pilotage des entreprises deviennent alors insuffisants parce qu'ils sont dépassés par les nouvelles exigences et la restructuration des entreprises en réseaux. De fait, cette émergence de la chaîne logistique a fait apparaître des nécessités au niveau de l'intégration des entreprises et au niveau de la coordination des flux matériels, des flux d'information et des flux financiers à des échelles encore jamais atteintes. La gestion de la supply chain regroupe les démarches, les méthodes et les outils visant à couvrir ces différents besoins. En effet, elle a pour objectif de répondre au trio d'objectifs que sont le renforcement du niveau de service, la diminution des coûts et la valorisation, à travers la gestion en amont et en aval des relations avec les fournisseurs et les clients [29].

### 1.18.1 Définition de la gestion de la chaîne logistique :

Depuis sa création, le concept de gestion de la chaîne logistique a connu une évolution de sa définition et des dizaines de définitions différentes ont été recensées à ce jour. Quelques définitions considèrent la GCL comme un assemblage de processus. Ainsi, en 1982, Oliver R.K et Weber M.D, précisent que la GCL englobe le flux des produits du producteur à celui de l'utilisateur final en passant par les chaînes de production et de distribution.

Les ouvrages disponibles donnent de nombreuses définitions du concept de management de la chaîne logistique (SCM). Le Supply Chain Council propose la définition suivante de la GCA : " le contrôle de la gestion des achats et des commandes, l'approvisionnement en

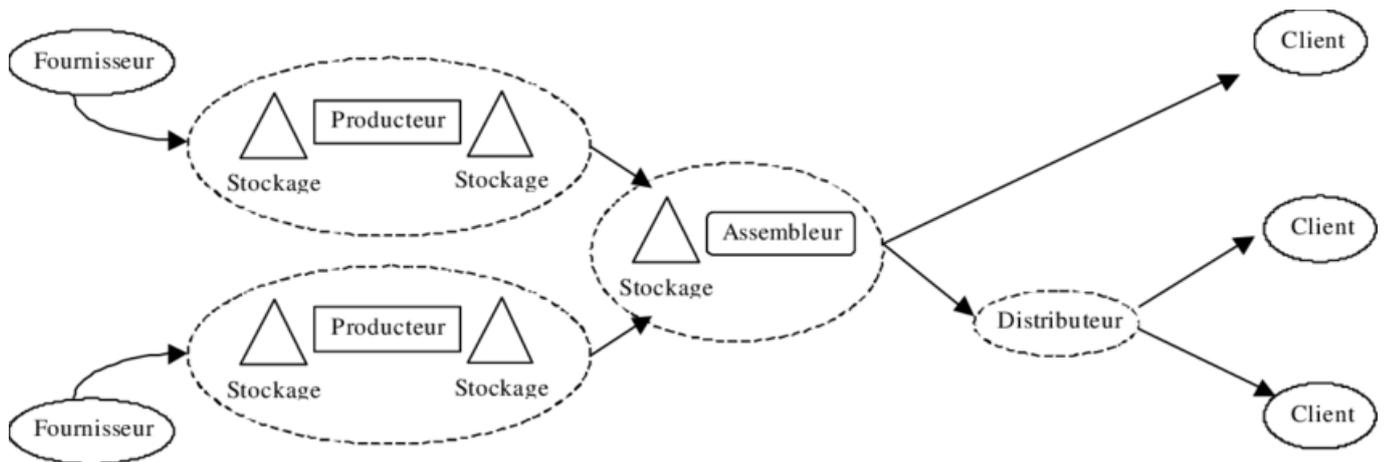


FIGURE 1.7 – Représentation d’une chaîne logistique [30]

matières premières et en composants, la fabrication et l’assemblage des produits, la gestion de l’entreposage et du stockage, l’enregistrement et la direction des commandes, la distribution à travers le réseau d’entreprises et la livraison des produits finis aux clients ” [Lummus et Vokurka, 1999]. En gros, la GCA comprend la mise en œuvre de la gestion de la demande et de l’offre dans l’entreprise et entre elles. Mentzer et Alii, ont défini la GCA comme ”la coordination systémique et stratégique des fonctions commerciales traditionnelles et de leurs tactiques respectives au sein d’une même entreprise et entre les partenaires de la chaîne d’approvisionnement, dans le but d’améliorer la performance à long terme de chaque entreprise membre de la chaîne dans son ensemble”. Selon une autre définition, la GCL est la conception et la gestion d’un procédé inter-organisationnel en continu qui apporte une valeur ajoutée, en vue de satisfaire les véritables besoins des consommateurs cibles [Lambert et al, 1998]. Le challenge que représente la GCL est donc d’optimiser le déroulement de la chaîne d’approvisionnement, cette optimisation devant être comprise au sens d’une augmentation des profits nets pour chaque entreprise partenaire. Selon une autre définition, la GCL est la conception et la gestion d’un procédé inter-organisationnel en continu qui apporte une valeur ajoutée, en vue de satisfaire les véritables besoins des consommateurs cibles [Lambert et al, 1998]. Le challenge que représente la GCL est donc d’optimiser le déroulement de la chaîne d’approvisionnement, cette optimisation devant être comprise au sens d’une augmentation des profits nets pour chaque entreprise partenaire. Pour cela, il faut mettre un pilote général qui permette de coordonner les différentes opérations commerciales des entreprises partenaires. Ce pilote oriente le processus en commun (qui est l’objectif pour lequel la chaîne d’approvisionnement a été construite) qui permet de générer de la valeur. Ce processus est composé de nombreux processus ”individuels” (ou privés) qui appartiennent à au moins deux des partenaires de la chaîne logistique globale. Le procédé partagé facilite donc les échanges de données entre ces partenaires et représente donc un soutien opérationnel au partage de l’information dans la chaîne d’approvisionnement [31].

### 1.18.2 les différents enjeux de la SCM :

Les défis de la supply chain ont pris une telle importance que plusieurs organisations ont été mises en place pour répondre à cette nécessité : responsable de la supply chain, manager de flux, gestionnaire du supply chain, etc ... Les défis de la supply chain ont pris une telle importance que plusieurs organisations ont été mises en place pour répondre à cette nécessité : responsable de la supply chain, manager de flux ou supply chain manager, gestionnaire du supply chain development, etc. Peu de fonctions ont fait leur apparition au cours des années 80 au niveau de l’entreprise mais aussi au niveau du Comité de Direction. Ces fonctions ont la

caractéristique d'évoluer continuellement pour s'adapter aux nouveaux équilibres auxquels le pilotage opérationnel et la supply chain doivent faire face. Il était donc nécessaire de posséder des responsables opérationnels pour être en mesure de faire face à la gestion d'unités opérationnelles de plus en plus grandes. Mais il faut aussi avoir des compétences en systèmes d'information et en management de projet. Les enjeux liés à une bonne maîtrise de la Supply Chain sont de trois natures :

- Une participation directe à la constitution d'avantages compétitifs ;
- Un support à la réalisation de la stratégie de l'entreprise ;
- Une diminution du Capital investi dans les activités logistiques.

### **1.18.3 Les tâches dédiées au service SCM :**

Les avis des experts sont très variés. Nous trouvons donc de manière méthodique les activités relatives à la logistique : la gestion des inventaires, les entrepôts, le transport, la diffusion, importation/exportation et optimisation de la supply chain [32].

#### **la gestion des inventaires :**

Un stock est un ensemble de réserves qui permet de répondre à la demande provenant de la clientèle, on parlera alors du stock de produits finis, ou bien de la production, on parlera de stocks de matières premières et d'articles consommables, de la maintenance et donc de stock de pièce de rechange ou du service après-vente.

#### **le transport :**

La logistique du transport est notamment la gestion de la mobilité des biens. Les aspects essentiels de cette chaîne de transport de biens comprennent les activités de déplacement local, régional et mondial en fonction des différents modes de transport : routier, ferroviaire, maritime, aérien et multimodal.

#### **la diffusion :**

Le terme " diffusion " désigne l'ensemble des opérations destinées à offrir un bien ou un service au client ou à l'utilisateur final, à travers la chaîne d'approvisionnement. Ce fonctionnement suit celui de la production ou de l'importation du bien ou du service, depuis sa commercialisation par le producteur, le fabricant ou l'importateur jusqu'au moment de sa transmission au consommateur ou à l'utilisateur final.

#### **importation/exportation :**

Le service import-export est là pour pouvoir faire appliquer les normes douanières spécifiques à chaque pays destinataire. Le service import-export est là pour pouvoir faire appliquer les normes douanières spécifiques à chaque pays destinataire. Le Service import/export aidera le service des approvisionnements dans le cadre du choix des partenaires commerciaux ( transporteurs, expéditeurs, etc.), du mode de transport et des incoterms les plus adaptés à une demande déterminée.

#### **optimisation de la supply chain :**

Nous constatons que toutes les opérations se suivent et se complètent le long de la chaîne logistique. Pour les entreprises, il est essentiel d'optimiser chacune de ces opérations, mais encore plus d'optimiser ses totalité, c'est-à-dire la chaîne logistique. Effectivement, le service de

gestion de la chaîne logistique a comme fonction de gérer les flux tout au long de cette chaîne [33].

## 1.19 Les objectifs visés de la SCM :

La chaîne d'approvisionnement a pour objectifs :

Le management de la chaîne logistique a pour but d'optimiser et de rassembler les flux physiques et d'information de manière globale.

La gestion de la chaîne logistique englobe les fonctions suivantes (prévision, planification et réalisation), de l'acquisition des matières de base à la distribution des Produits finis aux consommateurs.

La prise en compte de la gestion de la chaîne d'approvisionnement offre une meilleure diffusion de l'information entre fournisseurs et clients.

La gestion de la chaîne logistique permet de limiter les stocks.

elle permet notamment de préciser les prévisionnels de matières afin de mieux tenir compte des nécessités du terrain, de réorganiser le plan de fabrication en fonction de la quantité demandée et de respecter les délais de livraison aux clients.

la SCM garantit une bonne correspondance entre l'offre et la demande.

La gestion de la chaîne d'approvisionnement fait en sorte que l'entreprise puisse produire au moindre coût tout en réduisant les stocks [34].

## 1.20 Logistique agroalimentaire :

On peut définir la logistique agroalimentaire comme la mise en pratique des techniques traditionnelles de logistique dans le domaine des flux de produits venant des exploitations agricoles, de la pêche, de l'élevage ou de la sylviculture.

### 1.20.1 Les caractéristiques de la logistique agroalimentaire :

Le secteur de la transformation agro-industrielle comprend le prélèvement des matières premières, leur transformation, leur préservation. Cela nous conduit à distinguer les caractéristiques principales suivantes :

**Segment de transport :** On distingue trois segments. le premier segment est celui du transport des matières premières ( depuis le lieu de leur extraction jusqu'au lieu de leur transformation). Le second segment est lié au processus de traitement des matières premières. Enfin, le troisième segment englobe les opérations de distribution.

**la nature des produits :** Ce sont essentiellement des produits frais, à durée de vie limitée. Dans toute la chaîne d'approvisionnement, ils nécessitent l'utilisation de certains moyens particuliers ( Entrepôts à température régulée, conteneurs, des équipements particuliers pour le personnel, des endroits de stockage contrôlés avec soin, l'utilisation de méthodes de gestion spécifiques et de technologies avancées pour respecter les exigences des délais de péremption.

**les contrôles requis :** Vu les risques sanitaires extrêmement élevés, plusieurs postes de surveillance sont implantés le long de la chaîne logistique pour vérifier que les opérations de stockage et de transport sont réalisées conformément aux normes de sécurité, température et hygiène. Que la qualité des produits est bien maintenue à un niveau suffisant ; et finalement, que les diverses normes concernant la manutention de ces produits sont respectées rigoureusement ( transformation, état sanitaire, étiquetage, etc..)

## 1.20.2 Enjeux et défis de la logistique agroalimentaire :

### planification et contrôle de stock :

Les dépôts de produits alimentaires où circulent les aliments sensibles à la température devraient être en mesure de gérer efficacement les contraintes de transport et de stockage typiques des produits à courte durée. Les entreprises qui ne possèdent pas de systèmes de gestion des entrepôts appropriés se retrouvent souvent avec des délais de vente plus courts, des clients insatisfaits et le risque de perdre des produits endommagés ou abîmés qui doivent être retirés des rayons. Les distributeurs de produits agroalimentaires qui utilisent un système de gestion des entrepôts intelligent et très performant ont la capacité de gérer et de superviser les stocks en temps réel. Grâce à l'enregistrement des changements de stocks en vue de prévoir les nécessités, ce genre de solutions automatiques permet de planifier et de réaliser plus aisément les opérations logistiques, de l'entrée des produits dans l'entrepôt à leur sortie.

### amélioration de la traçabilité et de la sécurité des produits alimentaires :

De nos jours, la sécurité des aliments apparaissant au cœur des inquiétudes exprimées par les consommateurs, il est indispensable pour les entreprises alimentaires de consolider leurs pratiques de traçabilité au cours de leurs processus logistiques. Toutefois, les ingrédients et les différents produits finis faisant généralement l'objet de consignes de stockage et de manipulation précises, la traçabilité et la sécurité des aliments deviennent un vrai problème. Les acteurs de la logistique ne doivent pas perdre de vue des principes fondamentaux comme le FIFO (First In First Out), le taux d'humidité et la température de stockage.

### Stock keeping units (SKUs) vs. capacité de stockage :

Les clients exigent de plus en plus de choix, de produits plus sains et même de matériaux de packaging et de tailles. Pour satisfaire leurs besoins, les fabricants de produits agroalimentaires élargissent rapidement leurs gammes de produits, ce qui a entraîné une hausse de la quantité en stock pour stocker et transporter des produits, les entrepôts ont besoin de s'assurer qu'ils ont une capacité suffisante et ils doivent augmenter leurs performances. Les sites de fabrication et de consommation sont souvent distants les uns des autres pour différentes raisons. La production de produits agricoles est fonction de la disponibilité de l'eau, du sol et du climat. Ceci traduit le fait que pour certains produits, la production ne peut avoir lieu que dans des zones géographiques déterminées. Le savoir-faire et les connaissances dans la transformation sont souvent détenus par des industries qui se localiseront, soit au lieu où se situent les matières premières, soit dans le lieu de consommation, ou dans une position intermédiaires. Dans tous les cas, il existe des flux physiques de produits à maîtriser en amont (approvisionnement) et en aval (distribution) [35].

## 1.21 Les limites de la logistique agro-alimentaire :

**La qualité des produits :** Il faut la garantir sur toute la chaîne d'approvisionnement. Cela signifie une conformité absolue avec les normes et les procédures.

**Les équipements :** En raison de leur périssabilité, les produits requièrent des équipements particuliers pour leur stockage et leur transport.

**La durée de vie :** Ces produits ont très souvent une durée de conservation après laquelle toute consommation est interdite. Tout retard ou ralentissement dans sa distribution diminue le temps accordé pour leur consommation [36].

## 1.22 La chaîne d'approvisionnement agroalimentaire :

Le terme agriculture est un terme global, qui désigne les différents usages des plantes, des récoltes et des animaux domestiques qui répondent aux besoins de la société en lui fournissant de la nourriture, e la bio-énergie..etc. Le secteur comprend une large gamme d'activités comme la domestication, l'horticulture, l'arboriculture et la culture maraîchère [37]. Dans ce cadre, distinguons les quatre grands domaines de valorisation industrielle de la production agricole non transformée, qui entrent en concurrence pour intéresser les agriculteurs : l'alimentation humaine, l'alimentation animale, la production de biomasse et les matériaux industriels.

Le secteur agricole est aujourd'hui sous une double pression : il doit d'une part être géré de façon à satisfaire les besoins actuels sans mettre en danger les capacités des agriculteurs de demain. Dautre part, il doit fournir des moyens de production alimentaire, énergétique et industrielle afin de satisfaire les demandes de la population mondiale croissante [38].

Par conséquent, il n'est pas étonnant que, au cours des deux dernières décennies, ce secteur a suscité beaucoup d'intérêt chez les professionnels et la communauté scientifique. De manière plus précise, la chaine agro-alimentaire a pour but de gérer et de planifier la totalité des procédés et des opérations, de la préparation de la terre et de la récolte à la commercialisation et/ou à la transformation des produits récoltés. La coordination et l'organisation entre les maillons de la chaîne touche à la fois la gestion et la maîtrise des flux de matières premières et d'informations, la logistique, mais aussi les dispositifs mis en place pour instaurer et encadrer les relations entre les différents acteurs concernés : fournisseurs, producteurs, diffuseurs et commerçants.

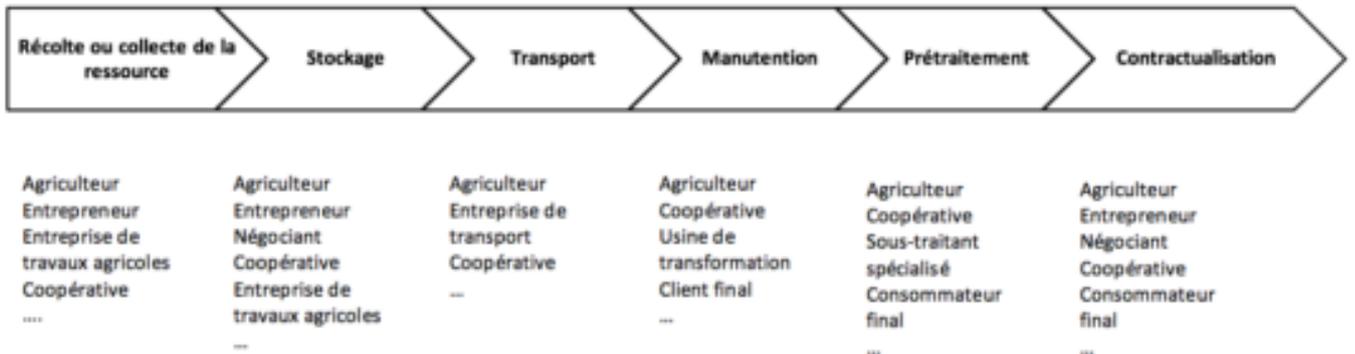


FIGURE 1.8 – les étapes d'une chaîne agricole [39]



FIGURE 1.9 – les acteurs principales d'une agro-alimentaire

En amont, les approvisionnements en matières premières agricoles sont quantitativement et qualitativement soumis aux facteurs climatiques, notamment aux inégalités inter-régionales concernant le climat, à la nature des terres, aux pratiques agricoles et à différents facteurs de saison, des maladies des plantes, insectes nuisibles,etc. En aval, les marchés des produits agricoles représentent un marché bien particulier, caractérisé par son hétérogénéité, son instabilité et sa réactivité aux aléas (prix, qualité, etc.), qui se caractérise par une certaine instabilité structurelle, une montée de la financiarisation et de nouveaux modes de réglementation.

Compte tenu de la nature et de la complexité des questions et des problèmes à traiter en matière de gestion agricole, c'est principalement la recherche opérationnelle qui permet de mettre en place des méthodologies et des outils adéquats pour la gestion quantitative des opérations et pour faciliter la prise de décision [40].

en comblant l'écart entre la théorie et la pratique industrielle. De plus, la simulation apparaît comme une méthodologie efficace, comme l'attestent Woodward et al en se penchant sur la modernisation et l'innovation dans l'organisation des systèmes agricoles. Dans cette optique, de nombreuses recherches et études ont été réalisées pour orienter, optimiser et éventuellement réorganiser la gestion des CAG, tout en gérant les aspects liés à leurs environnements hétérogènes [41].

## **1.23 Traçabilité agroalimentaire :**

### **1.23.1 Définition de la traçabilité :**

La traçabilité est l'enregistrement, le stockage et le transfert d'informations relatives au chemin parcouru par le produit ( depuis sa production, et même sa conception, jusqu'à sa commercialisation) et ce qui s'y passe. Elaborer un système de traçabilité, cela signifie dresser une cartographie de l'itinéraire suivi, mettre au point des instruments d'enregistrement...

Il existe cependant un premier principe, qui est commun à tous les systèmes de traçabilité, qui consiste à établir une association entre un flux d'informations (transfert de données) et un flux physique de produits (transport de marchandises). Le deuxième principe est celui d'éviter, dans toute la mesure du possible, les ruptures d'information au cours de la chaîne agroalimentaire.

### **1.23.2 Traçabilité de l'origine et traçabilité des processus :**

De nos jours, dans le vocabulaire quotidien, le lien entre Traçabilité et Origine est toujours présent : on associe spontanément la traçabilité à la notion d'identité et à la généalogie. Mais pour comprendre en quoi consiste un système de traçabilité moderne, il faut distinguer deux types de traçabilité : la traçabilité de l'origine et la traçabilité des processus. Par ailleurs, la traçabilité de l'origine est le concept le plus ancien. En effet, au début du 20ème siècle, en France, a été le premier pays à établir un système officiel de certification des produits à Appellation d'Origine Contrôlée (A.O.C.) qui, par le biais de la traçabilité, associe origine et identité. La caractéristique visée dans ce type de traçabilité est, comme son nom l'indique, celle de l'origine du produit et, par élargissement, il peut s'agir également de l'identité du producteur, du lieu précis de la parcelle de production ou du type d'alimentation.

La traçabilité consiste à conserver les données relatives à l'origine ou à l'identité géographique du produit, et à permettre de retracer son parcours dans le temps et dans l'espace en préservant cette information lors du transport. Elle est appelée " remontante ", parce qu'elle fait remonter à l'origine du produit ( comme on remonte un arbre généalogique pour retrouver les ascendants).

Elle sert à mettre en évidence le caractère authentique d'un produit et à assurer que ce caractère authentique n'est pas modifié.

La traçabilité des processus est bien plus récente et elle se situe dans une optique totalement différente. Elle est extrêmement complexe, parce qu'elle se base sur le fait que, tout le long de la chaîne agro-alimentaire, un produit connaît des transformations successives ou peut avoir des utilisations diverses et nombreuses...

### 1.23.3 Traçabilité des produit agro-alimentaire sur la chaine d'ap-provisionnement :

Le concept de traçabilité des produits agroalimentaires est la mise en application à la chaîne alimentaire des différents principes de traçabilité, dans le but de réaliser une série d'objectifs en matière de sécurité alimentaire.

Elle a pour but de favoriser une amélioration de la qualification et une meilleure maîtrise des produits mis sur le marché, ainsi qu'une diminution des niveaux de risque. De fait, la traçabilité est indispensable pour pouvoir remonter à la source d'un problème de contamination alimentaire ou de falsification.

De plus en plus, les certifications l'imposent.

Elle se faisait surtout au sein de l'entreprise afin de la sécuriser en termes de responsabilité, elle est de plus en plus souvent réalisée au niveau de la chaîne logistique et de la production, en donnant toujours plus d'importance à l'échange de données entre les partenaires commerciaux et de la ferme à la fourchette [42].

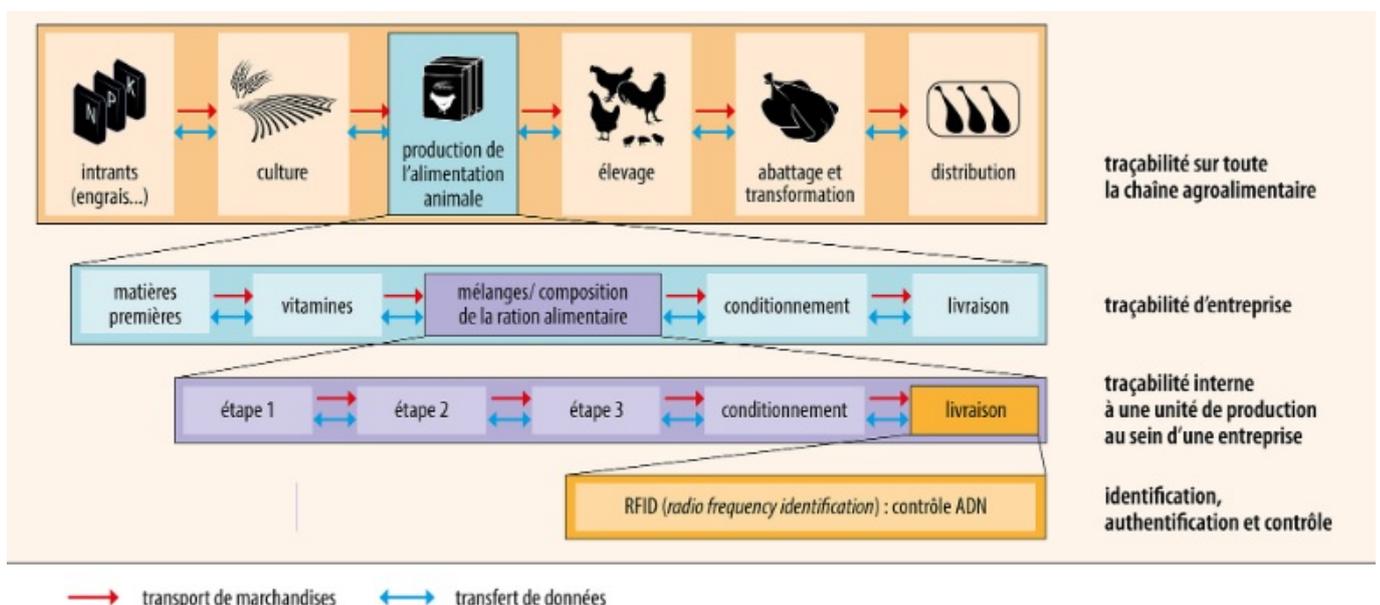


FIGURE 1.10 – Exemple de traçabilité d'un produit alimentaire [43]

## 1.24 Conclusion :

La logistique est une discipline relativement nouvelle dans l'industrie agro-alimentaire. 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 agro-alimentaire 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 agro-alimentaire mais aussi à la traçabilité et aux différents systèmes de traçabilité. On a pu présenter les acteurs de la chaîne d'approvisionnement des produits agro-alimentaires. tout en citant le rôle et l'importance de chaque acteur.

# La technologie Blockchain et les systèmes d'information

## 2.1 introduction :

Le monde dans lequel on vit est de plus en plus interconnecté. Les technologies de l'information et de la communication occupent une place fondamentale dans de multiples domaines, allant de l'industrie jusqu'aux transports, en passant par la santé, les communications et l'éducation. Ces technologies permettent de créer, de traiter et de transmettre des quantités considérables de données, et la maîtrise de ces données représente le défi du XXI<sup>e</sup> siècle. Ce passage au numérique que le monde connaît a permis de favoriser notamment l'apparition de la science du big data, les techniques de l'intelligence artificielle, faisant naître entre autres ce qui est nommé l'industrie 4.0. De ce fait, et tout comme les années passées, la connaissance du système d'information devient encore plus primordiale.

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. Nous parlons également des systèmes d'information.

## 2.2 La blockchain :

### 2.2.1 Introduction :

La blockchain se définit simplement comme étant une BD répartie contenant une liste de plusieurs enregistrements classés. Ces derniers sont connectés les uns aux autres par des liens appelés chaînes . Ces blocs contiennent des données sur des opérations de transactions séparées et seulement les usagers autorisés ont le droit d'y accéder. Les utilisateurs sont authentifiés grâce à un ensemble complexe de clés de cryptage qui sont administrées par eux-mêmes. Chaque usager agréé obtient une clé unique et temporaire qui le verrouille automatiquement, si le délai de déchiffrement est expiré. La blockchain est considérée comme une nouvelle technologie qui favorise le calcul décentralisé. Il a connu une grande importance en 2017-2018 pendant l'immense progression du bitcoin en tant que crypto-monnaie. Les crypto-monnaies ne sont toutefois pas la seule application et utilisation de la blockchain. Elle a des applications variées dans les entreprises, telles que le stockage et les échanges d'informations dans de nombreuses organisations.

### 2.2.2 Historique de la blockchain :

Le cryptographe David Chaum a été le premier à proposer un tel protocole dans son mémoire publié en 1982, intitulé "Computer Systems Established, Maintained, and Trusted by Mutually Suspicious Groups" [73]. En 1991, Stuart Haber et W. Scott Stornetta [74] ont présenté d'autres recherches sur une chaîne de blocs protégée par un système de chiffrement. Ils voulaient mettre en place un système où l'horodatage des documents ne risquait pas d'être falsifié. Dans 1992, Haber, Stornetta, et Dave Bayer ont intégré des arbres de Merkle dans la création, qui a amélioré son efficacité en donnant la possibilité de rassembler plusieurs certificats de documents dans un seul bloc. Sous le nom de leur société Surety [75].

Cette technologie, a été dévoilée pour la première fois en 2008 par Satoshi Nakamoto dans son article "Bitcoin : Un système de paiement électronique de pair à pair". Il a amélioré la conceptualisation de façon importante en appliquant une méthode de type Hashcash pour authentifier les blocs sans nécessiter qu'ils portent la signature de quelqu'un de confiance et en ajoutant un paramètre de complexité pour régulariser le rythme des ajouts de blocs à la chaîne [76].

### 2.2.3 Définition :

Une Blockchain est un grand livre numérique distribué, décentralisé et généralement public, composé d'enregistrements appelés blocs qui servent à sauvegarder les transactions sur plusieurs ordinateurs de sorte que tout bloc concerné ne peut être modifié [77]. Cela permet aux membres de contrôler et de vérifier les transactions indépendamment et à un coût relativement faible. Une blockchain est administrée en toute autonomie à travers un réseau peer-to-peer et un système d'horodatage réparti. En utilisant une blockchain, on élimine la caractéristique de reproduction, elle permet de garantir que toute unité de valeur a été transmise une fois seulement, résolvant ainsi le fameux problème de la double dépense.

### 2.2.4 Concepts :

#### les blocs :

Les blocs regroupent des batchs de données validées qui sont codées et hachées dans un arbre de Merkle [78]. Chaque bloc comprend le hachage chiffré du bloc qui le précède dans la chaîne de blocs, liant ainsi les deux. Ce procédé itératif sert à confirmer la validité du bloc précédent, jusqu'au bloc initial, connu comme le bloc de genèse (bloc 0) [79]. Afin de protéger les données contenues dans un bloc, ce dernier est souvent muni d'une signature numérique. Il arrive que des blocs séparés puissent être produits en même temps, ce qui crée un fork provisoire. En plus d'un enregistrement sécurisé fondé sur le hachage, toute chaîne de blocs possède un algorithme déterminé permettant de classer les différentes versions de l'historique afin qu'une version ayant un score plus élevé puisse être sélectionnée par rapport aux autres. Les blocs qui ne sont pas sélectionnés pour être intégrés dans la chaîne sont appelés blocs orphelins. En général, les chaînes de blocs sont organisées de façon à ajouter le score des nouveaux blocs aux anciens blocs et elles sont encouragées à les compléter par de nouveaux blocs au lieu d'écraser les anciens. Par exemple, Bitcoin fait appel à un système de preuve de travail, où le réseau considère que la chaîne qui a accumulé le plus de preuves de travail est la chaîne valide. Plusieurs méthodes permettent de démontrer que le niveau de calcul est suffisant. Dans une blockchain, le calcul est exécuté de façon superposée plutôt que de façon traditionnelle, séparée et parallèle [80].

## **Block time :**

La durée du bloc est le délai nécessaire en moyenne pour que le réseau produise un bloc de plus dans la blockchain. Quelques blockchains produisent un bloc aussi régulièrement que chaque cinq secondes. Lorsque le bloc est terminé, les informations qu'il contient sont vérifiables. Dans le domaine de la crypto-monnaie, c'est pratiquement le temps où la transaction a lieu, donc une durée de bloc réduite implique des transactions plus rapides. Le temps de bloc pour Ethereum est réglé sur une durée comprise entre 14 et 15 secondes, alors que pour le bitcoin, il est en général de 10 minutes [81].

## **Ethereum :**

est une blockchain programmable décrite dès décembre 2013 par son créateur Vitalik Buterin. C'est la première blockchain pleinement programmable (au sens de Turing). Elle a permis l'émergence d'applications décentralisées nommées dApps. Les noeuds du réseau forment alors un «ordinateur global» appelé Ethereum Virtual Machine (EVM).

## **Un Fourchette (Hard forks) :**

Un hard fork est une actualisation importante du protocole qui exige que tous les usagers se mettent à jour vers le nouveau logiciel afin de pouvoir continuer à utiliser la même blockchain. En 2016, par exemple, l'Ethereum a subi un hard-forking pour "réparer" les investissements de la DAO, qui avaient été hackés grâce à l'exploitation d'une faille dans son code. Le fork s'est traduit dans ce cas par une séparation créant les deux chaînes Ethereum et Ethereum Classic. Au contraire d'un soft fork, dans un hard fork, une modification est apportée au code d'une crypto-monnaie ce qui rend la nouvelle version du logiciel incompatible avec les versions précédentes. Ce processus entraîne ce que nous appelons le "network fork".

## **Décentralisation :**

La notion de décentralisation utilisée pour l'architecture de la blockchain est en opposition aux architectures avec un serveur unique ou un opérateur unique. La décentralisation est une caractéristique essentielle de la blockchain afin de limiter les modifications à caractère unilatéral de la base de données et de justifier l'utilisation d'algorithmes de consensus. La véritable décentralisation des blockchains est discutée, notamment pour les blockchains privées qui fonctionnent avec un nombre limité d'acteurs ou en raison de l'utilisation généralisée de services cloud gérés.

## **Transparence :**

La transparence est une caractéristique intrinsèque de plusieurs blockchains (surtout les blockchains publiques). Elle permet de garantir que les transactions sont bien visibles par tout le réseau. Par exemple, de pouvoir accéder à toutes les transactions de la blockchain depuis sa création. En ce qui concerne les blockchains privées, la transparence pourra être limitée volontairement pour préserver la confidentialité.

## **Clé :**

Une clé est un concept de la cryptographie. Il s'agit d'une suite de caractères permettant de signer, chiffrer ou déchiffrer un message. On distingue en cryptographie les clés privées qui ne doivent pas être divulguées, des clés publiques qui le sont à tout le monde. En principe, la clé publique résulte d'un calcul irréversible de la clé privée.

## 2.2.5 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 :

**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 [82].

**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 [83].

**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. Cette 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. 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.

## 2.2.6 Types de la blockchain :

Il existe actuellement au moins 4 types de réseaux de blockchains : les blockchains publiques, les blockchains privées, les blockchains de consortium et les blockchains hybrides.

### **blockchain publique :**

Une blockchain publique ne présente absolument aucune limitation d'accès. Chaque personne ayant une connexion Internet peut y transmettre des transactions et devenir un validateur. Les blockchains publiques les plus importantes et les mieux connues sont la blockchain bitcoin et la blockchain Ethereum [84].

### **blockchain privée :**

Personne ne peut la rejoindre sauf sur invitation des administrateurs du réseau. Les participants et les validateurs ont un accès limité [85].

### **blockchain hybride :**

Elle combine des caractéristiques de centralisation et de décentralisation, le déroulement précis de la chaîne peut changer en fonction des portions de centralisation et de décentralisation utilisées [86].

### **Chaîne latérale (Side chain) :**

Une sidechain est un système de prolongement d'une blockchain principale, ce qui permet notamment d'augmenter le nombre de transmissions et de simplifier le passage. Le

Lightning Network, par exemple, est une solution élaborée par le réseau Bitcoin pour augmenter le flux de ses transactions.

### 2.2.7 Utilisation de la blockchain :

Les blockchains sont des technologies qui peuvent être utilisées dans de très nombreux domaines. La principale utilisation des blockchains est le registre distribué pour les crypto-monnaies telles que le bitcoin ; quelques autres produits opérationnels avaient atteint le stade de la validation de principe fin 2016 [87]. Dès 2016, quelques entreprises ont expérimenté la technologie et réalisé une mise en œuvre de bas niveau afin de mesurer le degré d'efficacité organisationnelle de la blockchain dans leur back-office [88]. Au cours de l'année 2019, il a été évalué qu'environ 2,9 milliards de dollars étaient investis dans la technologie blockchain, ce qui correspond à une augmentation de 89 par rapport à l'année précédente. En outre, selon l'International Data Corp, on estime que les investissements des entreprises dans la technologie de la blockchain atteindront 12,4 milliards de dollars d'ici 2023 [89].

#### **Crypto monnaies :**

La majorité des crypto-monnaies reposent sur la technologie blockchain pour enregistrer les transactions. Le réseau bitcoin et le réseau Ethereum, par exemple, sont tous deux fondés sur la blockchain. Facebook a confirmé le 8 mai 2018 l'ouverture du nouveau groupe blockchain dirigé par David Marcus, précédemment en charge de Messenger. La plate-forme de crypto-monnaie planifiée par Facebook, appelée Libra ( maintenant connue sous le nom de Diem ), a officiellement été dévoilée le 18 juin 2019 [90].

#### **Contrat intelligent :**

Un contrat intelligent est un set de fonctions défini une succession d'instructions enregistrées sur une blockchain. La notion de contrat intelligent, imputée à Nick Szabo, trouve son origine dans le mouvement Cypherpunk, et a pour but de faire la synthèse entre l'informatique et le droit des contrats. Les Smart contrats opérationnels ont été rendus populaires par le système Ethereum avec notamment la naissance de l'Ethereum Virtual Machine (EVM) et la pratique du langage informatique Solidity. elles permettent aussi de créer des ICOs, DAOs ou encore de créer des dApps.

#### **Les services financiers :**

Beaucoup de banques ont manifesté leur intention de créer des registres distribués pour leur usage dans le secteur bancaire et collaborent avec des compagnies qui développent des blockchains privées [91].

Cette technologie intéresse les banques, en particulier pour sa capacité à rendre les systèmes de règlement du back-office plus rapides. De plus, le secteur de la blockchain ayant atteint une maturité avancée, les investisseurs ont pris conscience qu'il s'agit, en pratique, de la base d'un nouveau secteur financier. La blockchain a aussi donné lieu à des offres de pièces initiales (ICO) et à une nouvelle classe d'actifs numériques, les offres de jetons de sécurité (STO), parfois aussi appelées offres de titres numériques (DSO).

#### **Chaîne logistique :**

Différents essais ont été faits pour utiliser les blockchains dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement :

-Extraction de matières premières précieuses : elle a été employée pour le traçage de l'origine des pierres et autres matières premières précieuses. Le Wall Street Journal a signalé en 2016 que la compagnie de technologie blockchain Everledger était en partenariat avec le service de tracking basé sur la blockchain d'IBM pour suivre l'origine des diamants pour vérifier qu'ils ont été extraits de manière éthique [92].

-Approvisionnement alimentaire : En 2018, la société Walmart et IBM effectuaient un essai visant à utiliser un système appuyé par la blockchain pour la surveillance de la chaîne

d'approvisionnement de la salade et des épinards - la totalité des nœuds de la blockchain était gérée par Walmart et se trouvait sur le cloud IBM. Corkery, Michael ; Popper, Nathaniel (24 September 2018) [93].

-L'industrie de la mode : Il y a une relation obscure entre les marques, les fournisseurs et les clients dans le secteur de la mode, ce qui empêchera le développement durable et stable de cette industrie. La blockchain permet de compenser cette insuffisance et de faire en sorte que les informations soient claires, ce qui permet de résoudre la problématique du développement durable de l'industrie.

## 2.2.8 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 citons :

**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 coûteuse 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 [94].

## 2.2.9 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 [67].

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) [68].



FIGURE 2.1 – Code barre

**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.



FIGURE 2.2 – RFID

**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 tous les emballages.



FIGURE 2.3 – QR code datamatrix

## 2.3 Système d'information (SI) :

### 2.3.1 définition :

Un système d'information (SI) est une série organisée de ressources permettant la collecte, le stockage, le traitement et la distribution d'informations.

Ce système est constitué de deux sous-systèmes, un social et un autre technique. Le sous-système social est constitué de la structure organisationnelle et des individus associés au SI. La partie technique est constituée des technologies et des procédés opérationnels.

Un système d'information est donc un réseau compliqué de relations structurelles dans lequel interagissent des personnes, des équipements et des procédés, qui doit générer un flux organisé d'informations importantes en provenance de sources distinctes, en vue de les utiliser comme base de décision.

### 2.3.2 Types de systèmes d'information :

Deux types de SI sont différenciés suivant leur objectif :

**Les systèmes d'information supports d'opérations :** le traitement des opérations de transaction, le pilotage des processus, etc.

**Systèmes d'information supports de gestion :** aide à la réalisation des rapports, à l'aide à la décision, etc.

Il existe deux types de SI selon le type d'application informatique :

**Système de conception :** qui fonctionnent avec des techniques en temps réel, et qui est connecté au système physique réel pour le contrôle et l'acquisition de données (capteurs, pré-actionneurs, IoT, systèmes cyber-physiques, etc.) **Les systèmes d'information de gestion :** qui utilisent des techniques de management traditionnelles.

### 2.3.3 Collecte, stockage et traitement des informations :

**collecte de l'information :**

**a) Les sources extérieures :**

Les flux des partenaires (clients, fournisseurs, administration, ...).

Être attentif pour prévoir les changements et adapter son fonctionnement.

**b) Les sources intérieures :**

Les flux produits par les acteurs du système (Approvisionnements, Fabrication, Comptabilité, Ventes, ...).

Flux formalisés par des procédés.

Flux informels (climat social, savoir-faire, ...).

**Alimenter le SI :**

La collecte d'informations coûte généralement cher et exige fréquemment une intervention humaine. Des efforts pour automatiser la saisie de l'information : Des systèmes en temps réel.

La lecture optique (questionnaires, etc.). Digitalisation, robots d'analyse de données.

**Stockage de l'information :**

Pour assurer la continuité, il est nécessaire de garantir un stockage fiable et durable. les supports de stockage évoluent e fonction des technologies, et parmi lesquels on trouve les disques durs des ordinateurs, les serveurs, le Cloud, mais aussi les supports papier qui sont

encore bien utilisés pour la préservation des archives ou par contrainte légale, le SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) est donc un composant fondamental du SI.

### **Traitement de l'information :**

Les informations, pour être exploitées, sont soumises à des traitements (par exemple : classement des commandes en fonction de la date et du client ; détermination du montant à payer,.. Ces opérations se font manuellement (de moins en moins souvent) ou automatiquement (par des ordinateurs).

### **Distribution de l'information :**

Afin d'être exploitable, toute information devrait parvenir à son destinataire en temps voulu, sans être floue, incompréhensible ou falsifiée. Ceci peut se faire de manière orale, sur support papier (courrier, note interne, ...) ou digitale (intranet, internet, IIoT,...), en garantissant une vitesse maximale et une diffusion adaptée.

### **Exploitation de l'information :**

Le système d'information permet de mettre en œuvre de puissants outils décisionnels visant à extraire les informations importantes, les classer et les transformer, puis offrir des visuels sous forme de tableaux de bord, graphiques et statistiques aux responsables pour leur faciliter la prise de décision et/ou même leur offrir des solutions appropriées :

## **2.4 La notion d'application d'entreprise :**

Est un programme informatique (logiciel, progiciel, application mobile, application web, etc.) destiné à la réalisation d'une ou d'un ensemble de tâches relatives à une ou plusieurs de ses activités, sous un certain degré d'automatisation des procédés mis en œuvre. Ces logiciels et applications peuvent être :

- Les systèmes de gestion dits "intégrés", qui constituent des progiciels de gestion non pas conçus en interne, mais construits par des éditeurs experts dans un domaine d'activité particulier et dont le mode de fonctionnement des logiciels est conforme aux meilleures pratiques observées à un moment donné .

- Les systèmes dits " particuliers " (ou encore : non standard, conçu sur mesure, non disponible sur le marché, etc.)

En général, dans les entreprises de production ou de services, on trouve différents types de logiciels qui sont :

- ERP - Enterprise Resource Planning - qui théoriquement regroupe tous les systèmes informatisés transactionnels de l'entreprise. - Un CRM (Customer Relationship Management), qui inclut toutes les fonctions pour intégrer les clients dans le système. -Un programme SCM (Supply Chain Management) qui comporte toutes les fonctions nécessaires pour intégrer les fournisseurs et la logistique dans le système d'information de l'entreprise. -Un logiciel de GRH - Gestion des ressources humaines - qui propose la totalité des outils nécessaires à la gestion du personnel de l'entreprise. - Une application GDT - Gestion des données techniques (ou PDM - Product Data Management) - qui propose des fonctions de stockage et de gestion des données techniques. En marge de ces nomenclatures, il est convenu de ranger les applications d'entreprise selon leur mode de traitement : le mode batch (différé) et le mode unitaire (immédiat). Cette classification nous permet de faire une distinction : -Applications par batch (AB) : ce sont les applications les plus traditionnelles et qui sont conçues avec une forte philosophie

d'application de type monolithique. qui permettent le traitement de manière différée d'un ensemble d'événements regroupés dans des fichiers ou éventuellement dans des bases de données. -Les applications dites transactionnelles (TA) : ce sont des applications qui autorisent le traitement d'événements successivement et dont la plupart permettent de fournir des interfaces aux utilisateurs. -Applications client/serveur (CA) : qui constituent une forme développée des applications transactionnelles et sont fondées sur le modèle client-serveur dans lequel une application cliente peut communiquer avec le serveur et lui transmettre des demandes, que ce dernier traite pour retourner ses réponses à l'application appelante. -Applications Web (AW) : qui sont une forme particulière d'applications transactionnelles qui s'exécutent sur la technologie web. -Applications au fil de l'eau (AF) : qui sont relativement récentes et principalement des applications de type asynchrone qui utilisent notamment des technologies de messaging inter applications (MOM - Message Oriented Middleware) pour échanger avec d'autres applications. Elles opèrent selon des logiques qui peuvent être de type batch ou transactionnel.

## 2.5 Caractéristiques des applications d'entreprise :

Les applications d'entreprise devront avoir certaines propriétés pour être considérées comme telles : Autonomie, Distribution, Hétérogénéité, et selon Singh et Huhns (2005) Dynamisme.

- **Autonomie** : les applications d'entreprise sont autonomes car elles sont conçues et exécutées indépendamment les unes des autres.
- **Autonomie de conception** : ce qui veut dire qu'une application est indépendamment des autres applications dans sa conception intrinsèque (son modèle de base de données, de traitement, etc.).
- **Autonomie de la communication** : une application peut localement décider avec quelles applications elle peut communiquer.
- **Autonomie de réalisation** : qui désigne l'indépendance de l'application à gérer les échanges avec son environnement externe.
- **Distribution** : La distribution désigne le fait que les applications sont très fréquemment réparties de manière physique sur le maillage de l'entreprise. Cette répartition physique est obtenue par une diffusion des données et/ou des traitements, ce qui permet la mise en œuvre au niveau Local de quelques données et/ou de quelques traitements du système d'information.
- **L'hétérogénéité** : L'hétérogénéité est un aspect essentiel du développement et du fonctionnement des applications d'entreprise, qui peut être effectué de manière indépendante et avec des approches et des méthodologies différentes. Il peut apparaître à plusieurs niveaux et pour des raisons multiples et nous distinguons essentiellement :
  - Hétérogénéité au niveau technique : elle fait référence aux écarts dans le matériel et les logiciels de base utilisés. Sur le plan matériel (hétérogénéité du matériel), elle inclut les différences au niveau des ordinateurs et des réseaux utilisés. Au niveau des logiciels de base, elle comprend les différences liées aux systèmes d'exploitation, aux systèmes de gestion des bases de données, aux plates-formes d'exécution, etc.
  - Hétérogénéité syntaxique : ce qui correspond aux écarts entre les formats de données et d'interfaces des applications.
  - Hétérogénéité sémantique : ce qui correspond aux écarts liés à l'interprétation et à la signification des données et des fonctions d'une application. Ce caractère hétérogène traduit le fait que la désignation symbolique d'un concept peut être interprétée différemment selon les applications considérées. Ces conflits sémantiques

apparaissent essentiellement dans le cas où le même nom symbolique concerne des concepts différents (on parle alors d'homonymie), ou lorsque plusieurs noms symboliques désignent le même concept (dans ce cas, on parle de synonymie) .

— **Le dynamisme :**

Comme les systèmes d'information d'aujourd'hui sont très ouverts et soumis à de nombreuses modifications, pour répondre aux changements stratégiques, commerciaux ou technologiques que vit l'entreprise, les applications de ces systèmes doivent être en mesure de suivre une évolution dynamique pour faire face à ces changements. Le dynamisme est une notion qui se manifeste généralement sous deux facettes. La première facette concerne le dynamisme du comportement qu'une application peut manifester de manière autonome selon sa configuration interne. La seconde porte sur les changements qui interviennent au sein des composants du système d'une application comme la modification, la réception et le retrait de certains composants.

## 2.6 les utilisations principales des SI :

Systèmes de contrôle : faire le lien entre les systèmes d'automatisation de la fabrication les systèmes de supervision. Les systèmes de supervision : ils ont pour rôle de collecter les données des équipements de fabrication, de les visualiser et de les traiter, et de communiquer avec d'autres applications. Les systèmes MES (Manufacturing Execution System) : ils permettent la remontée de données quantitatives du processus de fabrication de manière intelligente. Les systèmes de GPAO (gestion de la production assistée par ordinateur) : utilisés surtout pour la planification et le contrôle de la fabrication. Les systèmes TDMS (Technical Data Management System) : Ces systèmes de gestion des données techniques ; sont constitués d'une base de données transversales qui contient une série d'informations à caractère technique se rapportant aux différentes étapes de l'élaboration d'un produit.

## 2.7 Principaux besoins des SII :

**Besoins d'intégration :** Ce sont les besoins pour faire communiquer les différentes applications du système d'information. On appelle généralement ce mécanisme d'interaction ou de coopération entre différentes applications le mécanisme d'intégration. Dans le domaine industriel, des cas concrets peuvent être :

- le système GPAO qui accédera régulièrement au système de gestion des données techniques pour extraire des informations sur les propriétés des équipements.

- le système de GPAO qui visite régulièrement le système de gestion des ressources humaines pour en extraire des informations sur la présence d'opérateurs. Besoins de flexibilité : les raisons de l'évolution de ces systèmes d'information peut être générique ou bien spécifique. Les raisons génériques les plus souvent évoquées sont :

-Evolution des organisations : Ces changements peuvent influencer le SI et peuvent être à la fois d'origine interne (les changements provoqués par la restructuration des organisations ou par la création de filiales ou de nouvelles zones géographiques) et externe ( les changements dus aux fusions ou aux acquisitions d'organisations).

- Evolution des réglementations : Ces modifications pourront impacter le système d'information de façon totalement exogène (au moment de la transition vers l'Euro ou lors du changement des normes de calcul exigées par l'Etat). Ces changements imposent souvent de revoir et/ou de renouveler le système d'information.

- Evolution du métier : Ces évolutions sont dues en grande partie à la modification de l'activité de l'entreprise (la réalisation d'une nouvelle ligne de produits). Ces transformations de l'entreprise influent sur les procédés de gestion et donc sur le système d'information.

- Evolution des technologies : Ces changements sont essentiellement liés à l'évolution des logiciels, aux modèles d'architecture (mainframe, client-serveur, etc.), et aux paradigmes de programmation (C++, Java, etc.) ou aux infrastructures informatiques (J2EE, .NET). Ces changements impactent les systèmes d'information car ils se manifestent le plus souvent à travers des efforts d'intégration entre des technologies hétérogènes.

- Control des coûts : Il est souvent une exigence exprimée aux responsables des systèmes d'information auxquels il est demandé de réduire et/ou de maîtriser leurs coûts. Ceci se traduit le plus souvent par une démarche de rationalisation du système d'information.

## **2.8 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.

# Modélisation du système de traçabilité de chaîne d'approvisionnement de produits agro-alimentaires

## **3.1 Introduction :**

Pour concevoir notre application de traçabilité de produits agro-alimentaire nous avons suivi une méthodologie à trois niveaux : 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 JS 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. En dernier niveau, nous utilisons les deux langages HTML et JS pour réaliser l'interface de notre application.

## **3.2 Modélisation et implémentation de la base de données :**

Il faut définir quelques points avant de vous exposer la conception et l'implémentation de notre base de données.

### **3.2.1 La base de données :**

Une base de données est un assemblage d'informations structurées pour être facilement consultables, administrées et actualisées. Les organisations y ont recours comme méthode 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.

### **3.2.2 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 qu'à la fonctionnalité d'administration générale.

### 3.3 Les modèles conceptuels :

Les modèles conceptuels sont de loin les plus simples. Il s'agit en fait d'une description basique d'un système économique comme la chaîne logistique qui peut s'exprimer sous formes de diagrammes ou d'explications verbales. Le format utilisé dépend en grande partie de l'expérience du modélisateur, ceux avec une grande expérience font des diagrammes détaillés pour réduire l'ambiguïté, tandis que ceux avec une moindre expérience se basent sur une analyse par scénario. Dans ces modèles, il faut trouver un bon équilibre entre précision et aisance de communication. Ces modèles sont limités car difficiles à mettre en œuvre dans le cas d'organisations très complexes, et surtout ils ne donnent pas d'orientations quant au contrôle et au pilotage de la chaîne.

#### 3.3.1 Modélisation Conceptuelle de données MCD :

La méthodologie Merise de création de bases de données comprend des outils destinés au traitement des données. Le MCD (Modèle conceptuel de données) est l'un des outils majeurs concernant les données.

##### Définition :

Le MCD est un outil de traitement des données, son objectif est de rédiger les informations d'une manière formelle pour qu'elles deviennent utilisables par le système d'information, il contient des entités qui favorisent la compréhension des données et leurs représentations. Avec cet outil, on peut valider et préciser les règles qui s'appliqueront à la base de données future C'est une représentation visuelle de très haut niveau qui permet de faciliter la compréhension des éléments de la base de données.

##### Les composants de MCD :

- **L'entité** : Une entité est une description de tout élément matériel ou immatériel qui occupe un rôle dans le système que nous tentons de décrire. Une classe d'entités est constituée d'un ensemble d'entités de même nature, par exemple, ayant la même définition. La distribution des entités au sein d'une classe est dite classification (ou abstraction). Toute entité est constituée de ses propriétés, données élémentaires qui permettent de la décrire. Les classes d'entités sont présentées sous forme d'un rectangle divisé en deux champs : Le champ supérieur comprend le libellé. Ce libellé est habituellement une abréviation pour faciliter l'écriture. Il convient également de contrôler que chaque classe d'entités a une et une seule libellé, et inversement. Le champ inférieur comprend la liste des attributs de la classe d'entités.
- **L'attribut** : Un attribut est une donnée élémentaire, non déductible d'autres données, présentant un certain intérêt pour le domaine étudié. Il constitue une particularité d'une entité qui la décrit ou la définit.

- **L'identifiant** : Un identifiant est une série de caractéristiques (une ou plusieurs) ayant pour but de caractériser une et une seule entité. Toute entité dispose d'au moins un identifiant. Lorsqu'une entité ne possède qu'un seul identifiant, celui-ci est alors désigné par défaut comme l'identifiant principal de l'entité.
- **l'association** : est une liaison entre les entités. Dans un modèle MCD traitant de la gestion des ressources humaines, par exemple, le lien Groupe lie les entités Employé et Équipe, puisque les employés sont des membres d'une équipe. Ce lien traduit le fait que chaque salarié travaille dans une équipe et que chaque équipe est composée de salariés. 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).
- **Les cardinalités** :  
Les cardinalités servent à caractériser la liaison existant entre une entité et l'association à laquelle elle est liée. elle est constituée d'un couple composé d'une bornes maximale et minimale, intervalle sur lequel la cardinalité d'une entité pourra prendre sa valeur :
  - La limite minimale (généralement 0 ou 1) décrit le nombre minimal de fois où une entité peut prendre part à une relation.
  - La limite maximale (généralement 1 ou n) décrit le nombre maximal de fois où une entité peut prendre part à une relation.
- **les instances** : Depuis la définition d'une entité, il est connu que la connaissance de la valeur d'une entité déterminera la connaissance de la valeur des autres champs de l'entité.

### Étapes de création d'un MCD :

En premier lieu, il convient d'obtenir les règles de gestion de la nécessité d'informatiser. Par exemple : tout client a un n° et une adresse e-mail. On ne peut pas établir un devis sans qu'un client y soit rattaché ; Il faut ensuite répertorier toutes les données à informatiser dans un dictionnaire de données ; La prochaine étape est de comprendre les liens et les dépendances entre les données ; Finalement, le MCD pourra être élaboré.

### L'outil d'élaboration d'un MCD :

Le cerveau est le premier outil de l'informaticien qui construit le MCD. Il doit d'abord collecter toutes les informations et dégager les données et leurs relations. Lorsque les données et les relations sont constituées, il convient de les perfectionner en mettant en place des règles (cardinalités). La représentation du MCD peut se faire sur papier ou sur un logiciel spécifique. comme "AnalyseSI". Une fois que le MCD a été créé, il est nécessaire de le faire valider par les utilisateurs. Pour cela, on utilise la représentation graphique pour exposer les données qui seront informatisées et les règles qui s'appliqueront. Ceci permet de confirmer que tout est bien correct. En tout cas, il faut utiliser un support qui permet des modifications faciles puisque : Le MCD est évolutif. Il faut pouvoir être adapté en fonction du feedback des utilisateurs. Il doit également évoluer dans le temps suivant l'évolution du besoin à informatiser ; Il peut exister plusieurs MCD pour le même besoin à informatiser.

### 3.3.2 Modèle logique de données MLD :

Le modèle logique de données sert à désigner la construction des données utilisées sans faire appel à un logiciel de programmation. Par conséquent, il s'agit de préciser la nature des données exploitées lors des traitements. Le modèle logique dépend donc du type de base

de données utilisé. Le modèle logique de données est uniquement la reproduction textuelle du modèle physique de données (MDP) suivant le MCD. C'est simplement la représentation en ligne du schéma qui représente la structure de la base de données. A ce stade, il n'y a pas de gros travail à faire, il suffit d'appliquer des règles 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.

### **3.4 Le passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données :**

Pour mettre en œuvre la base de données, il faut transformer le modèle conceptuel de données en un modèle logique de données tenant compte de la structure de programmation utilisée, qui est la structure de base de données 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 coté) 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.

### **3.5 La modélisation conceptuelle de la base de données de traçabilité de produits agro-alimentaire :**

Pour la représentation des données de notre chaîne d'approvisionnement, il est nécessaire de suivre le flux de ces données entre les différents acteurs. Chaque acteur de la chaîne a un rôle très important pour assurer la traçabilité. Lorsque le fournisseur vend la matière première au producteur, il enregistre cette action dans la base de données. Les producteurs produisent les produits agro-alimentaire 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 superettes. Ces actions sont enregistrées dans la base de données. Afin de garder une trace du produit et de pouvoir garantir la qualité de ce dernier le vendeur (superette) enregistre chaque achat ou vente d'un produit dans la base de données.

Le fournisseur par exemple stocke la matière première, et le producteur fait une demande de cette matière et dans le cas d'un accord entre le fournisseur et le producteur

un accord de livraison sera signé. On peut distinguer huit entités : le fournisseur, la matière première, le producteur, la demande, la livraison, et l'accord. On modélise toutes ces entités avec le modèle conceptuel suivant :

Chaque entité possède des attributs qui la caractérisent et un identifiant pour distinguer les différentes instances de celle-ci, par exemple, un producteur 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 producteur peut faire plusieurs demandes de matières premières et chaque livraison de matière première concerne une seule demande. Le fabricant doit demander une autorisation de mise sur le marché du produit auprès de l'autorité compétent, afin de pouvoir le commercialiser.

Chaque producteur peut faire plusieurs demande et l'autorité compétent peut lui donner plusieurs autorisations.

Le fabricant stocke les lots de produits agroalimentaire. Après avoir signé un accord avec lui, le grossiste fait une demande de lot et la livraison sera assurée par un livreur. Chaque fabricant peut stocker plusieurs lots, chaque lot contenant plusieurs produits. Le producteur peut établir plusieurs accords avec plusieurs grossistes. Ainsi le grossiste peut faire plusieurs demandes de lot.

Après avoir reçu les lots de produits, le grossiste les stocke en attendant les demandes des détaillants (superette/vendeur). 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 détaillant doit avoir au préalable, signé aussi un accord 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.

Le détaillant stocke les produits contenus dans les lots venus de chez le grossiste. Le consommateur 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 vendeur peut donner plusieurs factures à différents clients.

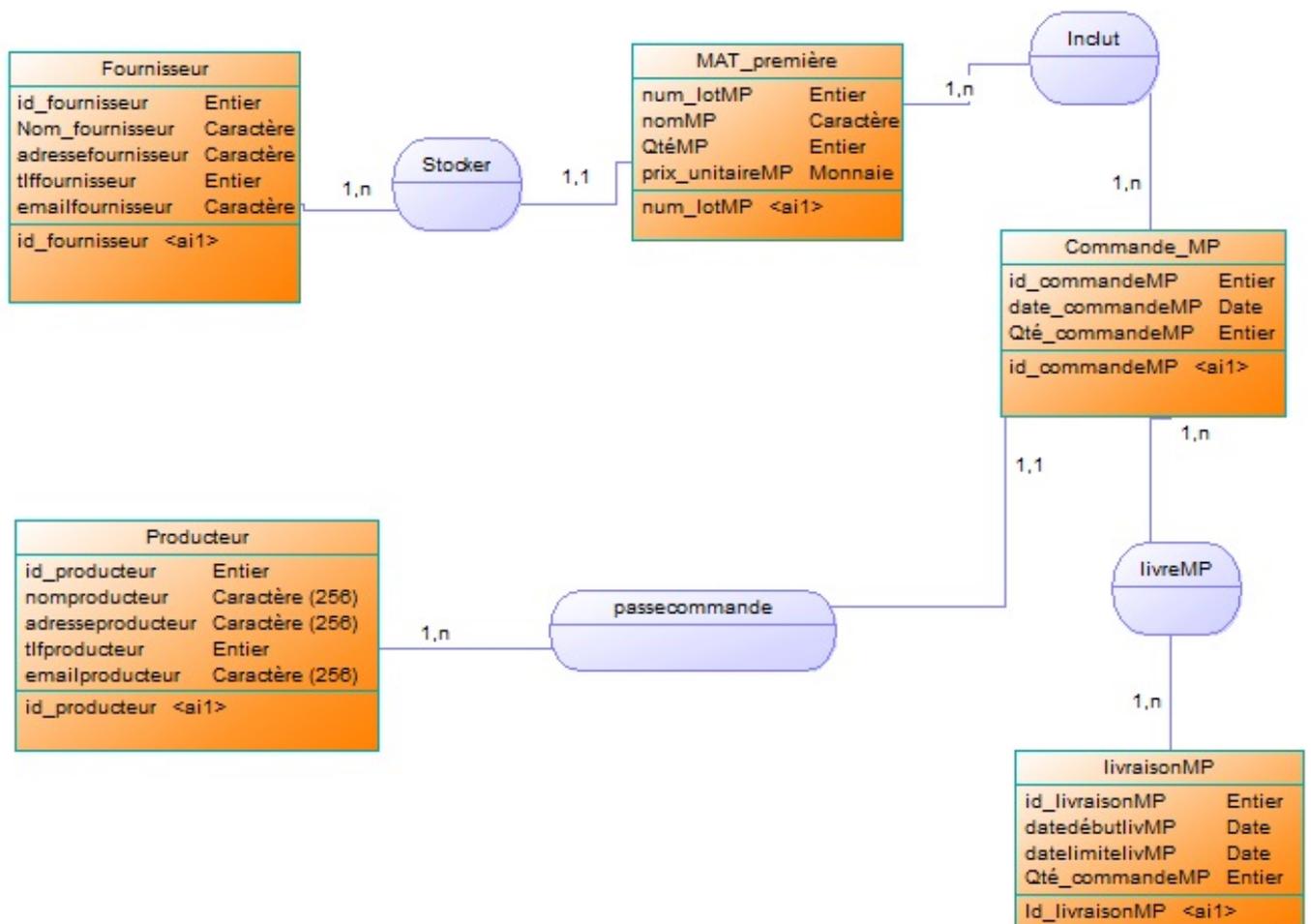


FIGURE 3.1 – MCD entre le fournisseur et le producteur

## 3.6 Modélisation et implémentation des services :

### 3.6.1 Présentation du langage de modélisation UML :

#### Définition du langage UML :

Devant la diversité des formalismes des méthodes d'analyse et de conception d'objets, UML constitue un véritable élément de progression dans la démarche de normalisation. Tiré de **Unified Modeling Language (UML)**, le Langage de Modélisation Unifiée, et un langage de modélisation sous forme graphique. De nos jours, celui-ci est devenu le langage de référence pour la modélisation d'objets, ou la programmation orientée objet. Elle consiste à réaliser une modélisation de certains éléments constitutifs du monde réel (immeuble, matériaux, individu, logos,...) ou virtuel (le temps, le prix,...) dans un ensemble d'entités informatiques dites "objet". Le langage UML est constitué des diagrammes qui servent à représenter et décrire la structure et les caractéristiques des objets d'un système. Il permet de visualiser des systèmes informatiques complexes de façon beaucoup plus facile et plus claire que par un code informatique. Le modèle UML ne constitue pas un langage de programmation, mais certains outils sont utilisés pour créer des codes dans plusieurs langages en partant des diagrammes UML.

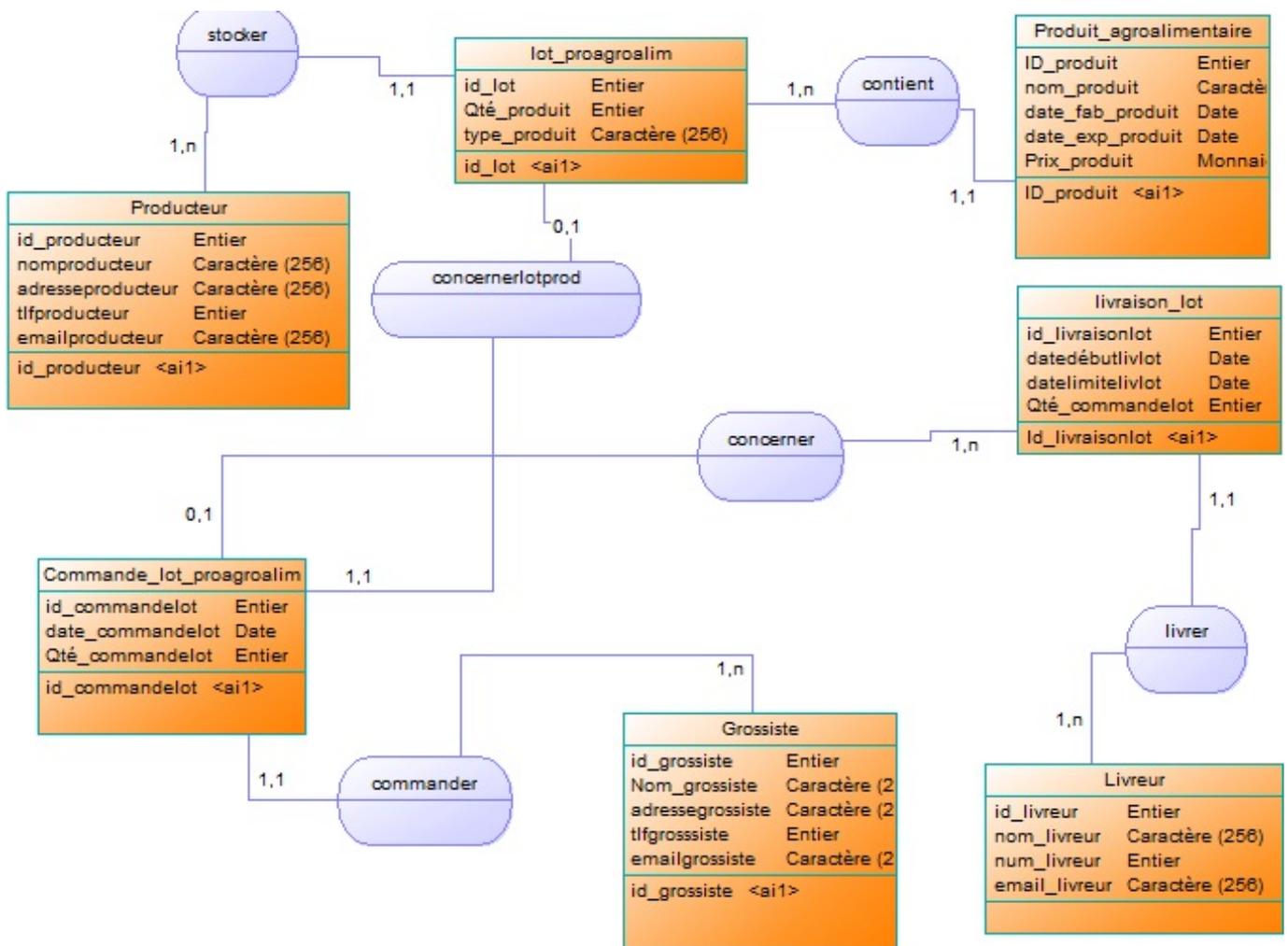


FIGURE 3.2 – MCD entre le producteur et le grossiste

### Types de diagrammes UML :

Le modèle UML donne une définition et une description de 14 types de diagrammes répartis en deux catégories :

- **Diagrammes de structure** Ils constituent une représentation des éléments du système, de leurs caractéristiques et des relations entre eux.

- **Diagrammes de comportement** Ils représentent les procédés et les interactions entre les objets.

On peut citer trois d'entre eux : diagrammes de classes, diagrammes de séquence et de cas d'utilisation.

- **Diagrammes de classe :**

les diagrammes de classes comptent parmi les types de diagrammes structurels. Ils 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 les utiliser 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.

- **Diagrammes de séquences :**

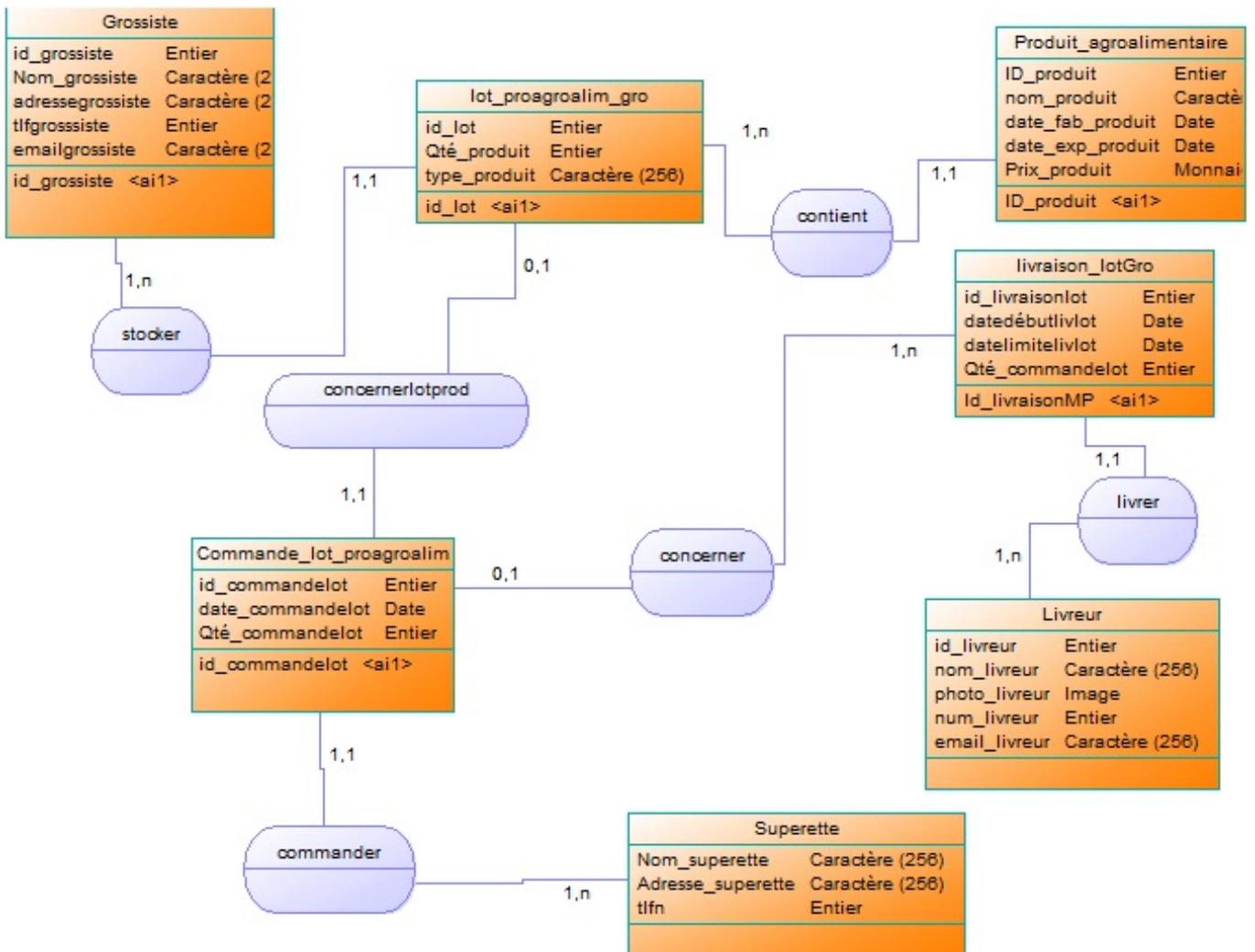


FIGURE 3.3 – MCD entre le grossiste et la superette

Un diagramme de séquence est un diagramme qui constitue la séquence des messages entre les objets durant une interaction. Il 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 agroalimentaire peuvent représenter un fournisseur, un producteur, un grossiste ou un détaillant. Les échanges entre le fournisseur, le producteur, le grossiste et le détaillant sont représentés par les messages entre eux. Le diagramme de séquence représente les objets et les messages entre ces objets

— **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.

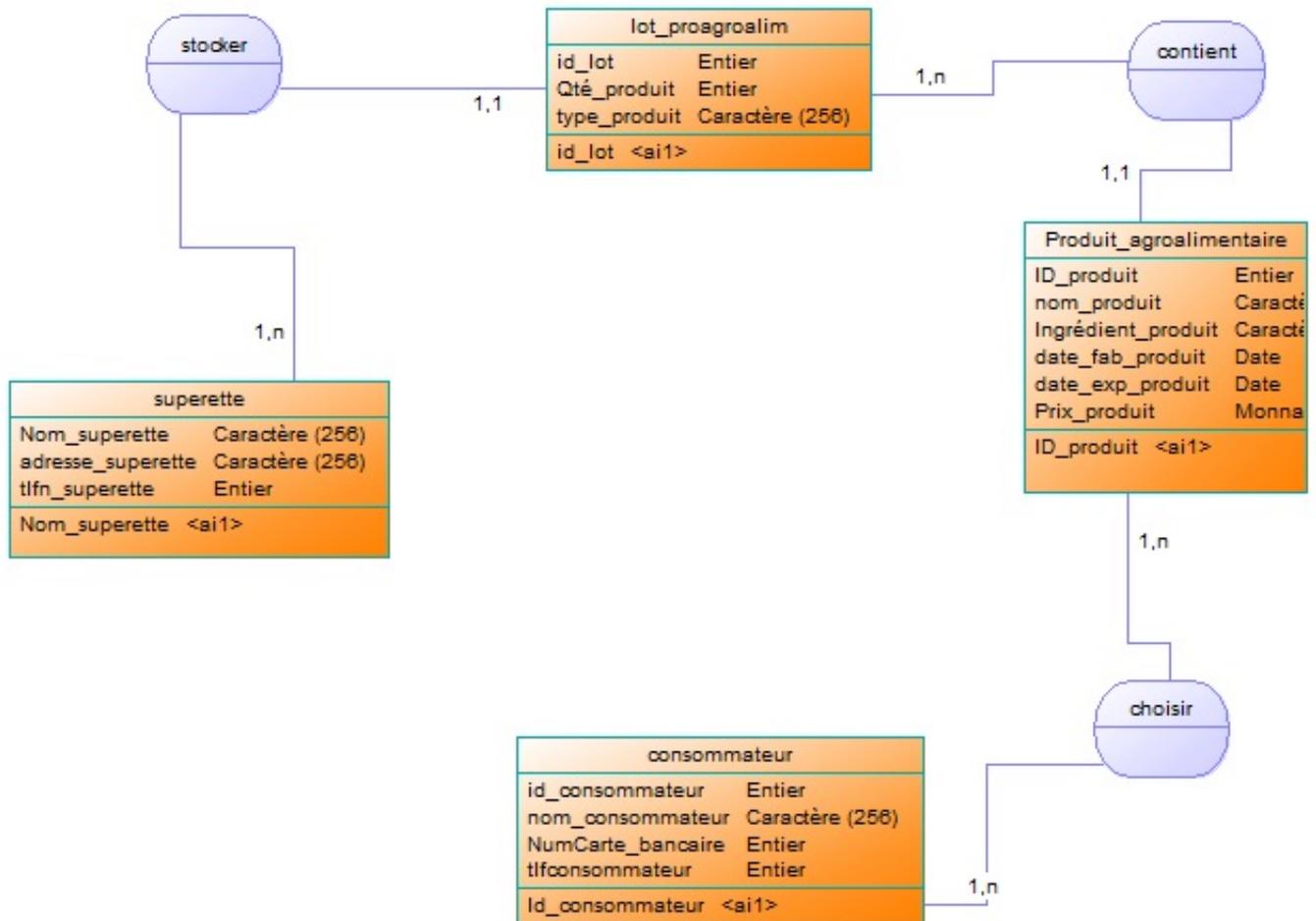


FIGURE 3.4 – MCD entre la superette et le consommateur

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).

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

Notre application est dédiée à cinq acteurs : Le fournisseur, le producteur, le grossiste, la superette et le consommateur final qui a le désir d'acheter des produits agro-alimentaires. Tous ces acteurs exigent des services de l'application.

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

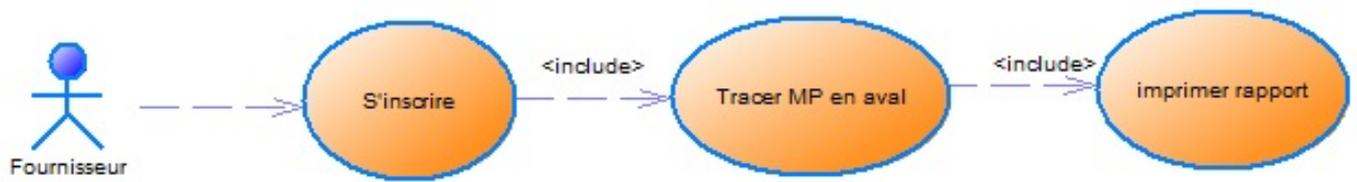


FIGURE 3.5 – Diagramme de cas d'utilisation fournisseur

Le producteur qui veut tracer un lot ou un produit en amont, ou encore la matière première du produit doit être préalablement inscrit dans notre base pour avoir un compte de connexion lui permettant d'effectuer une traçabilité. En ce qui concerne la matière première du produit, elle permet de connaître les ingrédients de ce dernier. Et pour la traçabilité du lot ou du produit, elle permet au producteur d'avoir les informations sur le grossiste ayant acheté ce lot.

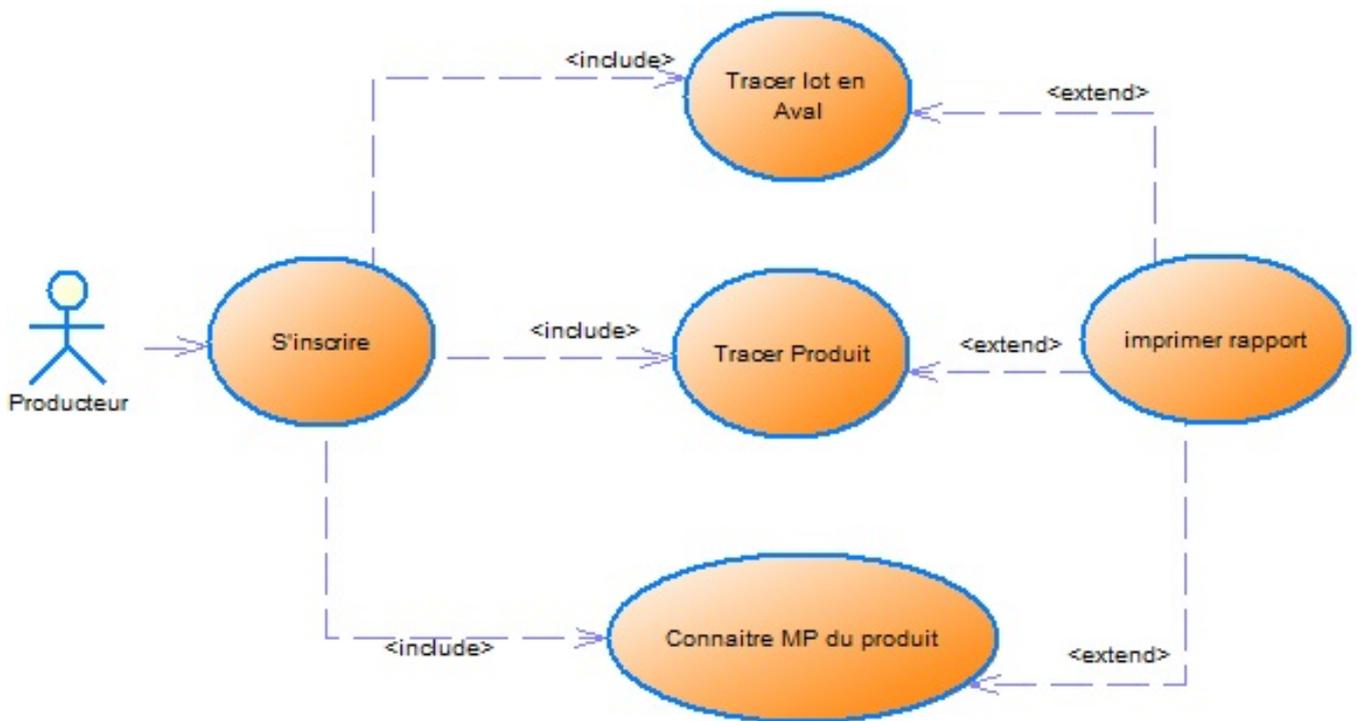


FIGURE 3.6 – Diagramme de cas d'utilisation du producteur

Le grossiste doit également être inscrit pour se connecter à la base de données ce qui lui permet de tracer les lots achetés en amont et en aval (pour connaître la superette), des lots (le type du lot, et les produits contenus en quantité) et des produits (destination, date de fabrication/exp et leurs prix) en amont et en aval. Le grossiste peut imprimer un rapport des résultats de traçabilité.

La superette désire aussi tracer des lots en amont (pour connaître le grossiste ayant vendu ces lots et leur contenance) et des produits en amont. Ces actions impliquent une possibilité d'impression de rapport comportant les résultats obtenus.

Quant au consommateur il peut choisir de tracer un produit pour connaître son vendeur (superette). A la fin il pourra imprimer un rapport.

### 3.7 Présentation du langage JavaScript :

JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives et à ce titre est une partie essentielle des applications web. Avec les langages HTML et CSS, JavaScript est au cœur des langages utilisés par les développeurs web. Une grande majorité des sites web l'utilisent, et la majorité des navigateurs web disposent d'un moteur JavaScript pour l'interpréter. JavaScript a été créé en 1995 par Brendan Eich et intégré au navigateur web Netscape Navigator 2.0. L'implémentation concurrente de JavaScript par Microsoft dans Internet Explorer jusqu'à sa version 9 se nommait JScript, tandis que celle d'Adobe Systems se nommait ActionScript. JavaScript a été standardisé sous le nom d'ECMAScript en juin 1997 par Ecma International dans le standard ECMA-262. La version en vigueur de ce standard depuis juin 2022 est la 13e édition.

C'est un langage orienté objet à prototype : les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets. Cependant, à la différence d'un langage orienté objets, les objets de base ne sont pas des instances de classes. En outre, les fonctions sont des objets de première classe. Le langage supporte le paradigme objet, impératif et fonctionnel.

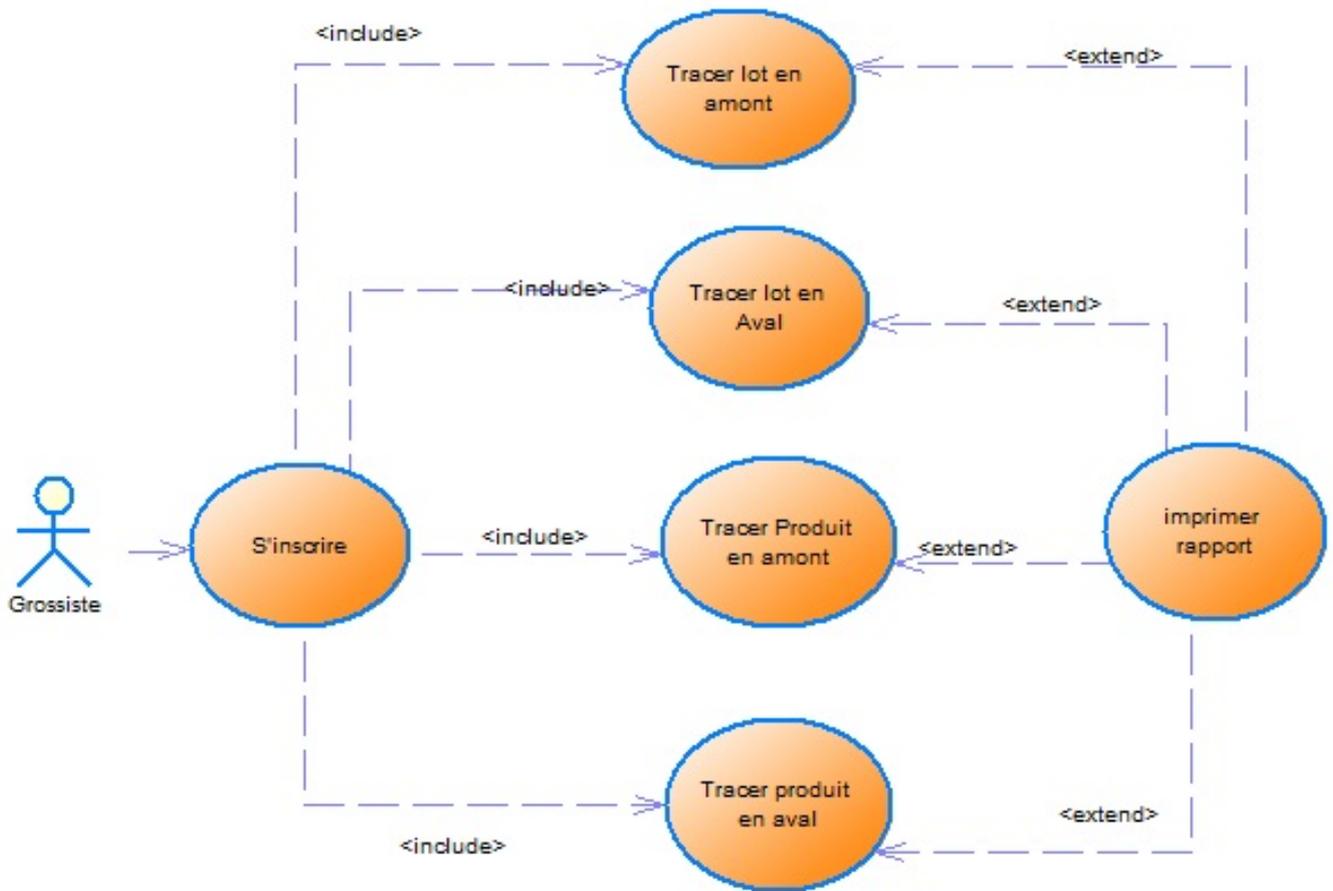


FIGURE 3.7 – Diagramme de cas d'utilisation du grossiste



FIGURE 3.8 – Diagramme de cas d'utilisation du Livreur

### 3.7.1 Utilisation du JS :

Le code JavaScript a besoin d'un objet global pour y rattacher les déclarations (variables et fonctions) avant d'exécuter des instructions.

#### Dans une page web :

Du code JavaScript peut être intégré directement au sein des pages web, pour y être exécuté sur le poste client. C'est alors le navigateur web qui prend en charge l'exécution de ces programmes appelés scripts.

Généralement, JavaScript sert à contrôler les données saisies dans des formulaires HTML, ou à interagir avec le document HTML via l'interface Document Object Model, fournie par le navigateur (on parle alors parfois de HTML dynamique ou DHTML). Il est aussi utilisé pour réaliser des applications dynamiques, des transitions..

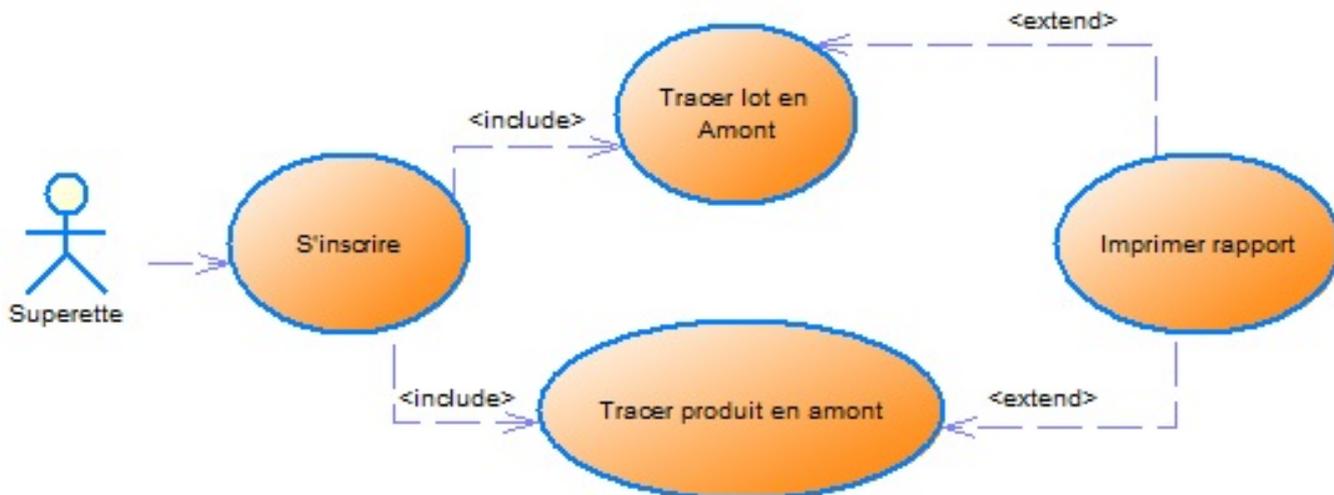


FIGURE 3.9 – Diagramme de cas d'utilisation du superette (vendeur)



FIGURE 3.10 – Diagramme de cas d'utilisation du consommateur

### Sur un serveur web :

JavaScript peut également être utilisé comme langage de programmation sur un serveur HTTP à l'image des langages comme PHP, ASP, etc. D'ailleurs le projet CommonJS travaille dans le but de spécifier un écosystème pour JavaScript en dehors du navigateur (par exemple sur le serveur ou pour les applications de bureau natives). Le projet a été lancé par Kevin Dangoor en janvier 2009. Le projet CommonJS n'est pas affilié avec le groupe de l'Ecma International TC39 travaillant sur ECMAScript, mais certains membres du TC39 participent au projet. Il existe par ailleurs des projets indépendants et Open Source d'implémentation de serveurs en JavaScript. Parmi eux, on pourra distinguer Node.js, une plateforme polyvalente de développement d'applications réseau se basant sur le moteur JavaScript V8 et les spécifications CommonJS.

## 3.8 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.

## 3.9 Interface de l'application :

Six principaux acteurs ont accès à notre application : Le client, la superette , le grossiste ,le livreur,le producteur et le fournisseur. L'interface de cette application doit être la mieux adapté 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 JS sont les plus utilisés pour l'implémentation de ces interfaces.

### 3.9.1 Implémentation de l'interface :

Notre interface se manifeste par deux fenêtres principales : La fenêtre d'inscription et la fenêtre du consommateur.

La première fenêtre est commune à tous les acteurs, mis à part le consommateur qui peut tracer un produit sans avoir recourt à la connexion. Pour le reste des acteurs, ils doivent d'abord s'inscrire. Par exemple, le producteur ne peut rien tracer sans s'être d'abord connecté. Et cela va de même pour le grossiste et le fournisseur. La figure suivante illustre cette fenêtre d'inscription.

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 ses coordonnées pour la connexion afin de remplir les données.

La deuxième fenêtre est la fenêtre de traçabilité des consommateurs désirant tracer des produits. 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 tous les informations nécessaires à savoir.

## 3.10 Conclusion :

Dans le chapitre précédent, nous nous sommes intéressés à la chaîne logistique agro-alimentaire mais aussi à la traçabilité et aux différents systèmes de traçabilité. Nous sommes passés par tous les acteurs de cette chaîne. Dans ce chapitre, nous avons proposé notre solution à la problématique de la traçabilité des produits agro-alimentaires, 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 à chaque niveau. Nous avons expliqué la méthode MERISE suivie pour modéliser notre base de données, 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 JS utilisé pour leur implémentation ainsi que le langage HTML qui nous ont aidé dans la réalisation de l'interface de notre application.



# S'inscrire

Prénom

---

Nom de famille

---

E-mail

---

Mot de passe

---

Sélectionnez une adresse

---

Téléphone

---

Role

- Fournisseur
- Producteur
- Grossiste
- Livreur
- Superette

**S'inscrire**

Déjà membre ? [Se connecter](#)

FIGURE 3.11 – fenêtre d'inscription

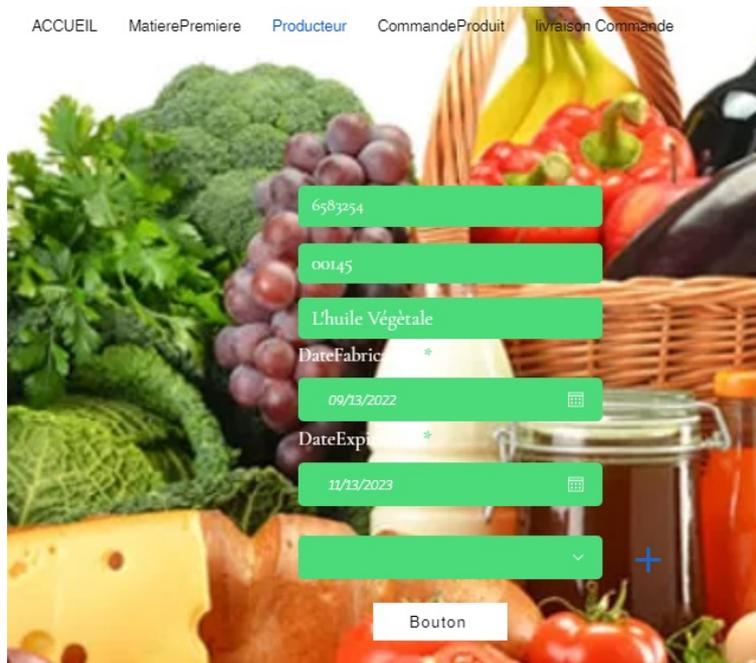


FIGURE 3.12 – fenêtre de remplissage des données par le producteur



FIGURE 3.13 – fenêtre de connexion du consommateur



FIGURE 3.14 – fenêtre de traçabilité du consommateur

## Conclusion Générale :

Afin de garantir une bonne qualité des produits agro-alimentaire et de lutter contre la contrefaçon, la traçabilité dans l'industrie agro-alimentaire 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 agro-alimentaire. L'objectif de mon projet était de concevoir et implémenter une plateforme web qui fournit différents services liés au domaine industriel agro-alimentaire en Algérie. Nous voulons, à travers ce travail, établir un moyen de communication entre les différents acteurs de l'industrie agro-alimentaire 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 agro-alimentaires 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 la programmation des services qui a été concrétisé en utilisant le langage de programmation JS. Ce projet a fait l'objet d'une expérience intéressante, Ainsi à travers ce site web nous avons gérer 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.

## Bibliographie

- [2] **Jacques COLIN**, LA LOGISTIQUE : HISTOIRE ET PERSPECTIVES vol 4 n° 2 – 1996, page 7
- [4] **Mohammad Reza AKBARI JOKAR**", Lionel DUPONT" et Yannick FREIN", EVOLUTION DU CONCEPT DE LOGISTIQUE, p 18
- [5] **BARBARA LYONNET**, MARIE-PASCALE SENKEL, la logistique, édition, paris, 2005, page 9,10
- [6] **Gerard Baglain et al**, management industriel et logistique, conception et pilotage de la supply chain, édition economica, 4eme édition, paris, 2005, Page 144
- [7] **PIMOR Yves**, logistique : production, distribution, soutien, édition DUNOD, 2eme édition, paris, 2005,Page4.
- [10] **GRATACAP Anne, MEDAN Pierre**, « logistique et supply chain management : intégration, collaboration et risque dans la chaine logistique globale », Dunod, 2006 pages 19
- [12] **MANSOURI Hanane, MAZOUZI Souad** « minimisation des couts logistique de distribution des centres de livraison régionaux aux grossistes », mémoire master recherche, université Abderrahmane, Mira, Bejaia, année 2016, p.8
- [14] **Mohamed Zied Babai**. Politiques de pilotage de flux dans les chaînes logistiques : impact de l'utilisation des prévisions sur la gestion de stocks. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Centrale Paris, 2005
- [16] **GHEDIRA KHALED**, Op.cit, p.118.
- [18] **Mentzer J.T, Dewitt W., Keebler J.S, Min S., Nix N.W, Smith C.D, and Zacharia Z.G**, 2001. Defining the supply chain management. Journal of Business logistics, vol 22, n°2, pp : 1-20
- [19] [20] [21] **Jihène Tounsi**. Modélisation pour la simulation de la chaîne logistique globale dans un environnement de production PME mécatroniques. Sciences de l'ingénieur [physics].
- [22] **JAOUHER MAHMOUDI**, « simulation et gestion des risques en planification distribuée de chaineslogistiques : application au secteur de l'électronique et des télécommunications », thèse en vue de l'obtention du doctorat en logistique, 2006 p. 56
- [23] **Mariem Trojet**. Planification d'une chaîne logistique: approche par satisfaction de contraintes dynamiques. Automatique. INSA de Toulouse, 2014
- [25] **Cooper et al., 1997** : M.C. Cooper, D.M. Lambert et J.D. Pagh. Supply Chain Management : More Than a New Name for Logistics.
- [26] **Shapiro**, 1999 : J.F. Shapiro. Bottom-Up vs. Top-Down approaches to supply chain modeling, in Quantitative models for supply chain management

- [27] **Thomas et Griffin**, 1996 : D.J. Thomas, P.M. Griffin. Coordinated supply chain management. European Journal of Operational Research. 94, 1996, pp 1-15
- [28] **M.JULIEN FRANCOIS**, « Planification des chaines logistiques : Modélisation du système décisionnel et performance », thèse pour l'obtention du grade de docteur en productique, 2007, p.p.23, 24
- [29] **Michael Hugos**, Essentials of Supply Chain Management, 2011.
- [30] **Lee et Billington**, 1993
- [31] **MAYYAD JABER**, Architecture de Système d'Information Distribué pour la Gestion de la Chaîne Logistique : Une Approche Orientée Services
- [32] **MARCHEL (A)** : « logistique globale », ellipses, édition Marketing S.A, 2006, P.31
- [37] **Harris and Fuller**, 2014
- [38] **El Bassam et al.**, 1998
- [40] **Thornley and France**,2007 ; Higgins et al.,2010
- [41] **Roux, N.** (2013). La volatilité des marchés mondiaux des matières premières agricoles et l'évolution des prix à la consommation de l'alimentation en France. DGCCRF éco.
- [43] **Sherman, Alan T.**; Javani, Farid; Zhang, Haibin; Golaszewski, Enis (January 2019). "On the Origins and Variations of Blockchain Technologies
- [44] **Haber, Stuart; Stornetta, W. Scott** (January 1991). "How to time-stamp a digital document". Journal of Cryptology
- [45] **The World's Oldest Blockchain Has Been Hiding in the New York Times Since 1995**
- [46] **Narayanan, Arvind; Bonneau, Joseph; Felten, Edward; Miller, Andrew; Goldfeder, Steven** (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction
- [47] **Armstrong, Stephen** (7 November 2016). "Move over Bitcoin, the blockchain is only just getting started
- [48] **Blockchains: The great chain of being sure about things". The Economist.** 31 October 2015. Archived from the original on 3 July 2016. Retrieved 18 June 2016. The technology behind bitcoin lets people who do not know or trust each other build a dependable ledger. This has implications far beyond the crypto currency
- [49] **Genesis Block Definition". Investopedia.** Retrieved 10 August 2022. **Bhaskar, Nirupama Devi; Chuen, David LEE Kuo** (2015). "Bitcoin Mining
- [50] **Permissioned Blockchains". Explainer. Monax.** Archived from the original on 20

November 2016. Retrieved 20 November 2016

[51] **Kumar, Randhir;** Tripathi, Rakesh (November 2019). "Implementation of Distributed File

Storage and Access Framework using IPFS and Blockchain". 2019 Fifth International Conference on Image Information Processing

[52] **Neeraj Kuman and Shubhain Aggarwal**, Architecture of Blockchain

[53] **Cedric Strub** , Contribution de la Blockchain au management des données de santé-  
Thèse d'Exercices

[54] How Companies Can Leverage Private Blockchains to Improve Efficiency and Streamline Business Processes

[55] **Bob Marvin** (30 August 2017). "Blockchain: The Invisible Technology That's Changing the World". PC MAG Australia. ZiffDavis, LLC. Archived from the original on 25 September 2017. Retrieved 25 September 2017

[56] **Distributed** Ledger Technology: Hybrid Approach, Front-to-Back Designing and Changing Trade Processing Infrastructure, By Martin Walker, First published:, 24 OCT 2018

[57] **Ovenden, James**. "Blockchain Top Trends In 2017". The Innovation Enterprise. Archived from the original on 30 November 2016. Retrieved 4 December 2016

[58] **Katie Martin** (27 September 2016). "CLS dips into blockchain to net new currencies". Financial Times. Archived from the original on 9 November 2016. Retrieved 7 November 2016

[59] **Castillo, Michael** (16 April 2019). "blockchain 50: Billion Dollar Babies". Financial Website. SourceMedia. Retrieved 1 February 2021

[60] **Isaac, Mike;** Popper, Nathaniel (18 June 2019). "Facebook Plans Global Financial System Based on Cryptocurrency". The New York Times. Archived from the original on 19 May 2020. Retrieved 18 June 2019

[61] **Epstein, Jim** (6 May 2016). "Is Blockchain Technology a Trojan Horse Behind Wall Street's Walled Garden

[62] **Nash, Kim S.** (14 July 2016). "IBM Pushes Blockchain into the Supply Chain". The Wall Street Journal. Archived from the original on 18 July 2016. Retrieved 24 July 2016

[63] From Farm to Blockchain: Walmart Tracks Its Lettuce". The New York Times. Archived

from the original on 5 December 2018. Retrieved 5 December 2018

[64] **Mathéo Gilbert**(avril 2022), La technologie Blockchain dans l'industrie de la logistique

[69] **De Courcy R.**, Les systèmes d'information en réadaptation, Québec, Réseau

international CIDIH et facteurs environnementaux, 1992, no 5 vol. 1-2 p. 7-10

[70] **Gabriel Piccoli**, Information Systems for Managers, Wiley 2012, 538 p

[71] **Hugues Angot**, Système d'information de l'entreprise, 2012

[72] **Singh M. P.**, Huhns M. N., Service Oriented Computing : Semantics, Processes and

Agents., John Wiley & Sons, 2005

[73] **Sherman, Alan T.**; Javani, Farid; Zhang, Haibin; Golaszewski, Enis (January 2019). "On the Origins and Variations of Blockchain Technologies

[74] **Haber, Stuart; Stornetta, W. Scott** (January 1991). "How to time-stamp a digital document". Journal of Cryptology

[75] The World's Oldest Blockchain Has Been Hiding in the New York Times Since 1995

[76] **Narayanan, Arvind**; Bonneau, Joseph; Felten, Edward; Miller, Andrew; Goldfeder, Steven (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction.

[77] **Armstrong, Stephen** (7 November 2016). "Move over Bitcoin, the blockchain is only just getting started

[78] **Blockchains: The great chain of being sure about things"**. The Economist. 31 October 2015. Archived from the original on 3 July 2016. Retrieved 18 June 2016. The technology behind bitcoin lets people who do not know or trust each other build a dependable ledger. This has implications far beyond the crypto currency

[79] **Genesis Block Definition"**. Investopedia. Retrieved 10 August 2022. Bhaskar, Nirupama Devi; Chuen, David LEE Kuo (2015). "Bitcoin Mining

[80] **Permissioned Blockchains"**. Explainer. Monax. Archived from the original on 20 November 2016. Retrieved 20 November 2016

[81] **Kumar, Randhir**; Tripathi, Rakesh (November 2019). "Implementation of Distributed File Storage and Access Framework using IPFS and Blockchain". 2019 Fifth International Conference on Image Information Processing

[82] **Neeraj Kuman and Shubhain Aggarwal**, Architecture of Blockchain

[83] **Cedric Strub** , Contribution de la Blockchain au management des données de santé- Thèse d'Exercices

[84] How Companies Can Leverage Private Blockchains to Improve Efficiency and Streamline Business Processes

[85] **Bob Marvin** (30 August 2017). "Blockchain: The Invisible Technology That's Changing the World". PC MAG Australia. ZiffDavis, LLC. Archived from the original on 25 September 2017. Retrieved 25 September 2017

[86] **Distributed Ledger Technology: Hybrid Approach, Front-to-Back Designing and Changing Trade Processing Infrastructure**, By Martin Walker, First published:, 24 OCT 2018

[87] **Ovenden, James**. "Blockchain Top Trends In 2017". The Innovation Enterprise. Archived from the original on 30 November 2016. Retrieved 4 December 2016

[88] **Katie Martin** (27 September 2016). "CLS dips into blockchain to net new currencies". Financial Times. Archived from the original on 9 November 2016. Retrieved 7 November 2016

[89] **Castillo, Michael** (16 April 2019). "blockchain 50: Billion Dollar Babies". Financial Website. SourceMedia. Retrieved 1 February 2021

[90] **Isaac, Mike; Popper, Nathaniel** (18 June 2019). "Facebook Plans Global Financial System Based on Cryptocurrency". The New York Times. Archived from the original on 19 May 2020. Retrieved 18 June 2019

[91] **Epstein, Jim (6 May 2016)**. "Is Blockchain Technology a Trojan Horse Behind Wall Street's Walled Garden

[92] **Nash, Kim S.** (14 July 2016). "IBM Pushes Blockchain into the Supply Chain". The Wall Street Journal. Archived from the original on 18 July 2016. Retrieved 24 July 2016

[93] **From Farm to Blockchain: Walmart Tracks Its Lettuce"**. The New York Times. Archived from the original on 5 December 2018. Retrieved 5 December 2018

[94] **Mathéo Gilbert**(avril 2022), La technologie Blockchain dans l'industrie de la logistique

## Webographie

[1] L'histoire de la logistique, <http://logistique-pour-tous.fr/histoire-de-la-logistique/>

[3] L'histoire de la logistique à travers les âges, <http://logistique-pour-tous.fr/histoire-de-la-logistique/>

[8] digital supply chaine, <https://www.ddslogistics.com/logistique-dans-une-entreprise/>

[9] le role de la logistique, <https://www.ddslogistics.com/logistique-dans-une-entreprise/>

[11] faq logistique, <https://www.faq-logistique.com/Logistique.htm>

[13] Etude logistique, <https://etudeslogistiques.sergebillconsulting.com/les-contraintes-de-la-logistique-industrielle/>

- [15] Qu'est ce qu'une chaîne logistique?, <https://abas-bs.com/fr/erp-faq/quest-ce-qu-une-chaîne-logistique>
- [17] Supply Chain Management, [https://www.researchgate.net/figure/La-chaîne-logistique-GALASSO-2007-Council-of-Supply-Chain-Management-5-conserve\\_fig2\\_320181416](https://www.researchgate.net/figure/La-chaîne-logistique-GALASSO-2007-Council-of-Supply-Chain-Management-5-conserve_fig2_320181416)
- [24] Dico-management, <http://stmg.education/les-dicos/dico-management/types-decisions.html>
- [33] [http:// www.Cat-logistique.Com /optimisation.Htm](http://www.Cat-logistique.Com/optimisation.Htm)
- [34] Gestion chaîne logistique, <http://www.faq-logistique.com/GCL-Logigaide-Vol08Num01-Gestion-Chaîne-Logistique.htm>
- [35] Suppluchain, <https://www.koerber-supplychain.com/fr/about-us/blog/les-defis-de-la-logistique-dans-le-secteur-agroalimentaire/>
- [36] Contraintes de la logistique agroalimentaire, <http://www.logistiqueconseil.org>
- [39] étape de chaîne agricole, <https://www.bioenergie-promotion.fr/55360/optimiser-les-chaines-logistiques-de-la-biomasse-agricole/>
- [42] Traçabilité agro-alimentaire, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tra%C3%A7abilit%C3%A9\\_agroalimentaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tra%C3%A7abilit%C3%A9_agroalimentaire)
- [65] **Sérialisation de données**, Qu'est ce que la sérialisation de données? the hitcchikker's guide to python, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sérialisation>
- [66] L'importance de la traçabilité des produits en logistique 14 juin 2019, Mecalux <https://www.mecalux.fr/blog/tracabilite-produits-logistique>

## Résumé

Se doter d'un système de traçabilité de produits agro-alimentaires 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, producteur, grossiste, superette et consommateur. 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 physiques et d'informations et plus de visibilité sur les produits utilisés.

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

## Abstract

Adopting a traceability system agroalimentary 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, producer, wholesaler, seller and buyer. 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, agroalimentary products, information flow.

## ملخص

سيسمح اعتماد نظام تتبع للمنتجات الغذائية 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 والمنتج

وتاجر الجملة والبائع وأخيرا المستهلك. يعرض هذا التطبيق معلومات المنتج، والقطع التي تم بيعها بالإضافة إلى الفواتير ووصل التسليم و هذا سيسمح لكل من الجهات الفاعلة بالحصول على إدارة أفضل لتدفق المعلومات و المزيد من الوضوح على المنتجات المستخدمة

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