



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abou bakrBelkaid – Tlemcen  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Électrique et Électronique

## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master en génie industriel

Spécialité : « Génie productique »

## Thème

*Les applications des RFID dans la gestion  
de chaîne logistique Agroalimentaire  
(Viande Halal)*

Soutenu le 17/06/2017

Présenté par : Option :

BRIKI Sahar Imane

Chaine Logistique

KEDDOURI Thabet Nacer Eddine

Ingénierie des systèmes

Devant le jury :

Mme. DIB Zahira

Présidente

Mr. HASSEM Ahmed

Examineur

Mr. BENSMAIN Yasser

Examineur

Mme. SARI Lamia

Co-encadreur

Mr. BENEKROUF Mohamed

Encadreur

Année Universitaire : 2016/2017

# Remerciement



**N**ous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre  
Encadreur

*Mr Bennekrouf Mohammed*, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions , remarques et  
Critiques.

Je voudrais également remercier A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

An illustration of the word "Merci" written in a flowing, cursive script. A black pen nib is positioned at the end of the word, as if it has just finished writing it. The word is written in a dark grey or black ink on a white background.

# Dédicace :

**Au nom de Dieu Allah**

Avec toute notre reconnaissance nous dédions ce modeste mémoire :  
nos parents

**A**

nos sœurs et à nos frères

nos grands parents

nos mes professeurs

Et a tous nos proches pour leur participation

## **Résumé :**

La chaîne logistique des produits agro-alimentaire a attiré beaucoup d'attention récemment à cause aux problèmes liés à la santé de consommateur. Une chose qui est devenue évidente est que dans un avenir proche la conception et l'opération des chaînes logistiques agro-alimentaire seront conduits à des règlements plus rigoureux et à une surveillance plus étroite, en particulier ceux pour des produits destinés pour la consommation humaine.

Aujourd'hui, le consommateur se préoccupe des aspects hygiène et santé des produits qu'il consomme, comme il y a un besoin croissant d'obtenir des informations de plus en plus sur le produit.

Notre étude sera focalisée sur la conception d'un réseau de chaîne logistique à trois entités à savoir : **ferme, l'abattoir et client dédiée** à la viande halal de la ferme jusqu'à **le consommateur**.

Il s'agit en fait d'**optimiser les installations** de ces **systèmes intelligents** dans l'optimisation du problème de localisation des fermes et des abattoirs pour servir la demande des clients.

Combien coûtera l'optimalité de la conception CLVH dotée d'un réseau de traçabilité ci performant ?

**Les mots clé :** Réseau de la chaîne logistique, installation de système intelligents, RFID-2G, traçabilité de viande, CLVH.

## **Abstract:**

The supply chain for food products has attracted a lot of attention recently due to problems related to consumer health. One thing that has become obvious is that in the near future, the design and operation of food supply chains will lead to more stringent regulations and closer monitoring, In particular those for products intended for human consumption.

Today, consumers are concerned about the hygiene and health aspects of the products they consume, as there is a growing need to get more and more information about the product.

Our study will focus on the design of a supply chain network with three entities namely: **Farm, abattoir and customer dedicated** to Halal meat from the farm to **the consumer**.

It is in fact to **optimize the installations** of these **intelligent systems** in the optimization of the problem of location of farms and abattoir to serve customers' demand.

How much will the optimality of the **HMSC** design with high performance traceability network cost?

**Key words:** Supply chain network, installation of intelligent system, RFID-2G, traceability of meat, HMSC .

## **المخلص:**

جذبت السلسلة اللوجستية المتعلقة بالمواد الغذائية الكثير من الاهتمام في الآونة الأخيرة الكثير من الاهتمام بسبب المشاكل المتعلقة بصحة المستهلك. الشيء الوحيد الذي أصبح واضحاً هو أنه في المستقبل القريب سيتم تصميم وتشغيل سلاسل الإمدادات الغذائية مما يؤدي إلى وضع قواعد أكثر صرامة ورصداً أوثق، ولا سيما تلك المتعلقة بالمنتجات المعدة للاستهلاك البشري. واليوم، يشعر المستهلكون بالقلق إزاء الجوانب الصحية ونظافة المنتجات المستهلكة، حيث أن هناك حاجة متزايدة للحصول على المزيد والمزيد من المعلومات حول المنتج. وتركز دراستنا على تصميم شبكة السلسلة اللوجستية مع ثلاثة مستويات وهي: المزرعة، المذبحة والمستهلك مخصصة للحلّال من المزرعة إلى المستهلك. بل هو في الواقع لتحسين تركيب الأنظمة الذكية في طرح مشكلة الاستغلال الأمثل للموقع في المزارع والمسالخ لتلبية طلب الزبائن. كم سيكلف التصميم الأمثل للسلاسل اللوجستية للحلّال مع شبكة التتبع الفعالة.

**الكلمات المفتاحية:** شبكة السلاسل اللوجستية، تركيب الأنظمة الذكية ، تتبع اللحوم السلسلة اللوجستية للحلّال.

# Table des matières

## Dédicace

## Remerciement

Les listes des Figures .....04

Les listes des Tableaux .....05

**Introduction général .....06**

### **Chapitre I : Concept de base et état de l'art**

I. Introduction.....	08
I.1. La logistique.....	08
I.1.1. Définition de la logistique.....	08
I.1.2. Les types de la logistique.....	09
I.2. La chaine logistique (Supply Chain SC).....	10
I.2.1. Définition de la chaine logistique.....	10
I.2.2. L'objectif de la chaine logistique.....	12
I.2.3. Les fonctions de la chaine logistique.....	12
I.2.4. Les structures possibles de la chaine logistique.....	13
I.2.4.1. Les structures typiques.....	13
I.2.4.2. Les structures physiques.....	14
I.2.5. Réseau d'entreprises et chaine logistique.....	14
I.2.5.1. L'entreprise multi-sites.....	14
I.2.5.2. L'entreprise virtuelle.....	15
I.2.5.3. L'entreprise étendue.....	15
I.2.6. Les flux de la chaine logistique.....	15
I.2.6.1. Flux d'information.....	16
I.2.6.2. Flux financier.....	16
I.2.6.3. Flux physique.....	16
I.2.7. Classification des entités de la chaine logistique.....	17
I.2.7.1. Classification physique.....	17
I.2.7.2. Classification fonctionnelle.....	17
I.2.7.3. Classification organisationnelle.....	17
I.2.8. Les décisions dans la chaine logistique.....	18
I.2.8.1. Décisions stratégiques.....	19
I.2.8.2. Décisions tactiques.....	19
I.2.8.3. Décisions opérationnelles.....	19
I.3. La gestion de la chaine logistique (Supply Chain Management SCM):.....	20
I.3.1. Définition la gestion chaine logistique.....	20

# Table des matières

I.3.2. Objectif de la gestion de la chaîne logistique.....	21
I.4. Conclusion.....	22

## Chapitre II : Traçabilité d'une chaîne logistique agroalimentaire

II. Introduction .....	24
II.1. La traçabilité.....	24
II.1.1. Définition de la traçabilité.....	24
II.1.2. Intérêts de la traçabilité.....	26
II.1.3. Processus de la traçabilité.....	27
II.1.3.1. Collecte des données.....	27
II.1.3.2. Stockage des données.....	27
II.1.3.3. Transmission et échange de données.....	27
II.1.4. Les deux volets de la traçabilité : Traquer et tracer.....	28
II.1.4.1. La traçabilité sur la logistique du produit (Tracking).....	28
II.1.4.2. La traçabilité sur le contenu du produit (Tracing).....	28
II.1.5. Les types de la traçabilité.....	28
II.1.5.1. La traçabilité fournisseur ou ascendante.....	28
II.1.5.2. La traçabilité client ou descendante.....	29
II.1.5.3. La traçabilité interne ou du processus de production .....	30
II.1.5.4. La traçabilité en amont.....	30
II.1.5.5. La traçabilité en aval.....	30
II.1.6. Contraintes techniques de la traçabilité.....	31
II.1.7. Les enjeux de la traçabilité.....	31
II.1.8. Les approches de la traçabilité:.....	31
II.1.8.1. L'approche « client ».....	31
II.1.8.2. L'approche « sécurité alimentaire ».....	32
II.1.8.3. L'approche « réglementation ».....	32
II.1.8.4. L'approche « gestion d'entreprise ».....	33
II.1.9. Défaut et rupture de la traçabilité.....	33
II.1.10. Qu'est-ce qu'un « système de traçabilité » ?.....	34
II.1.11. Moyens et outils de mise en œuvre.....	35
II.1.11.1. Document papier.....	35
II.1.11.2. Systèmes informatiques.....	35
II.1.11.3. Code à barre.....	35
II.1.11.4. L'étiquette radio ou étiquette intelligente.....	37
II.1.12. Bénéfices de la traçabilité.....	37
II.1.13. Jusqu'où aller en matière de traçabilité?.....	37
II.1.14. Traçabilité et gestion de la qualité.....	37

# Table des matières

II.1.15. La traçabilité dans le secteur de la logistique .....	38
II.2. Traçabilité dans l'agroalimentaire.....	38
II.2.1. Introduction .....	38
II.2.2. Intérêts de la traçabilité dans l'agroalimentaire.....	39
II.2.3. Les enjeux de la traçabilité Agroalimentaire pour les entreprises.....	40
II.3. Conclusion.....	40
<b>Chapitre III: La technologie RFID</b>	
III.1.1. Introduction .....	42
III.1.2. Etat de l'art .....	42
III.1.2.1. Historique .....	42
III.1.2.2. Quelques articles qui utilisent et appliquent la technologie RFID .....	44
III.1.3. Définition .....	48
III.1.4. Les types de tags RFID .....	49
III.2. L'Architecture d'un système RFID.....	50
III.2.1. Les composants d'un système RFID.....	50
III.2.1.1. RFID Tag.....	50
III.2.1.2. Lecteur RFID.....	51
III.2.1.3. Le Système EPC (Electronic Product Code).....	53
III.2.2. Fréquences de fonctionnement dans les systèmes RFID .....	53
III.2.2.1. Basse Fréquence (LF).....	54
III.2.2.2. Haute Fréquence (HF) .....	54
III.2.2.3. Ultra Haute Fréquence (UHF) .....	54
III.2.2.4. Micro onde .....	54
III.3. Principe de fonctionnement .....	54
III.4. RFID et la chaîne logistique .....	55
III.4.1. Pourquoi intégrer la RFID à la chaîne logistique ?.....	55
III.4.2. Une nouvelle norme RFID de l'ISO pour tracer les produits dans la chaîne logistique .....	56
III.5. La RFID : une amélioration de la performance en entreprise .....	57
III.5.1. La traçabilité des produits.....	57
III.5.1.1. Dans les bétails.....	57
III.5.1.2. Dans l'industrie .....	57
III.5.2. La gestion des stocks.....	58
III.6. Les différents supports.....	58
III.7. Les domaines des utilisations de la technologie RFID :(les applications) .....	59

# Table des matières

III.8. Les avantages de la RFID .....59

III.9. Conclusion .....60

## **Chapitre IV : *Système de traçabilité Halal « Suivi RFID de l'intégrité de la viande Halal »***

IV.1. Introduction.....63

IV.2. Etat de l'art .....63

IV.3. L'objectif.....64

**IV.4. Problématique .....65**

IV.4.1. Dans les fermes.....65

IV.4.2. Dans les abattoirs.....66

IV.4.3. En transport.....67

IV.4.4. Dans les détaillants ou les supermarchés.....68

IV.5. Modalisation Mathématique du Problème.....70

IV.6. Les résultats .....81

IV.7. Conclusion .....85

**Conclusion général .....86**

Références bibliographique .....87

Annexe .....92

Résumé .....112

# Table des matières

---

# Liste des tableaux

---

<b>Tableau I.1</b> : Les définitions de chaine logistique dans la littérature.....	11
<b>Tableau III.2</b> : Les dates clés de la technologie <i>RFID</i> .....	44
<b>Tableau III.3</b> : Fréquence de fonctionnement et la distance de lecture.....	54
<b>Tableau III.4</b> : Les différents supports de technologie <i>RFID</i> .....	58
<b>Tableau III.5</b> : Les domaines des utilisations de la technologie <i>RFID</i> .....	59
<b>Tableau III.6</b> : Avantages et inconvénients de la <i>RFID</i> par rapport à l'identification par codes barres.....	60
<b>Tableau IV.7</b> : les informations de viande emballé dans des abattoirs à vendre chez les détaillants ou les supermarchés.....	68
<b>Tableau IV.8</b> : Les opérations correspondantes d'un processus de surveillance CLVH.....	69
<b>Tableau IV.9</b> : Les coûts totaux des équipements de la ferme, l'abattoir et le détaillant.....	79
<b>Tableau IV.10</b> : les coûts dans <i>les fermes i</i> .....	80
<b>Tableau IV.11</b> : les coûts dans <i>les abattoirs j</i> .....	81
<b>Tableau IV.12</b> : les coûts dans <i>les détaillants k</i> .....	81

## Liste des figures:

---

<i>Figure I.1:</i> architecture classique d'une chaîne logistique .....	10
<i>Figure I.2:</i> structures physiques des chaînes logistiques.....	14
<i>Figure I.3 :</i> Modélisation des flux d'une chaîne logistique.....	15
<i>Figure I.4 :</i> Flux financier.....	16
<i>Figure I.5 :</i> Flux physique .....	17
<i>Figure I.6 :</i> pyramide des niveaux de décisions.....	18
<i>Figure II.7 :</i> Schéma de la traçabilité ascendante et descendante.....	29
<i>Figure II.8 :</i> les types de la traçabilité.....	30
<i>Figure II.9 :</i> l'approche client.....	32
<i>Figure II.10 :</i> l'approche sécurité alimentaire .....	32
<i>Figure II.11 :</i> les points clés être réalisés par l'entreprise .....	34
<i>Figure II.12:</i> Exemple de la traçabilité agroalimentaire .....	39
<i>Figure III.13 :</i> les types des tags RFID.....	51
<i>Figure III.14:</i> Les composants d'un lecteur RFID.....	52
<i>Figure III.15:</i> Lecteur UHF Fixe Longue distance.....	53
<i>Figure III.16:</i> Lecteur UHF Portable Longue distance .....	53
<i>Figure III.17:</i> La bande de fréquence RFID.....	53
<i>Figure III.18:</i> Schéma général d'un système d'identification par radio fréquence .....	55
<i>Figure III.19:</i> Principales caractéristiques d'un tag RFID.....	55
<i>Figure III.20:</i> Puce pour l'Identification d'animaux.....	57
<i>Figure III.21:</i> La puce RFID permet d'identifier le bétail et de le géo-localisation.....	57
<i>Figure IV.22 :</i> Architecture de l'HMSC de surveillance basée RFID (Le modèle général de notre problématique) .....	65
<i>Figure IV.23:</i> Le système de surveillance du transport.....	65
<i>Figure IV.24:</i> Les équipements et l'installation dans les Abattoir avec une nouvelle technologie de RFID.....	66
<i>Figure IV.25 :</i> Le processus de surveillance Halal d'un HMSC.....	67
<i>Figure IV.26 :</i> Flux de données du processus de suivi des transports.....	67
<i>Figure IV.27:</i> Le nouveau système dans le détaillant.....	68

## Liste des figures:

---

*Figure IV.28* : Les localisations des RFID dans les fermes, abattoirs et détaillants.....82

*Figure IV.29* : Les localisations des RFID dans les fermes, abattoirs et détaillants et des autres abattoirs.....84

## **Introduction générale :**

La notion de traçabilité constitue un des domaines clé de la chaîne logistique, En effet, être capable de recueillir et d'utiliser les informations adéquates sur ses produits tout au long de leur cycle de vie peut être d'une grande utilité sur plusieurs plans. Sur le plan stratégique, par exemple, l'analyse statistique de données fournies par les outils de traçabilité, peut orienter la réflexion vers les axes d'amélioration possibles. Sur le plan tactique, la visibilité des produits par tous les maillons d'une même chaîne logistique, permet une meilleure planification des activités, donc une plus grande productivité pour l'ensemble des collaborateurs.

Enfin, sur le plan opérationnel, la connaissance de l'emplacement des produits dans l'usine et de l'état d'avancement de leur processus de production, en temps réel, peut rendre la gestion de la production efficace et très réactive aux imprévus.

Par ailleurs, la réglementation devient de plus en plus exigeante au niveau de la traçabilité des produits. Par conséquent, l'intérêt des industriels à cette notion est accentué, soit simplement pour respecter la loi, soit pour prévoir une éventuelle évolution législative. En outre, les organismes de normalisation ont publié plusieurs normes relatives à la traçabilité dans différents secteurs comme la chaîne alimentaire par exemple [ISO 22005] c'est pour fixer les principes et spécifier les exigences fondamentales s'appliquant à la conception et à la mise en œuvre d'un système de traçabilité de la chaîne alimentaire. Ce système peut être appliqué par un organisme opérant à un niveau quelconque de la chaîne alimentaire.

Les entreprises ont profité des progrès liés à l'informatique et de traitement des données, ainsi que du développement de certaines technologies d'identification automatique, En effet, ces technologies permettent d'identifier des objets ou des êtres vivants (personnes ou animaux) et de collecter des informations les concernant souvent sans intervention humaine, chose qui rend, en général, la tâche plus rapide et plus fiable à la fois.

Les RDID permet une identification très rapide et efficace des objets. Leur système est souvent comparée au système de codes-barres qui est, actuellement, l'outil d'identification de produit le plus répandu dans les chaînes logistiques. La comparaison montre des avantages considérables pour les technologies RFID, tels que la lecture à distance et sans ligne de visée, la grande mémoire, la lecture simultanée de plusieurs étiquettes et la possibilité de modifier l'information stockée dans l'étiquette tout au long du cycle de vie du produit. De cela résultent une qualité accrue et des coûts de fonctionnement réduits si le choix de la technologie est adéquat. De plus, le coût de l'identification par radio-fréquences qui constitue un des freins principaux à son adoption est de moins en moins élevé. Au regard du potentiel de cette technologie, on ne peut que lui prédire un avenir florissant.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons à une analyse de l'état de l'art sur l'introduction de technologies RFID dans une chaîne de production agroalimentaire. Nous profitons de l'augmentation de la visibilité des produits dans

le système et de la facilité de collecter une grande quantité de données, avec une technologie RFID.

La satisfaction des clients combinée à la réduction des coûts est difficile à réaliser. Ainsi, les nouvelles technologies de l'information et de la communication qui ont révolutionné la manière avec laquelle doivent être gérées les chaînes des productions.

L'identification par radio-fréquences, outil auquel nous nous intéressons dans cette étude, est un ensemble de technologies permettant une identification très rapide et plus efficace des objets.

Dans notre travail on va ouvrir un nouveau couloir sur une nouvelle application de système intelligent dans le cadre de traçabilité agroalimentaire.

Donc ce travail nous avons installé la technologie RFID dans un réseau de chaîne agroalimentaire dédié à viande et pour optimiser les coûts d'installation et d'investissement des équipements de système RFID de la ferme jusqu'à le détaillant. Pour cela la mise en conformité de l'architecture de nouveau système intelligent RFID et le challenge est autour de la question comment appliquer cette technologie sur un réseau de la chaîne logistique agroalimentaire.

Notre mémoire comporte 4 chapitres :

Dans le premier chapitre, nous définissons en premier abord les notions de chaîne logistique et la gestion de la chaîne logistique ou concept de base avec un état de l'art. Ensuite, nous nous intéressons aux spécificités de certaines chaînes logistiques, notamment dans le domaine agroalimentaire.

Le deuxième chapitre, se focalise sur une étude de la traçabilité avec ses différentes techniques (la fiche de traçabilité, le code à barre, RFID).

Dans le troisième chapitre, on s'intéresse seulement à la technologie RFID avec les dates clés. Plus clairement, nous faisons appel à une étude appliquée dont la technologie RFID, son architecture de la technologie avec les composantes qui existe dans le système seront expliqués.

Enfin, le quatrième chapitre présente une optimisation par scénario de la mise en œuvre d'un réseau de production transformation et distribution de la viande rouge halal. Le choix des meilleurs emplacements des fermes et des abattoirs qui répondent aux besoins des clients en tenant compte de la satisfaction de la clientèle sera discuté. Par rapport aux travaux classiques du problème de localisation-allocation, nous cherchons à optimiser les coûts d'installation de la technologie de traçabilité à base des RFID ou niveau de la ferme, l'abattoir et le réseau de transport afin d'améliorer le service de clientèle. Une modélisation mathématique ainsi qu'optimisation sur le solveur *LINGO* seront détaillées.

# Chapitre I

**Concept de base et état de l'art**

## **I. Introduction :**

De nos jours, les entreprises doivent s'adapter à la dynamique du marché pour espérer survivre dans un environnement très concurrentiel et très compétitif. Les clients sont beaucoup plus exigeants en raison des nombreux choix qui s'offrent à eux. La satisfaction des clients combinée à la réduction des coûts est difficile à réaliser. Ajoutons à cela les nouvelles technologies de l'information et de la communication qui ont révolutionné la manière avec laquelle doivent être gérées les entreprises

Cette nouvelle situation a créé des nouveaux défis. Le défi de s'adapter à la globalisation et d'en tirer les bénéfices. Depuis une quinzaine d'années la notion de modélisation des entreprises ou des processus aboutissant à la création, la production ou le développement de nouveaux produits ou services en chaîne logistique a émergé et est devenue incontournable dans les organisations à grande échelle. Aujourd'hui, aucune entreprise ne peut ignorer que la gestion de production classique laisse la place à la gestion de la chaîne logistique pour faire face aux nouvelles attentes du marché, aux nouveaux concurrents, nouveaux liens entre les entreprises et leurs partenaires. En clair : tout change ! Et les entreprises doivent s'adapter à cette nouvelle réalité, ce qui signifie :

- Une réactivité très supérieure.
- Une baisse significative des coûts.
- Une nette amélioration de la qualité et du service du client.
- De meilleures performances.

Dans ce chapitre, nous établissons une synthèse des définitions de la chaîne logistique et la gestion de la chaîne logistique recensées dans la littérature. Nous nous intéressons aussi aux quelques types et fonctions de la chaîne logistique, et à la fin de cette partie nous dégagons quelques structures de la Supply Chain.

### **I.1. La logistique :**

#### **I.1.1. Définition de la logistique :**

« La logistique est le processus stratégique par lequel l'entreprise organise et soutient son activité. A ce titre, on peut déterminer et gérer les flux matériels et informationnels afférents, tant internes qu'externes, en amont qu'en aval. » [1]

Le mot « logistique » apparaît en France au XVIII<sup>e</sup> siècle, lorsque les problèmes de soutien à la stratégie militaire (réapprovisionnement en armes, munitions, vivres, uniformes, Chaussures ...) ne furent plus négligés.

Avec l'évolution du marché, la définition de la logistique a également évolué et recouvre des interprétations très diverses. Des nos jours, la logistique s'avère être une problématique en soi et joue le rôle d'une science interdisciplinaire combinant ingénierie, micro économie et théorie d'organisation.

Ce terme s'est ensuite répandu, dans le milieu industriel notamment, pour évoquer principalement la manutention et le transport des marchandises.

Jusqu'aux années 70, la logistique n'avait que peu d'importance dans la gestion des entreprises, considérée comme une fonction secondaire, limitée aux tâches d'exécution dans des entrepôts et sur les quais d'expédition. Mais la logistique est ensuite comprise comme un lien opérationnel entre les différentes activités de l'entreprise, assurant la cohérence et la fiabilité des flux-matière, en vue de la qualité du service aux clients tout en permettant l'optimisation des ressources et la réduction des coûts.

Dans, Tixier [2] donne plusieurs définitions de la logistique depuis 1948. En effet, la première définition de la logistique a été faite par le comité des définitions de l'American Marketing Association et date de 1948 : « la logistique concerne le mouvement et la manutention de marchandises du point de production au point de consommation ou d'utilisation » A cette époque, la logistique ne concernait que les activités physiques dans la phase de distribution.

L'intégration des prévisions de marché, le service offert aux clients et le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts n'ont été introduits dans la définition de la logistique qu'en 1962 par le National of Physical Distribution Management (NCPDM).

Le même NCPDM a proposé une autre définition en 1972 qui prend en compte l'aspect management par la planification et le contrôle et qui englobe aussi la phase d'approvisionnement et de recyclage des produits.

### **I.1.2. Les Types de la logistique:**

Aujourd'hui, elle prend en considération la plupart des cycles de vie d'un produit ou d'un service. Il existe plusieurs types de logistiques :

- **logistique d'approvisionnement** : qui permet d'alimenter les stocks des entreprises et usines en matières premières, composants et sous-ensembles nécessaires à la production.

- **logistique de production** : qui consiste à rendre disponibles les matériaux et les composants nécessaires à la production au pied des lignes de production.

- **logistique de distribution** : qui consiste à acheminer vers le client final ou le consommateur les produits dont il a besoin.

- **logistique militaire** : qui a pour objectif de transporter sur un théâtre d'opérations les forces et les ressources nécessaires pour assurer leur mise en œuvre opérationnelle et maintenir leur soutien.

- **rétro-logistique** : qui consiste à reprendre des produits dont le client ne veut pas ou qu'il veut faire réparer, ou encore des produits à traiter en déchets industriels.



Christophe ,92 [30]	la chaîne logistique peut être considérée comme le réseau d'entreprises qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés au consommateur final .en d'autres termes , une chaîne logistique est composée de plusieurs Entreprises , en amont(fourniture de matières et composants) et en aval (distribution) , et du client final.
Lee et Billington ,93	La chaîne logistique est un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis ,et de distribution des produits finis vers le client.
La Londe et Masters, 94	une chaîne logistique est un ensemble d'entreprises qui transmettent des matières. En règle générale ,plusieurs acteurs indépendants participent à la fabrication d'un produit et à son acheminement jusqu'à l'utilisateur final producteurs de matières premières et de composants, assembleurs, grossistes, distributeurs et transporteurs sont tous membres de la chaîne logistique.
Ganshan et al,95 [31]	une chaîne logistique est un réseau d'entités de production et de sites de distribution qui réalise les fonctions d'approvisionnement de matières, de transformation de ces matières en produits intermédiaires et finis,et de distribution de ces produits finis jusqu'aux clients.les chaînes logistiques existent aussi bien dans les organisations de service que de production ,bien que la complexité de la chaîne varie d'une industrie à l'autre et d'une entreprise à l'autre.
Tayur et al,99	un système de sous-traitants,de producteurs,de distributeurs, détaillants et de clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'information dans les deux sens
Rota-Franz,98 Rota-Franz et al,01[32]	une chaîne logistique d'un produit fini se définit comme l'ensemble des entreprises qui interviennent dans les processus de fabrication, de distribution et de vente du produit,du premières fournisseurs au client ultime.Le produit considéré est ,dans le domaine aéronautique, l'avion qui peut être qualifié de produit-système étant donné sa complexité.
Stadler et Kilger,00 [33]	une chaîne logistique est constituée de deux ou plusieurs organisations indépendantes,liées par des flux physique informationnel et financier.ces organisations peuvent être Des entreprises produisant des composants, des produits intermédiaires et des produits finis , des prestataires de service logistique et même le client final lui-même.

**Tableau I.1** : les définitions de chaîne logistique dans la littérature

### **I.2.2. L'objectif de la chaîne logistique:**

Maximiser la création de la valeur totale :

- Valeur de la chaîne est définie par la différence entre la valeur du produit pour un client et les coûts déployés dans la chaîne pour satisfaire la demande du client.
- Cette valeur est corrélée avec la profitabilité de la chaîne logistique. Soit la différence entre le revenu et les coûts de la chaîne. [4]

### **I.2.3. Les Fonctions de la chaîne logistique :**

La définition suivante de la chaîne logistique donne un aperçu des fonctions de la chaîne logistique : « une chaîne logistique est le réseau des moyens de production et de distribution qui assurent les tâches d'approvisionnement en matières premières, la transformation de ces matières premières en produits semi finis et en produits finis, et la distribution de ces produits finis aux clients ». Plus généralement, les fonctions d'une chaîne logistique vont de l'achat des matières premières à la vente des produits finis en passant par la production, le stockage et la distribution.

- **L'approvisionnement :** Il constitue la fonction la plus en amont de la chaîne logistique. Les matières et les composants approvisionnés constituent de 60% à 70% des coûts des produits fabriqués dans une majorité d'entreprises. Réduire les coûts d'approvisionnement contribue à réduire les coûts des produits finis, et ainsi à avoir plus de marges financières. Les délais de livraison des fournisseurs et la fiabilité de la distribution influent plus que le temps de production sur le niveau de stock ainsi que la qualité de service de chaque fabricant.
- **La production :** La fonction de production est au cœur de la chaîne logistique, il s'agit là des compétences que détient l'entreprise pour fabriquer, développer ou transformer les matières premières en produits ou services. Elle donne quelle capacité a la chaîne logistique pour produire et donne ainsi un indice sur sa réactivité aux demandes fluctuantes du marché.
- **Le stockage :** Le stockage inclut toutes les quantités stockées tout au long du processus en commençant par le stock de matières premières, le stock des composants, le stock des en-cours et finalement le stock des produits finis. Les stocks sont donc partagés entre les différents acteurs : les fournisseurs, les producteurs et les distributeurs. Ici aussi se pose la question de l'équilibre à trouver entre une meilleure réactivité et la réduction des coûts. Il est évident que plus on a de stocks, plus la chaîne logistique est réactive aux fluctuations des demandes sur le marché.
- **Distribution et transports :** La fonction transport intervient tout au long de la chaîne, le transport des matières premières, le transport des composants entre les usines, le transport des composants vers les centres d'entreposage ou vers les centres de distribution, ainsi que la livraison des produits finis aux clients. Le rapport entre la réactivité de la chaîne et son efficacité peut être aussi vu par le choix du mode de transport. Les modes de transport les plus rapides comme par exemple les avions, sont très coûteux, mais permettent de réagir très vite et ainsi de satisfaire les demandes non prévisibles. Les modes de transport par voies ferrées ou par camions sont plus efficaces du point de vue des coûts engendrés mais moins rapides. L'ensemble des partenaires peut choisir de combiner ces modes de transport et de les adapter à certaines situations selon l'importance de la demande et le gain total engendré. Les problèmes liés à la distribution et au transport peuvent être vus sous plusieurs angles.
- **La vente :** La fonction de vente est la fonction ultime dans une chaîne logistique, son efficacité dépend des performances des fonctions en amont. Si on a bien optimisé pendant

les étapes précédentes, alors on facilite la tâche du personnel chargé de la vente, car ils pourront offrir des prix plus compétitifs que la concurrence, sinon les marges seront très étroites et les bénéfices pas très importants, voire même engendrer des pertes. [5]

#### **I.2.4. Les structures possibles de la chaîne logistique :**

##### **I.2.4.1. Structures typiques:**

La définition de structures de chaînes logistiques reflétant l'ensemble des cas réels est difficile tant la variété des types de fabrications et des périmètres de chaînes est grande. Dans le but de définir un cadre à notre étude, il est important de connaître les structures typologiques usuelles rencontrées dans la littérature sur lesquelles sont basées les modélisations existantes. Certains auteurs se sont attachés à extraire des cas réels des typologies caractéristiques :

Par exemple, Huang (2003) décomposent précisément les structures typiques de chaînes logistiques en : *Série* ; *Divergente* ; *Dyadique* ; *Convergente* et *Réseau* présentées en (figure I.2). Ces structures typiques ont pour but d'offrir des cadres de modélisation pour l'étude des chaînes logistiques et sont orientées sur des processus spécifiques.

- **La structure série :** correspond à un procédé de fabrication linéaire et vertical. Cette structure peut être utilisée, par exemple, pour étudier l'influence de la propagation de l'information sur l'ensemble de la chaîne.
- **La structure divergente :** permet de modéliser un réseau de distribution avec pour objectif, par exemple, d'étudier la localisation des sites de distribution ou leur dimensionnement.
- **La structure convergente :** représente un processus d'assemblage dans lequel le choix des fournisseurs peut être un sujet d'étude.
- **La structure réseau :** est la composition d'une structure convergente et divergente permettant de prendre en compte des chaînes logistiques plus complexes.
- **La structure dyadique :** peut être vue comme un cas particulier d'une chaîne en série limitée à 2 étages. Elle peut servir de base à l'étude de relations client/fournisseur ou donneur d'ordre/sous-traitant. [6]

##### **I.2.4.2. Structures physiques :**

La structure d'une chaîne logistique dépend évidemment de sa nature et des objectifs souhaités lors de sa conception. Plusieurs architectures ont ainsi été développées. Du point de vue flux physique, elles peuvent être classifiées comme suit (figure 1.3) :

- **Divergente :** une chaîne est dite divergente si un fournisseur alimente plusieurs clients ou un réseau de magasins.
- **Convergente :** une chaîne est dite convergente si un client est alimenté par plusieurs fournisseurs de différents réseaux de distribution. Cette structure est également présente dans les réseaux d'assemblage.

- **Réseau** : C'est la combinaison des deux précédentes structures. Elle peut être assimilée au réseau informatique (centralisation et distribution).
- **Séquentielle** : (ou linéaire) chaque entité de la chaîne alimente une seule autre entité en aval.

Afin d'améliorer les performances globales d'une chaîne logistique, il est nécessaire qu'un certain nombre de décisions soient prises. Le but est d'avoir une meilleure fluidité de circulation des trois flux tout en réduisant les coûts de tout le système. [3]

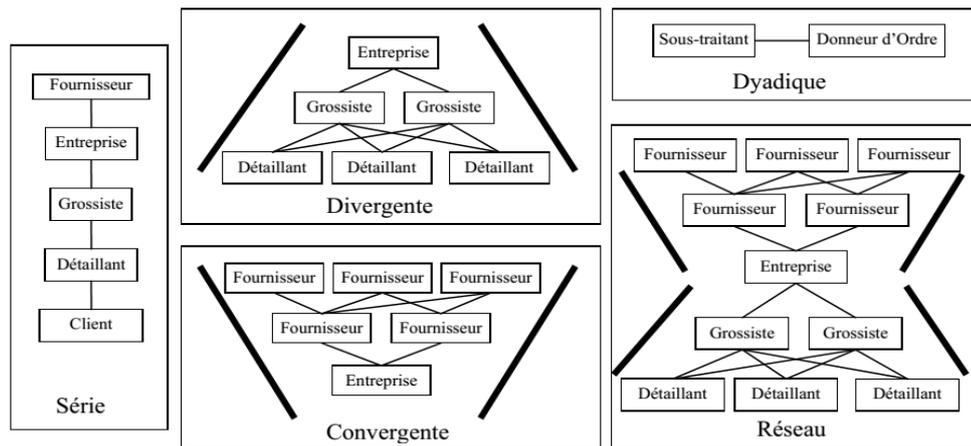


Figure I.2: Différentes structures de la chaîne logistique [3]

### I.2.5. Réseaux d'entreprises et chaînes logistiques

Dans le paragraphe précédent, nous avons abordé les structurations des chaînes logistiques. En plus de cet aspect structurel, les objectifs qui amènent les différentes entreprises à nouer des relations de partenariats donnent lieu à une terminologie bien particulière [3]. La littérature distingue les catégories suivantes de réseaux d'entreprises-partenaires :

#### I.2.5.1. L'entreprise multi-sites :

Fait référence à une entreprise dont la production est répartie sur plusieurs sites distingués géographiquement. Juridiquement, les sites font partie de l'entreprise mère.

#### I.2.5.2. L'entreprise virtuelle :

Est un réseau d'entreprises, géographiquement dispersées et juridiquement indépendantes qui sont gérées comme une seule entité. La caractéristique majeure d'une entreprise virtuelle est qu'elle représente un réseau collaboratif temporaire, créé pour répondre à un marché bien spécifique et dont la durée de vie est limitée à celle du marché visé. Dans ce réseau, les entreprises partenaires vont faciliter le partage rapide de leurs ressources et la circulation des informations pour dégager une meilleure exploitation des opportunités du marché. (Ex : Airbus de 1967 à 1970).

#### I.2.5.3. L'entreprise étendue :

Contrairement à l'entreprise virtuelle, une entreprise étendue est un réseau d'entreprises ayant une relation durable pour faire face à la concurrence dans le marché. Les entreprises partenaires sont juridiquement indépendantes mais partagent un même système de gestion d'une manière plus ou moins complète.

Les trois catégories de partenariat d'entreprise que nous venons de voir représentent trois formes différentes de *réseau d'entreprises*. D'une manière générale, un réseau d'entreprises désigne des entreprises qui entrent en liaison pour répondre à un besoin précis. Les réseaux d'entreprises ne sont pas obligatoirement basés sur le processus d'élaboration complet d'un produit fini donné, ce qui les distingue des chaînes logistiques.

Cependant, dans le cas contraire, le réseau n'est autre qu'une chaîne logistique. Ainsi, la concept « réseau d'entreprises » est très général et peut inclure celui de la chaîne logistique.

Dans ce qui suit, nous nous intéressons à la gestion des chaînes logistiques, connue dans la terminologie anglo-saxonne sous le terme Supply Chain Management. [7]

### I.2.6. Les flux d'une chaîne logistique :

On détaille ici les trois flux traversant une chaîne logistique : flux d'information, physique et financier. Ces trois flux peuvent découler des règles stipulées dans le contrat de partenariat. En effet, des contrats définissent les relations entre chaque entreprise de la chaîne logistique.

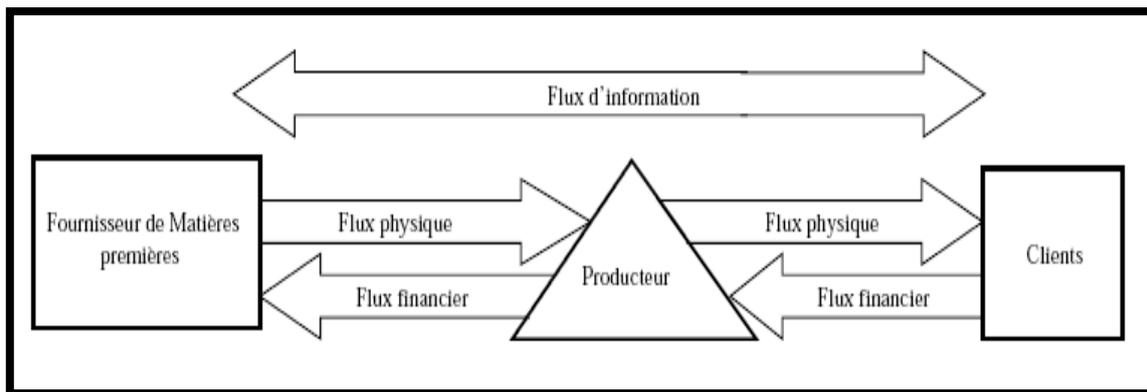


Figure I.3 : Modélisation des flux d'une chaîne logistique

#### I.2.6.1. Flux d'information :

Est composé d'un flux de donnée et d'un flux de décision qui sont essentiels au bon fonctionnement d'une chaîne logistique. En effet, c'est par la connaissance du fonctionnement des autres maillons de la chaîne qu'un gestionnaire peut prendre les meilleures décisions pour le fonctionnement de sa propre entreprise ou service. [8]

Le flux d'information est de plus en plus rapide grâce aux progrès des TIC. Le développement des flux d'information au sein de la chaîne logistique trouve ses limites dans le besoin de confidentialité entre acteurs. Par ailleurs, le problème de la qualité des données véhiculées subsiste, et le risque existe que des décisions soient basées sur des données erronées ou simplement périmées.

#### I.2.6.2. Flux financier :

Le flux financier concerne toute la gestion pécuniaire des entreprises : ventes des produits, achats de composants ou de matières premières, mais aussi des outils de production, de divers équipements, de la location d'entrepôts, ... et bien sûr du salaire des employés. Le flux financier est généralement géré de façon centralisée dans l'entreprise dans le service financier ou comptabilité, en liaison toutefois avec la fonction production par les services achats et le service commercial.

Les flux financiers constituent les échanges des valeurs monétaires. Ces flux sont créés avec les différentes activités que subissent les flux physiques, tel que la production, le transport, le stockage, le recyclage, etc. Ils sont également utilisés comme un indicateur de performance du fonctionnement de ces activités.[8]



**Figure I.4 : Flux financier [8]**

### **I.2.6.3. Flux physique :**

Appelés également flux de produits, le flux physique décrit les matières qui circulent entre les différents maillons de la chaîne. Ces matières peuvent être des composants, des produits semi-finis, des produits finis ou des pièces de rechange. Ce flux constitue le cœur d'une chaîne logistique, sans lequel les autres flux n'existeraient pas. Il peut être regroupés en trois étapes : produire (ou transformer), stocker et transporter. Ces activités sont généralement assurées par des acteurs différents spécialisés dans chacun des domaines. [5]



**Figure I.5 : Flux physique. [8]**

### **I.2.7. Classifications des entités de la chaîne logistique :**

Les entités d'une même chaîne logistique peuvent être classifiées selon trois critères : physique, organisationnel et fonctionnel.

#### **I.2.7.1. Classification physique :**

Trois types d'entités physiques sont présentés dans une chaîne logistique :

- Les sites : Ils peuvent être des sites de production ou de stockage.
- Les marchandises : qui peuvent être de la matière première, des produits finis ou des produits semi-finis qui s'échangent entre les sites par des moyens de transports.
- Les moyens de transport : ils comportent les différents types de transporteurs (flotte de camions, véhicules, ...) qui assurent la circulation des marchandises entre les différents sites de la chaîne logistique. [9]

#### **I.2.7.2. Classification fonctionnelle :**

Les entités d'une même chaîne logistique peuvent être identifiées selon la fonction qu'elles assurent au sein de la chaîne. Les activités majeures au sein d'une chaîne logistique sont : le transport, le stockage et la production. [9]

#### **I.2.7.3. Classification organisationnelle :**

Cette classification est généralement utilisée si la chaîne logistique est définie par rapport à une entreprise donnée. Elle consiste à identifier chaque acteur de la chaîne selon sa relation avec cette entreprise. Trois maillons essentiels sont alors distingués :

- Achat et approvisionnement : Ce maillon consiste à alimenter un système d'exploitation, tel qu'une ligne de fabrication ou un entrepôt par exemple, par de la matière première. C'est donc l'ensemble des entités qui viennent en amont de l'entreprise
- Production : Ce maillon est constitué des entités qui interviennent dans les différentes étapes de fabrication d'un produit donné. Il s'agit généralement des différents services de l'entreprise principale.
- Distribution : C'est l'ensemble des entités situées en aval de l'entreprise. et qui assure le transport des produits n'ayant plus besoin d'une transformation ultérieure, vers les clients.

Les entreprises appartenant à une même chaîne logistique sont reliées entre elles par plusieurs flux qui les traversent. [9]

#### **I.2.8. Les décisions dans la chaîne logistique :**

Une décision peut être définie comme étant le problème de donner une valeur à une variable inconnue et dont la connaissance permet au décideur de sortir d'une situation de jugement ou d'incertitude. La conception d'une chaîne logistique nécessite de prendre un ensemble de décisions.

Cet ensemble de décisions peut s'envisager sur trois niveaux hiérarchiques : décisions stratégiques, décisions tactiques, et décisions opérationnelles. La figure suivante (10) montre un tel schéma. Une telle hiérarchie est basée sur la portée temporelle des activités et sur la pertinence des décisions. [10]

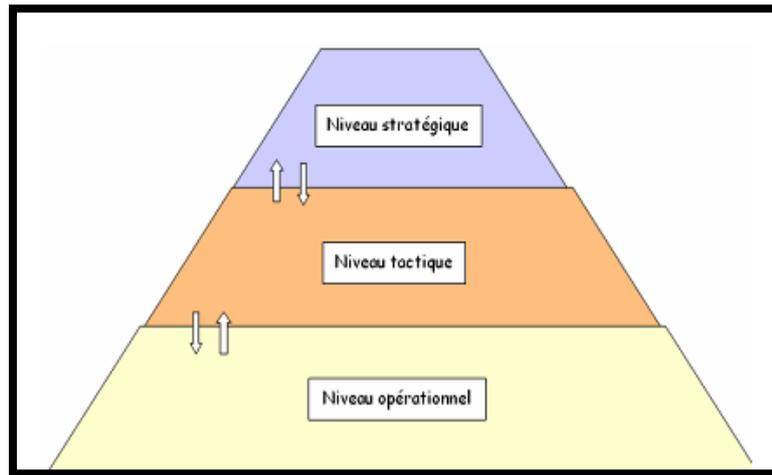


Figure I.6 : pyramide des niveaux de décisions [10].

Il n'existe pas de méthode générique valable pour toutes les chaînes logistiques et toutes les industries pour classer les décisions qui doivent être prises.

La première différence entre ces trois niveaux de décision concerne la portée temporelle de l'application de la décision. Les décisions stratégiques sont à long terme, les décisions tactiques sont à moyen terme, et enfin les décisions opérationnelles sont à court terme.

La deuxième différence entre ces niveaux de décisions est le niveau d'agrégation : les décisions stratégiques sont au niveau de l'ensemble de l'entreprise, les décisions tactiques sont prises au niveau de l'usine, et les décisions opérationnelles sont prises au niveau de l'atelier. [6]

La troisième différence est le niveau de responsabilité des décideurs. Les décisions stratégiques sont prises par la direction générale de l'entreprise, les décisions tactiques sont prises par les cadres, et les décisions opérationnelles sont prises par les responsables d'ateliers.

A cause de la complexité du problème d'optimisation des décisions, les trois types de décisions sont traités de manière séquentielle et hiérarchique. Néanmoins, il est important de prendre en compte l'impact des décisions stratégiques sur les niveaux tactique et opérationnel. En effet, elles déterminent les solutions admissibles des niveaux tactique et opérationnel. Autrement dit, la solution optimale d'une décision tactique ou opérationnelle dépend de la solution prise au niveau stratégique. De la même manière, les décisions opérationnelles et tactiques peuvent influencer la prise de décisions au niveau stratégique lors de la conception même de la chaîne. [10]

### I.2.8.1. Les décisions stratégiques :

Les décisions stratégiques définissent la politique de l'entreprise sur le long terme, une durée s'étalant souvent sur plusieurs années. Elles comprennent toutes les décisions de conception de la chaîne logistique et de ce fait, elles ont une influence importante sur la stratégie concurrentielle et donc sur la viabilité à long terme de l'entreprise. Elles sont prises

normalement par la direction de l'entreprise. Les décisions stratégiques configurent la chaîne logistique. [6]

### **I.2.8.2. Les décisions tactiques :**

Les décisions tactiques sont prises sur un horizon de moins de 18 mois en général. Il s'agit de produire au moindre coût pour les demandes prévisibles, donc avec connaissance des ressources matérielles et humaines. Il s'agit en effet de faire la planification dépendant de la structure conçue au niveau. [6]

### **I.2.8.3. Les décisions opérationnelles :**

Les décisions opérationnelles sont prises pour un horizon de très court terme pour assurer la gestion des moyens et le fonctionnement au jour le jour de la chaîne logistique. Dans le cadre des chaînes logistiques, les entreprises ont besoin à tout moment de prendre des décisions avec un temps de réponse très court. La réactivité de la prise des décisions opérationnelles est un élément de mesure de la performance de la chaîne logistique. Au niveau opérationnel, la configuration de la chaîne logistique est déjà fixée et les politiques de planifications déjà définies. Il y a moins d'incertitudes sur les informations sur la demande car on doit prendre les décisions opérationnelles en un laps de temps très court (minutes, heures, jours). Avec moins d'incertitudes, l'objectif à ce niveau est de répondre aux requêtes des clients d'une façon optimale en respectant les contraintes établies par les configurations et les politiques de planification choisies aux niveaux stratégiques et tactiques. [6]

## **I.3. La gestion de la chaîne logistique (supply chain management SCM):**

### **I.3.1. Définition :**

Une chaîne logistique existe dès lors qu'au moins deux entreprises travaillent sur l'achèvement d'un produit donné. Si et seulement si cette association est délibérément pilotée en vue d'en maximiser la performance, alors on peut parler de gestion de la chaîne logistique. Il existe ainsi une distinction entre la « chaîne logistique » et la « gestion de la chaîne logistique ». [11]

Ici encore, on relève plusieurs définitions de la gestion de la chaîne logistique.

Voici quelques définitions : [10]

**Jones et Riley (1985) :** La gestion de la chaîne logistique est une approche intégrative pour s'accorder sur la planification et le contrôle du flux physique depuis les fournisseurs jusqu'à l'utilisateur final.

**Berry et al.(1994) :** La gestion de la chaîne logistique vise à construire une confiance, à échanger des informations sur les besoins du marché, à développer de nouveaux produits et à réduire la base de fournisseurs d'une entreprise afin de libérer des ressources de gestion pour le développement de relations significative sur le long terme.

**Thomas et Griffin, 1996 :** La gestion de la chaîne logistique est la gestion des flux de marchandises et d'informations à la fois dans et entre les sites tels que les points de vente, les centres de distribution et les usines de production et d'assemblage.

**Tan et al., 1998 :** La gestion de la chaîne logistique englobe la gestion des approvisionnements et des marchandises depuis les fournisseurs de matières premières jusqu'au produit fini (et aussi de son éventuel recyclage). La gestion de la chaîne logistique se focalise sur la façon dont les entreprises utilisent les processus, la technologie et l'aptitude à améliorer la compétitivité de leurs fournisseurs. C'est une philosophie de management qui prolonge les activités classiques intra-entreprise, rassemblant l'ensemble des partenaires commerciaux avec un but commun d'optimisation et d'efficacité.

**Simchi-Levi et al., 2000 :** La gestion d'une chaîne logistique (ou Supply Chain Management) est un ensemble d'approches utilisées pour intégrer efficacement les fournisseurs, les producteurs, les distributeurs, de manière à ce que la marchandise soit produite et distribuée à la bonne quantité, au bon endroit et au bon moment dans le but de minimiser les coûts et d'assurer le niveau de service requis par le client.

**Geunes et Chang, 2001 :** La gestion de la chaîne logistique est la coordination et l'intégration des activités de la chaîne logistique avec l'objectif d'atteindre un avantage compétitif viable. La gestion de la chaîne logistique comprend donc un large panel de problématiques stratégiques, financières et opérationnelles.

**Rota-Franz et al., 2001 :** Faire du "Supply Chain Management" signifie que l'on cherche à intégrer l'ensemble des moyens internes et externes pour répondre à la demande des clients.

L'objectif est d'optimiser de manière simultanée et non plus séquentielle l'ensemble des processus logistiques.

**Dominguez et Lashkari, 2004 :** L'intérêt du Supply Chain Management (SCM) est de faciliter les ventes en positionnant correctement les produits en bonne quantité, au bon endroit, et au moment où il y en a besoin et enfin à un coût le plus petit possible. Le principal objectif du SCM est d'allouer efficacement les ressources de production, distribution, transport et d'information, en présence d'objectifs conflictuels, dans le but d'atteindre le niveau de service demandé par les clients au plus bas prix.

**Steadtler 2005 :** le SCM (Supply Chain Management) est défini comme: « la démarche permettant l'intégration d'unités organisationnelles le long de la chaîne logistique et la coordination des flux physiques, informationnels et financiers dans le but de satisfaire le consommateur final et d'améliorer la compétitivité de la chaîne dans son ensemble »

**François 2007:** La gestion d'une chaîne logistique est une approche intégrative pour s'accorder sur la planification et le contrôle du flux physique entre tous les intervenants de la chaîne logistique (fournisseurs, producteurs, distributeurs), depuis la matière première jusqu'au produit fini, de manière à ce que la marchandise soit produite et distribuée en quantité conforme, au bon endroit et au bon moment.

Dans certaines définitions, il est question de chaîne logistique intra ou inter entreprises. Une chaîne logistique intra-entreprise est un réseau de sites de production géographiquement dispersés, mais qui appartiennent tous à une même entreprise-mère. Ce type de réseau est souvent appelé « entreprises multi-sites ». Au contraire, une chaîne logistique inter-entreprises est un réseau d'entreprises économiquement et juridiquement indépendantes. Dans

ce cas, le dilemme entre confidentialité des données et recherche d'une performance globale s'avère être un problème de fond. [7]

Dans toutes les définitions précédentes, la notion de chaîne logistique est bien sûr présente à travers les termes de « réseaux d'entreprises » ou « réseaux d'entités ». L'aspect gestion se fait plutôt ressentir comme une façon d'intégrer et de faire interagir toutes ces entreprises entre elles, schématisent la gestion de la chaîne logistique comme des activités transverses (Gestion des demandes, Réalisation des commandes, Gestion du flux des produits,...) qui interagissent avec toutes les activités propres à chaque entreprise traversée (Production, Achat, Logistique,...). La communication entre les acteurs reste capitale comme le montre le flux d'information qui traverse l'ensemble de la chaîne logistique. [12]

Pour notre part, nous adopterons la définition suivante de la gestion de la chaîne logistique :

La gestion d'une chaîne logistique est une approche intégrative pour s'accorder sur la planification et le contrôle du flux physique entre tous les intervenants de la chaîne logistique (fournisseurs, producteurs, distributeurs), depuis la matière première jusqu'au produit fini, de manière à ce que la marchandise soit produite et distribuée en quantité conforme, au bon endroit et au bon moment. [9]

### **I.3.2. Objectifs de la gestion de la chaîne logistique :**

*Le supply chain management* a pour but d'améliorer la gestion administrative et de réduire ainsi un nombre d'erreurs important. L'entreprise vise différents objectifs lorsqu'elle décide de passer en gestion de la chaîne logistique globale.

La *gestion en supply chain* permet d'atteindre des objectifs tels que :

- Le passage du flux poussé au flux tiré. Cela permet de réduire les stocks et surtout d'éviter la surproduction. Le produit ne va plus être fabriqué pour ensuite peut-être vendu mais la production va dépendre des commandes clients, cela va limiter les stocks et ainsi être plus proche des besoins des consommateurs.
- La planification de la production. La production est désormais planifiée en totale concordance avec la demande des clients. C'est maintenant le client qui va déclencher la production. En effet, soit la production se fait que lorsque la commande a été passée ce qui peut permettre une personnalisation du produit par le consommateur soit le produit est prêt mais le client va devoir passer commande de manière à déclencher la production du produit pour le consommateur suivant. L'usine dispose alors d'un stock très restreint qui permet de répondre plus rapidement à la demande, ce type de production est utilisé surtout pour les produits qui demandent un délai de fabrication important.
- L'amélioration de la traçabilité. Par la gestion en supply chain l'entreprise dispose d'une meilleure visibilité sur la production grâce à l'étroite collaboration qui s'installe entre les acteurs. De même, il est plus facile de suivre le processus de production et de connaître l'endroit exact où se trouve le bien fabriqué. Un système d'étiquetage s'instaure entre les

parties pour avoir les mêmes codes de référencement pour une gestion plus simple des produits.

- L'amélioration de l'exécution de la commande. Le consommateur aura tendance à avoir son produit plus rapidement car selon le délai de fabrication, l'entreprise mettra en place un système qui évitera de faire trop attendre le client. Ce dernier sera alors livré plus rapidement et ainsi il sera généralement plus satisfait. [6]

#### **I.4. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les éléments de base de la chaîne logistique et de sa gestion afin de bien assimiler son domaine d'application. Nous avons mis en évidence quelques travaux rencontrés dans la littérature et qui peuvent être considérés comme étant le contexte général de notre travail de recherche.

Nous avons pu voir que la gestion de la chaîne logistique est un ensemble de processus dont la mise en œuvre implique que les différents acteurs de la chaîne communiquent et collaborent pour améliorer les performances industrielles. La collaboration interentreprises peut être positionnée sur différents niveaux décisionnels.

Les expériences de réussies sont encore assez rares à observer. Mais nombreux sont les groupes d'entreprises qui ont la volonté d'y parvenir. Les années futures nous éclaireront mieux sur les capacités de certaines à réussir leurs transformations profondes [13]

# Chapitre II

**Traçabilité d'une chaîne logistique agroalimentaire**

## **II. Introduction**

Les préoccupations liées aux dioxines, de la vache folle, de la fièvre aphteuse, et l'utilisation des Organismes Génétiquement Modifiés dans l'alimentation engendrent un discours entre les associations de défense des consommateurs et les producteurs eux-mêmes sur la mise en place de la traçabilité dans le secteur agro-alimentaire.

Ce discours provoque un changement significatif dans les industries agro-alimentaire qui deviennent de plus en plus soumis aux consommateurs, qui demandent des produits sains et de bonne qualité, ce qui fait les entreprises mis en œuvre le système de la traçabilité des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement, principalement dans le cas de la viande et d'autres produits d'origine animale.

La capacité de retracer des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement offre un mécanisme permettant de contrôler plus efficacement les problèmes liés à la salubrité des aliments ou de signaler les attributs de crédibilité aux consommateurs.

La traçabilité se trouve aujourd'hui au cœur des débats en matière gestion industriel. En effet, l'entreprise assure une plus grande satisfaction et fidélisation des clients et c'en fournissant des informations précise sur la qualité et l'origine des produits offerts. La traçabilité consiste, de manière schématique à suivre automatiquement un produit de sa naissance jusqu'à sa valorisation finale.

### **II.1. La traçabilité :**

#### **II.1.1. Définition de la traçabilité**

La traçabilité est mot récent dans le vocabulaire français, il est introduit qu'en 1998, sa définition est très vaste et chacun y trouve ses besoins : information sur les produits, sur logistique, données sur la qualité.

Dans le petit Robert en le définissant par « la possibilité d'identifier l'origine et de reconstituer le parcours (d'un produit), depuis sa production jusqu'à sa diffusion ».

Selon la rousse, la traçabilité est « Possibilité de suivre un produit aux différents stades de sa production, de sa transformation et de sa commercialisation, notamment dans les filières alimentaires ».

Le terme « traçabilité » relativement récent, n'apparaît dans les dictionnaires qu'à partir de 1994, il recouvre des pratiques anciennes et des usages qui se sont développés grâce aux technologies de l'information et de la communication dans tous les domaines: logistique, industrie agroalimentaire, télécommunications, santé, relations de travail, etc.

La norme ISO 8402, en 1994, donne une première définition de la traçabilité: « La traçabilité d'un produit est l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un article ou d'une activité ou d'articles ou d'activités semblables, au moyen d'une identification enregistrée.».

Viaene et coll., 1998 : « Le système de traçabilité proprement dit ne garantit rien mais il constitue manifestement une condition préalable pour la chaîne d'approvisionnement et la gestion de la qualité dans l'industrie des viandes. »

La norme ISO 9000 (version 2002), qui remplace la précédente, la définit comme étant « l'aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement de ce qui est examiné ».

Dans le secteur agroalimentaire, une définition élargie s'impose. Ce secteur englobe de nombreux types d'organisations et de systèmes de production et la traçabilité peut servir à atteindre différents objectifs, Golan et coll, (2004) ont élargi la définition de façon à englober les concepts de cheminement et d'attributs des produits : « Les systèmes de traçabilité sont des systèmes de tenue de livres conçus de façon à permettre un suivi des produits ou de leurs attributs tout au long du processus de production ou de la chaîne d'approvisionnement ».[15]

La définition de la traçabilité établit une distinction importante entre le suivi et le retraçage. La traçabilité désigne la capacité de retracer un produit d'un point précis de la chaîne d'approvisionnement jusqu'à sa source. Lorsqu'une telle mesure est possible, elle est permise uniquement en cas de problème, afin de permettre aux entreprises ou aux organismes de réglementation de suivre l'historique d'un produit pour remonter jusqu'à sa source. Le suivi sert à déterminer le chemin parcouru à partir d'un point précis de la chaîne. En fait, le suivi et le retraçage peuvent s'avérer nécessaires en cas de problème lié à la salubrité des aliments, aux fins de récupération de tous les produits contaminés. Un produit contaminé identifié dans un magasin peut donc être retracé jusqu'à sa source puis jusqu'à d'autres commerces de détail, en vue du retrait du marché, La législation alimentaire générale de l'Union européenne décrit la traçabilité comme étant un « processus de bout en bout ».

Selon ECR Europe (2004), la définition de la traçabilité peut varier selon l'exploitant, les activités commerciales, la position au sein de la chaîne d'approvisionnement (en amont ou en aval) et la législation prédominante. La traçabilité est généralement perçue comme une façon de répondre aux attentes des consommateurs en matière de salubrité et de qualité des aliments, ils ont utilisé une définition plus explicite pour ce qui est du concept de la traçabilité: « La traçabilité est la capacité d'assurer un suivi quant aux aliments pour humains et pour animaux, aux animaux destinés à l'alimentation ou aux substances devant être intégrées à un aliment pour humains ou pour animaux, à toutes les étapes de production, de transformation et de distribution ».

D'après la Farm Foundation (2004), les entreprises agricoles et les producteurs américains ne sont pas à l'aise avec la définition européenne de traçabilité, qu'ils jugent trop vaste pour permettre l'atteinte d'objectifs précis en matière de salubrité et de qualité des aliments. Elle définit donc la traçabilité comme suit : « Suivi efficient et rapide de produits et d'attributs à partir de points d'origine et de destination critiques de la chaîne alimentaire, nécessaire pour assurer l'atteinte d'objectifs précis en matière de salubrité et de qualité des aliments ».

La Farm Foundation (2004) reconnaît par ailleurs qu'il est impossible d'utiliser une seule définition de traçabilité et d'assurance puisque chaque chaîne d'approvisionnement alimentaire exige des niveaux différents de traçabilité et d'assurance de la qualité pour ce qui est de la salubrité et de la qualité des aliments. Par ailleurs, les systèmes de traçabilité doivent être différents pour permettre à chaque intermédiaire d'atteindre ses objectifs individuels en matière de traçabilité.

Hobbs (2004) définit les fonctions suivantes des systèmes de traçabilité se rapportant à la salubrité et à la qualité des aliments : Dans le contexte de la chaîne alimentaire et, plus précisément, dans le cas de la viande et des produits de la viande. Hobbs (2004) définit les fonctions suivantes des systèmes de traçabilité se rapportant à la salubrité et à la qualité des aliments :

- **traçabilité *a posteriori*** : En cas de problème de salubrité des aliments ou d'autres problèmes graves, la traçabilité *a posteriori* permet de remonter la chaîne d'approvisionnement jusqu'à la source, de façon à déterminer le produit touché et à le retirer. Ce système permet de réduire les coûts après la détection d'un problème, ce qui signifie que la traçabilité *a posteriori* est un système de capacité à l'état latent. Les données sont recueillies et entreposées tout au long de la chaîne, mais elles ne sont utilisées qu'en cas de problème.
- **traçabilité *a priori*** : La traçabilité permet également d'exercer un contrôle de la qualité en permettant une surveillance continue et le signalement des attributs liés à la qualité des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement. La traçabilité *a priori* permet de réduire les coûts liés aux données découlant du contrôle de la qualité, à condition que les clients puissent avoir confiance en un attribut de crédibilité.

Can- Trace (2004) vise à promouvoir la traçabilité comme façon d'atteindre divers objectifs en matière de salubrité et de qualité des aliments, de réduction des coûts et d'amélioration de la chaîne d'approvisionnement. [29]

### II.1.2. Intérêts de la traçabilité

La traçabilité joue un rôle important dans la qualité : si l'on s'aperçoit qu'un élément de production est défaillant, la traçabilité permet de savoir quels produits sont passés par cet élément, d'agir de façon curative sur ceux-ci pour assurer la conformité du produit (résolution du/des problèmes et remise en conformité, destruction, rappel,...), et de réaliser une analyse du problème en amont et aval pour mettre en place des actions correctives. [17]

#### Objectifs généraux et avantages de la traçabilité

Un système de traçabilité répondra de fait à de nombreux objectifs :

- Conformité réglementaire ;
- Meilleure efficacité des processus ;
- Communication avec les fournisseurs et les clients ;
- Avantages commerciaux ;
- Avantages financiers (ex: réduction des intrants utilisés et des vols) ;

La traçabilité doit permettre aux acteurs opérant **à tous les niveaux** du processus et de la filière :

- **de suivre les flux** : matières premières (aliments pour animaux, produits primaires, intrants utilisés), des denrées alimentaires, de leurs ingrédients et des emballages ;

- **d'identifier la documentation nécessaire** afin de pouvoir tracer chaque opération, de suivre chaque étape de la production, du transport, du conditionnement, de la transformation, du stockage, de l'expédition ;
- **d'assurer la coordination adéquate** entre les différents acteurs impliqués (petits producteurs, pisteurs, transporteurs, exportateurs, ...) ;
- d'obtenir que chaque intervenant ait au moins connaissance de ses fournisseurs directs et de ses clients directs, et davantage si possible ;

La traçabilité doit aussi permettre :

- **de pouvoir remonter la chaîne pour réagir le plus vite possible et le plus en amont possible**, opérer les retraits, les rappels et/ou prendre les mesures défensives qui s'imposent. Plus la traçabilité est efficace et plus les entreprises ont une bonne visibilité des lots produits, et par conséquent plus l'impact d'un incident sera limité ;
- **de garantir l'authenticité d'un produit**, et les caractéristiques qui découlent du mode de production inscrites sur l'étiquette (ex. : produits « bio », produits équitables, produits vendus sous un « label » particulier, produit d'une origine contrôlée ou garantie). La mise en place de la traçabilité alimentaire permet donc de valoriser des produits de niche (produits « terroir », produits garantis sans OGM, sans allergène,...). Pour les industriels, les motivations seront donc aussi d'ordre commercial. [18]

### II.1.3. Processus de la traçabilité :

Les partenaires de la chaîne d'approvisionnement doivent réaliser trois activités de base pour assurer la traçabilité de bout en bout.

#### II.1.3.1. Collecte des données :

Le système doit être en mesure de permettre la saisie des données requises. Cette opération peut être effectuée à la main, mais il existe des techniques plus efficaces comme les lecteurs de codes à barres, l'identification par radiofréquence, les ordinateurs de poche et les dispositifs d'entrée spécialement conçus, qui simplifient la collecte des données et permettent la collecte d'une plus grande quantité de données.

#### II.1.3.2. Stockage des données :

Une fois recueillies, les données doivent être organisées et entrées dans une base de données prévoyant diverses options pour l'extraction et les recherches.

#### II.1.3.3. Transmission et échange de données :

Le système est efficace uniquement s'il permet l'échange de données entre les intermédiaires de la chaîne d'approvisionnement. Un système de traçabilité doit donc permettre l'intégration de matériel et de logiciels aux fins d'échanges entre différents systèmes. [16]

## **II.1.4. Les deux volets de la traçabilité : Traquer et tracer**

La traçabilité poursuit deux objectifs différents et complémentaires. Elle implique donc au moins deux notions :

### **II.1.4.1. La traçabilité sur la logistique du produit (Tracking)**

Être capable de localiser le produit dans l'espace et dans le temps.

Le tracking (traquer ou track en anglais) correspond à des objectifs opérationnels :

- suivre physiquement l'entité jusqu'à la fin de son parcours ou sa fin de vie (par exemple pour des pièces détachées d'avion ou de produits techniques qui requièrent une maintenance régulière). Il sert notamment en cas de retrait ou de rappel de produits s'ils ont un effet nuisible pour la santé.

Le tracking répond aux questions : « Où ? » Et « Quand ? » [19]

### **II.1.4.2. La traçabilité sur le contenu du produit (Tracing)**

Être capable de donner toutes les informations concernant la vie du produit (origine des semences ou des plants, opérations culturales, intrants utilisés en production, alimentation des animaux, soins vétérinaires, traitements phytosanitaires, opérations de transformation,...), tracer (trace en anglais) pour connaître les utilisations ou la composition de la denrée (les substances utilisées pour la réaliser).

Le tracing est qualitatif. Il sert notamment à trouver la cause d'un problème de qualité, à contrôler l'exactitude des caractéristiques déclarées d'un produit (agriculture biologique, fair Trade, ...) ou de l'itinéraire du produit. Il faut ici remonter du point de vente jusqu'au niveau du producteur (et éventuellement de la parcelle où les fruits, légumes ou pommes de terre ont été cultivés).

Le tracing répond aux questions: « Quoi?», « Avec quoi?», «Comment?», «Par qui?» Et «Pourquoi?» [19]

## **II.1.5. Les types de la traçabilité**

### **II.1.5.1. La traçabilité fournisseur ou ascendante**

La traçabilité fournisseur doit permettre d'assurer la traçabilité jusqu'au fournisseur des matières premières, ingrédients, emballages, aliments pour animaux, animaux producteurs de denrées alimentaires ou toutes autres substances incorporées ou susceptibles d'être incorporées dans les denrées alimentaires ou dans des aliments pour animaux au niveau de l'entreprise.

Les éléments importants pour assurer la traçabilité fournisseur sont :

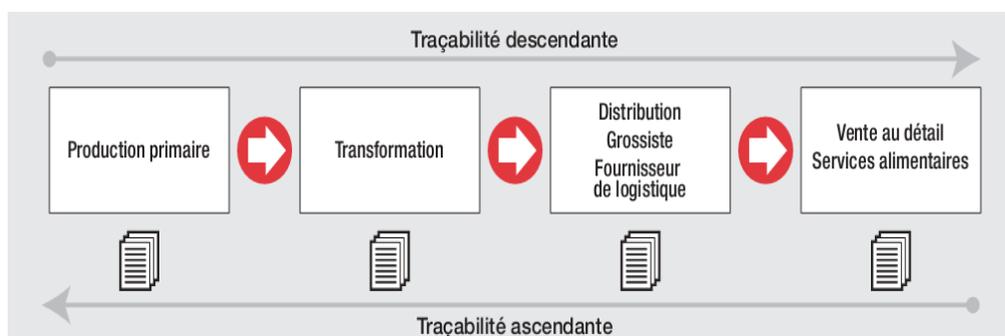
- La mise en place et l'application des guides de bonnes pratiques d'hygiène pour les secteurs possédant un guide pour assurer entre autre le contrôle des matières premières à la réception, une gestion correcte des stocks (First IN, First OUT) ;
- La mise en place et l'application des "good manufacturing practices (GMP)" pour le secteur primaire ;

- Les informations minimums et obligatoires selon le règlement 178/2002/CE suivantes devront pouvoir être fournies par les entreprises sur demande des autorités compétentes par intrants:
  - ✚ La nature de l'intrant ;
  - ✚ Le nom et l'adresse du fournisseur ;
  - ✚ La date de réception,
- Les informations suivantes sont fortement recommandées pour permettre l'objectif de la traçabilité :
  - ✚ La quantité, le nombre d'unité ou le poids à chaque date de livraison pour l'intrant ;
  - ✚ L'identification (N° de lot) de l'intrant pour chaque réception. [19]

### II.1.5.2. La traçabilité client ou descendante

La traçabilité client ou descendante doit permettre de garantir le suivi de toutes denrées alimentaires ou aliments pour animaux sous le contrôle de la société jusqu'au client direct.

- Les informations minimums et obligatoires selon le règlement 178/2002/CE suivantes devront pouvoir être fournies par les sociétés sur demande des Autorités compétentes par denrée alimentaire ou aliment pour animaux sortant du contrôle de l'entreprise :
  - ✚ La nature du produit alimentaire ;
  - ✚ La liste des unités d'exploitation qui prennent livraison du produit, avec le nom et l'adresse ;
  - ✚ La date de livraison ;
- Les informations suivantes sont fortement recommandées pour permettre l'objectif de la traçabilité :
  - ✚ La quantité, le nombre d'unité ou le poids du produit à chaque date de livraison pour le produit ;
  - ✚ L'identification (N° de lot) du produit livré. [19]



**Figure II.7** : Schéma de la traçabilité ascendante et descendante [20]

### II.1.5.3. La traçabilité interne ou du processus de production

La traçabilité interne n'est pas une obligation stricte du règlement 178/2002/CE mais elle découle de manière implicite de la définition de la traçabilité et de son objectif qui est un retrait rapide, ciblé et précis en cas de risque alimentaire. C'est pour ces raisons qu'il est fortement recommandé d'établir une traçabilité interne.

La traçabilité interne est nécessaire uniquement dans les cas où il y a transformation, reconditionnement, modification d'une denrée alimentaire ou d'un aliment pour animaux. Chaque entreprise produisant ou transformant une denrée alimentaire ou un aliment pour animaux, devrait être capable de garantir sa traçabilité jusqu'aux ingrédients primaires et matériaux d'emballage. La traçabilité interne permet d'établir la relation entre les produits entrants et les produits sortants à toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution.

Les informations suivantes peuvent permettre d'établir une traçabilité interne:

- L'identification des lots produits sur une durée définie ;
- Par lot produit, un lien avec les ingrédients et les emballages utilisés. Ceci implique le lien avec les informations relevées lors de la traçabilité des fournisseurs ;
- Par lot produit, un lien avec les relevés techniques de production et les conditions de production. Ceci implique par exemple le suivi des températures de pasteurisation, des frigos et congélateurs. Ceci correspond en fait à un lien avec les enregistrements des contrôles des CCP relevés par l'entreprise ;
- Par lot produit, un lien avec la destination du lot. [19]

### II.1.5.4 La traçabilité en amont

Décrit les procédures et les outils adoptés pour retrouver un événement qui s'est déjà produit, avant que le partenaire visé devienne légalement ou matériellement responsable des produits. C'est ce qu'on appelle le « retraçage ». [21]

### II.1.5.5. La traçabilité en aval

Décrit les procédures et les outils adoptés pour retrouver un événement survenu après le transfert de biens ou le transfert matériel de produits, du partenaire à un tiers. C'est ce qu'on appelle le « suivi ». [21]

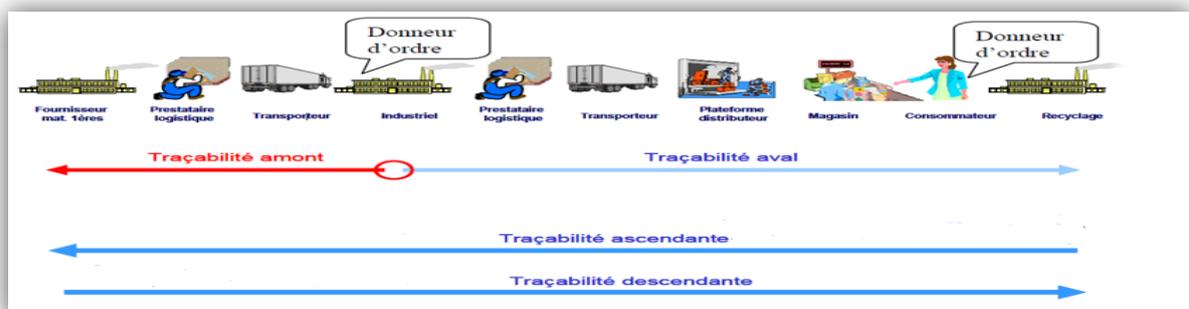


Figure II.8: les types de la traçabilité [22]

### **II.1.6. Contraintes techniques de la traçabilité**

De nombreuses questions se posent :

- jusqu'où la traçabilité doit-elle aller ?
- Faut-il identifier les produits un par un, ou par groupe (numéro de série, de lot) ?
- La source et le trajet d'un produit doivent-ils être accessibles au public ?
- Combien de temps conservé les archives ?
- Comment tracer des nano-produits ou produits issus des nanotechnologies ?
- Avec quelle précision tracer des produits particuliers tels que les OGM, des poissons, le gibier, les champignons, etc.

Les réponses différentes selon que l'on parle de produits alimentaires ou non, à risques pathogènes, toxicologiques ou environnemental à court, moyen ou long terme; ex : déchets radioactifs à longue durée de vie, ou susceptible de mobilité animal ou de se reproduire; OGM, etc.

Tout produit est élaboré à partir de matières premières. La traçabilité va par exemple consister à noter leurs origines puis celle du produit: marque commerciale, référence du produit, numéro de lot..., ainsi que les conditions dans lesquelles la matière première a été intégrée. Outre la date, ceci peut aller jusqu'à une liste de paramètres physiques, voire le nom de l'opérateur qui a effectué la tâche. [23]

### **II.1.7. Les enjeux de la traçabilité**

- Agir de façon curative pour rectifier le plus rapidement possible la conformité du produit ;
- Réaliser une analyse du problème en amont et aval pour mettre en place des actions correctives ;
- Intégrer de manière préventive dans la conception et dans la production tous les éléments pertinents.

### **II.1.8. Les approches de la traçabilité:**

#### **II.1.8.1. L'approche « client »**

La traçabilité sert d'abord à prouver que l'on est conforme aux exigences du client qui concernent en général :

- L'élaboration du produit : où, quand, comment, avec quoi le produit est élaboré ;
- Le respect d'un cahier des charges : maîtrise, contrôle, audit ;
- La gestion de crise : retrouver et retirer de la vente certains produits défectueux ou dangereux ;
- La communication : rassurer les consommateurs inquiets après plusieurs crises alimentaires et sanitaires.

Enfin, la traçabilité est devenue un élément clé de la gestion de la chaîne logistique, de la production à la distribution, et du suivi de la qualité des produits. [15]



**Figure II.9:l'approche client. [15]**

### II.1.8.2. L'approche «sécurité alimentaire»

L'introduction de dangers relatifs à la sécurité sanitaire des aliments pouvant survenir à n'importe quelle étape de la chaîne agroalimentaire, il est essentiel de mettre en place des contrôles et une communication adéquate tout au long du processus. Un maillon faible peut compromettre la sûreté des produits alimentaires, ce qui peut présenter de sérieux dangers pour les consommateurs et avoir des répercussions coûteuses pour les fournisseurs. La sécurité alimentaire est donc la responsabilité conjointe de tous les acteurs de l'agroalimentaire. La sécurité alimentaire est aujourd'hui exigée par le consommateur. A la suite de crises comme celle dite de la vache folle, le besoin s'est exacerbé et les réglementations se sont renforcées. [15]



**Figure II.10 : l'approche sécurité alimentaire. [15]**

### II.1.8.3. L'approche « réglementation »

Depuis le 1er janvier 2005, une réglementation impose dans les pays de l'UE de mettre en œuvre des procédés d'étiquetage ou d'identification des produits commercialisés par l'exploitant, producteur ou premier importateur dans l'UE, de façon à en permettre et faciliter la traçabilité lorsqu'ils sont mis sur le marché. Son principal objet est de pouvoir mettre en œuvre une procédure de retrait et/ou de rappel de produits en cas de crise alimentaire. La qualité de la traçabilité permettra de procéder à des retraits ciblés et précis, de limiter l'ampleur du rappel ou de lever la saisie de lots non concernés.

### II.1.8.4. L'approche « gestion d'entreprise »

#### ✚ Traçabilité et responsabilité de l'entreprise

La traçabilité est devenue incontournable dans les relations commerciales. Le contexte actuel met l'entreprise sous pression :

- concurrence forte entre les origines, entre les produits, entre les allégations ;
- complexification croissante des circuits (nombre d'intermédiaires) et de la logistique ;
- Approvisionnements lointains (échanges Sud-Nord) ;
- Schémas de distribution complexes et changeants.

Mais la traçabilité n'a donc pas seulement un enjeu « défensif »: c'est un levier de performance pour l'entreprise. La visibilité qu'elle apporte sur le déroulé en cours et passé contribue à l'excellence opérationnelle et au management de la supply chain.

Elle peut aussi permettre à une entreprise de prouver ses allégations sur l'origine des produits, l'éthique, le respect des règles pour un développement durable, l'absence d'OGM, etc. Elle offre de meilleurs services (suivi en temps réel de commande, possibilité de localiser un produit, ...) aux clients. Elle limite le risque de pertes de marchés face à des clients imposant la traçabilité.

#### ✚ Quels sont, pour une entreprise, les risques liés à l'absence ou à la perte de traçabilité?

Avoir une exécution (en particulier logistique) mal maîtrisée et donc un mauvais service client.

- Être le dernier de la chaîne ou un maillon faible. Ne pas pouvoir faire le lien (fiable) avec l'amont ou l'aval dans une chaîne de traçabilité d'un produit (par manque d'outils ou de pratique) met en position de devenir le dernier responsable identifié, donc coupable par défaut ;
- Avoir une répartition des risques et des responsabilités floue. Ce n'est pas parce que les responsabilités ou les engagements à l'égard des partenaires ne sont pas spécifiés qu'ils sont moindres ou que leurs conséquences seront plus légères ;
- Risquer une perte de compétitivité face à des concurrents qui fiabilisent leur traçabilité. Si des concurrents offrent des facilités de tracking détaillées et que l'on n'en offre pas... on alimente le risque d'être distancé ;
- Être dans l'incapacité de faire face à un incident ;
- Déclencher une réaction disproportionnée ;
- Ne pas être en mesure de prouver la véracité d'engagements pris sur ses produits ou services (éthique, produits bio, labels...). [15]

### II.1.9. Défaut et rupture de la traçabilité Quelles conséquences ?

Un « défaut de traçabilité » porte sur une insuffisance d'information ou sur inadaptation des informations (en qualité ou en quantité). La traçabilité n'est pas rompue, mais elle est réalisée moins efficacement. Quand la traçabilité est déficiente, elle empêche de réaliser les analyses que l'on doit mener à bien ou de prendre la décision attendue (ex : en cas de gestion de crise alimentaire). Cela peut conduire, par exemple, à effectuer un rappel plus large que nécessaire, si on avait disposé de toutes les données requises. Quand la liaison entre les identifications passer d'une étape à une autre dans l'historique de l'entité, au long du processus.

Les causes d'une rupture de la traçabilité sont :

- Un défaut dans la conception du système de traçabilité : certains entre des identifications enregistrées ont été oubliés car ils portaient sur des cas particuliers ou des exceptions ;
- Une mauvaise manipulation pratique : un composant non identifié introduit dans la fabrication, un outil remplacé sans que l'on déclare le nouvel outil, un lot utilisé en production sans être identifié, un produit marqué à la place d'un autre ;
- Une erreur système: une erreur ou un problème technique a affecté les enregistrements et a rompu le lien entre eux. [24]

### II.10. Qu'est-ce qu'un « système de traçabilité » ?

Un système de traçabilité est un système intégré dans une structure de production (entreprise, station de conditionnement, atelier, site, groupement,...) qui va permettre de tracer une entité choisie à l'avance pour piloter a posteriori, et parfois a priori, les risques et la qualité. Un système de traçabilité permet d'améliorer l'utilisation adéquate et la fiabilité des informations, l'efficacité et la rentabilité de l'entreprise.

Les 4 points clefs suivant doivent pouvoir être réalisés par l'entreprise:

- Identifier les produits : suivi par lot ;
- Gérer les liens entre les opérations subies par le lot ;
- Enregistrer les données : prédéterminer les informations à enregistrer ;
- Communiquer : associer un flux d'information au flux des produits.

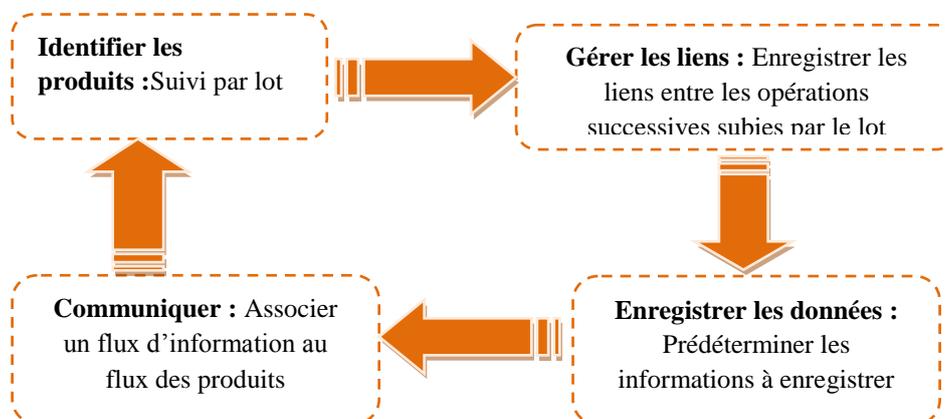


Figure II.11 : les points clefs être réalisés par l'entreprise [15]

Le système de traçabilité est composé d'un ensemble d'éléments corrélés ou interactifs ayant pour finalité le « tracing » (suivi qualitatif) et le « tracking » (suivi quantitatif).

En tant que système assurant une traçabilité des processus au sein et entre les organisations, et plus précisément, au sein d'une supply chain, un système de traçabilité a pour vocation :

- d'assurer un suivi en temps réel des activités et des flux qui relient ces activités;
- de mettre en évidence le plus rapidement possible les problèmes qui peuvent survenir au cours d'un processus, dans le but d'avoir une action sur eux dans des délais les plus courts possibles (et répondre ainsi rapidement aux aléas);
- de représenter les activités (et les flux reliant ces activités) qui composent un processus par une modélisation systémique, de manière à décrire le fonctionnement de l'organisation en termes concrets, et de mettre en évidence la chaîne de valeur, à la source du développement d'un avantage concurrentiel. [15]

### II.1.11. Moyens et outils de mise en œuvre

#### • II.1.11.1. Document papier :

Dans les petites structures, les systèmes utilisant les documents papier et transmission manuelle des informations peuvent avoir une efficacité suffisante. Ces documents papiers peuvent :

- + Etre liés au produit (étiquette, emballage) ;
- + Accompanyer physiquement le produit (fiche suiveuse, bon de livraison, facture).

#### • II.1.11.2. Systèmes informatiques :

Un système informatique permet de relier un certain nombre de postes de l'entreprise ou de l'opérateur concerné, afin de centraliser et mémoriser les données au sein de la filière. [25]

#### • II.1.11.3. Code à barre :

C'est un système de codage de l'information, représenté par une succession de barres et d'espaces de différentes largeurs, dont la juxtaposition représente des données numériques ou alphanumériques. Le marquage de ce codage peut se faire selon différentes techniques: le jet d'encre, la gravure laser, l'impression thermique.



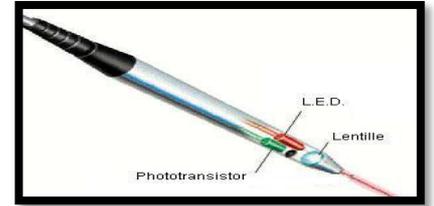
Ce type de codage doit être associé à un dispositif de lecture optique tel que : le crayon, le pistolet laser, le scanner, la douchette. Il existe différents types de codes barres :

- + **Le code barre interne** : c'est un code créé par l'entreprise, à usage strictement interne.
- + **Le code barre externe** : la plupart du temps, il est de type GENCOD. Il est composé d'une codification représentée par des chiffres, et d'une symbolisation représentée par des barres (on parle de type EAN « European Article Numbering (code article) »).

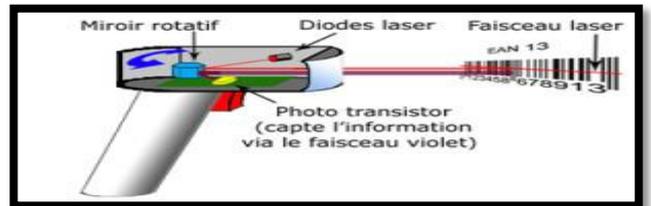
Grâce à ce système, il est possible d'identifier chaque unité constituant un lot de la fabrication jusqu'à la distribution.

### Les différents types d'un lecteur optique :

- **Les lecteurs à LED** (Diode électroluminescente) qui nécessitent un mouvement de l'opérateur pour lire un code-barres en une dimension. Ces appareils doivent être pratiquement « collés » à l'inscription pour la décoder. Ils ne sont donc pas très pratiques, cependant ils restent assez populaires du fait de leur prix abordable.



- **Les lecteurs munis d'un capteur photographique** de type CDD qui scannent la totalité d'un code-barres sans aucun mouvement de l'opérateur. Ces appareils peuvent opérer leur travail à une distance plus ou moins longue selon le modèle (jusqu'à 20 mètres).
- **Les lecteurs laser** qui utilisent un rayon laser et un miroir pour lire les codes-barres. Ces appareils ne nécessitent aucun mouvement de l'opérateur et offrent un décodage rapide et fiable. Ils fonctionnent même à plusieurs mètres du code-barres



- **Les lecteurs Imager** qui est munis d'une mini caméra pour la transcription de codes-barres. Ils peuvent également lire des Codes QR.



*Gamme lecteurs code barres 1D ou 2D filaires*



*Gamme lecteurs code barres 1D ou 2D sans fil*

- ✚ **Unidimensionnel (1D)** : ces codes sont ceux représentés par une série de lignes parallèles d'épaisseur variable. Leur lecture est unidimensionnelle. Selon la technologie de lecture utilisée, le décodage pourra se faire de façon unidirectionnelle ou bidirectionnelle afin de confirmer le premier décodage.
- ✚ **Bidimensionnel (2D)** : ces codes utilisent une variété de symboles (rectangles, points, hexagones et autres formes géométriques). Cette forme matricielle permet d'enregistrer davantage d'informations.

### II.1.11.4. L'étiquette radio ou étiquette intelligente : *voire chapitre suivant (chapitre III)*

La **RFID** ou l'identification par fréquence radio est basée sur le principe suivant : n'importe quel objet peut être équipé de pastilles légères (tag, transpondeurs ou puces électroniques) qui fournissent des informations qui sont lues à courte distance à l'aide de petits terminaux portables. Les informations sont contenues sur le marqueur et peuvent être utilisées pour le suivi des stocks et la traçabilité de produits. Les applications des étiquettes intelligentes restent encore peu répandues en industries agroalimentaires. Ceci est lié essentiellement au coût d'utilisation pour des produits qui sont de faibles valeurs ajoutées comme c'est le cas de la majorité des produits agroalimentaires.

### II.1.12. Bénéfices de la traçabilité :

La réponse aux réglementations courantes ou anticipées est une source importante de motivation pour l'industrie alimentaire dans la mise en œuvre de systèmes de traçabilité ascendante et descendante. Si le seul objectif est de satisfaire aux exigences des réglementations, les coûts de la traçabilité peuvent apparaître comme un fardeau. Cependant, comme pour d'autres investissements dans l'amélioration des procédés, la traçabilité peut aussi apporter des bénéfices importants qui dépassent les simples considérations de respect des exigences des réglementations. Le meilleur moyen d'obtenir ces bénéfices est d'abord de les identifier et de développer un plan pour les atteindre. Cela signifie l'adoption d'une approche différente de la traçabilité, depuis l'étape de la planification jusqu'à l'exécution.

L'évaluation exacte des bénéfices est un défi parce qu'ils sont souvent plus difficiles à identifier et que les bénéfices individuels varient selon les marchés, les produits et les procédés. Cependant, nous avons constaté que l'adoption de l'approche systématique de haut niveau symbolisée dans la Figure 15 peut aider les gestionnaires à déceler les possibilités de nouveaux profits ou d'économies de coûts. [26]

### II.1.13. Jusqu'ou aller en mettre de traçabilité?

La qualité et la sécurité sont devenues primordiales lors de la fabrication de denrées alimentaires. La pression exercée par les clients (notamment les distributeurs), qui exigent des produits sûrs, conduit les entreprises à contrôler, non seulement les produits finis, mais aussi toute la chaîne de production.

Les entreprises doivent concevoir, pour chaque type de production, un cahier des charges qui vise à définir, au mieux, le produit pour optimiser sa production et contrôler sa qualité.

Toutefois, fabriquer un produit de qualité ne suffit plus. Il faut être capable d'en assurer la régularité et de prendre en compte les exigences implicites (relatives à la réglementation), notamment en matière de sécurité sanitaire des aliments. C'est dans cette perspective que le concept de traçabilité est mis en œuvre. [16]

### II.1.14. Traçabilité et gestion de la qualité

Le concept de traçabilité a acquis, ces derniers temps, une importance significative, principalement sur les marchés internationaux de produits agroalimentaires. La sécurité sanitaire et la qualité irréprochable des produits alimentaires, exigée par le consommateur final et l'internationalisation des échanges sont des enjeux auxquels doivent faire face les

acteurs du marché agroalimentaire. Dans ce contexte, l'entreprise agroalimentaire doit adopter une démarche qualité satisfaisante permettant de relever ces défis imposés par les filières des fruits et légumes.

Par ailleurs, il existe six standards de contrôle qualité mis en application, soit aux niveaux des fermes et/ou d'usines pour les fruits et légumes en vue de certification (ou évaluation) de leurs systèmes et/ou leurs produits. Les six systèmes peuvent être classés dans trois catégories : les normes internationales telles que HACCP et ISO 9000, les référentiels européens (Eurogap, NF V 01-005) et les démarches qualités exigées des différents détaillants européens (BRC, IFS). [25]

### II.1.15. La traçabilité dans le secteur de la logistique :

Dans le domaine de la logistique, la traçabilité est essentielle pour garantir une bonne gestion des flux de biens et de personnes. La traçabilité logistique ou tracking consiste en effet, à suivre quantitativement des marchandises afin de pouvoir les localiser à chaque maillon des chaînes de production et de distribution. Ce qui réduira les délais de livraison et améliorera la qualité des services et produits. Il existe aujourd'hui plusieurs technologies et tracker de produits permettant à une entreprise d'assurer un tracking performant. L'une des plus en vogue actuellement est la *RFID*. Efficace, elle est de plus en plus utilisée dans le milieu de la logistique et pourrait remplacer à terme le traditionnel code à barres.

## II.2. Traçabilité dans l'agroalimentaire :

### II.2.1. Introduction

Dans le secteur agroalimentaire, elle est devenue actuellement une composante de la garantie de la sécurité des aliments. Etant donné la complexification des flux, une traçabilité établie au sein des seules entreprises de production ne suffit plus. Elle doit exister dans toute la chaîne alimentaire.

La sécurité est en effet le résultat d'une démarche globale, intégrée et partenariale sur l'ensemble de la chaîne. Pour pouvoir garantir une bonne traçabilité, il est nécessaire que chaque opérateur de la chaîne identifie son produit de manière unique, et qu'il enregistre les lieux de destination et les liens entre les produits entrants et sortants dans des bases de données.

A cette fin, chaque maillon a la responsabilité de veiller à l'exactitude des données et de garantir qu'elles soient accessibles pour les autres opérateurs dans la chaîne.

La sécurité des consommateurs n'est donc pas un sujet de nature conflictuelle mais de collaboration entre les acteurs, et cette approche collaborative implique :

- ✚ un dialogue entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement (échanges d'informations);
- ✚ l'utilisation d'un langage commun (ex : codes internationaux). L'adoption de standards communs permet d'améliorer la communication inter-entreprise ;

L'ensemble des informations enregistrées permet de disposer d'une connaissance détaillée immédiate ou après coup, pour supporter l'analyse, la prise de décision, le contrôle... Avec ces informations, il est possible, par exemple, de traiter une entité ou un lot d'entités en cas de danger, de manière préventive ou de manière curative. [29]

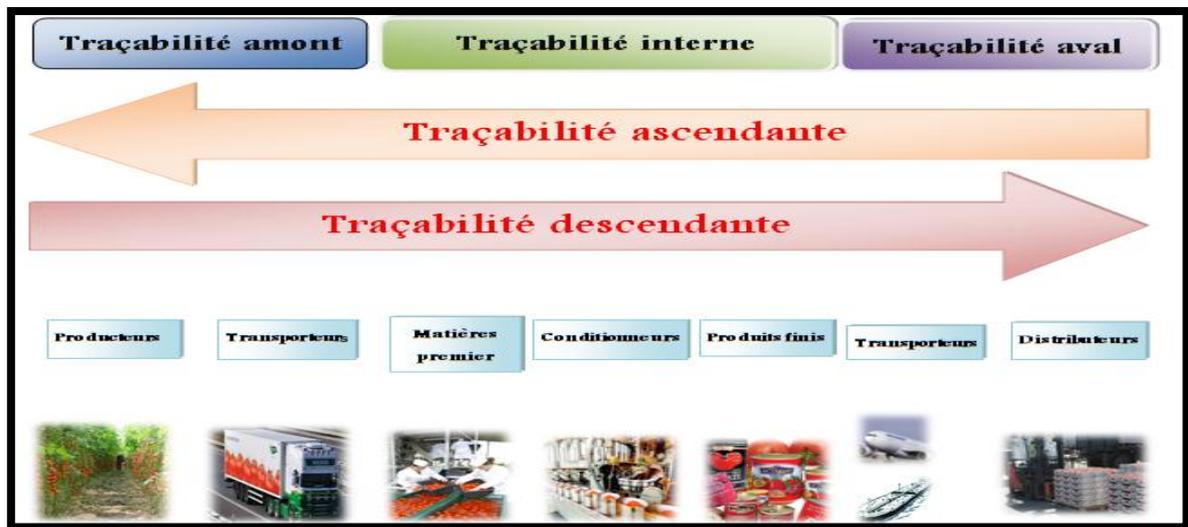


Figure II.12: exemple de la traçabilité agroalimentaire [15]

### II.2.2. Intérêts de la traçabilité dans l'agroalimentaire

La mise en place d'une traçabilité dans une industrie agroalimentaire présente de nombreux intérêts :

- **Marketing:** rassurer le consommateur par une traçabilité de qualité ;
- **Commercial:** augmenter la commande, en renforçant la crédibilité de l'entreprise (rapidité de réaction, identification des lots) ;
- **Respect de la législation:** réactivité vis-à-vis des futures législations ;
- **Suppression des répétitions:** certaines mesures faites sur des lots parents ne sont pas nécessaires pour les lots fils si l'on trace efficacement les lots ;
- **Augmentation du contrôle de la production ;**
- **Indication de cause à effet:** dans le cas de produit non conformes ;
- **Limitation du cout:** le cout de bon produit, plus les produits de mauvaise qualité ;
- **Obtention d'information:** lors d'un audit qualité ;
- **Implantation de système d'information:** gestion de production, de stocks et de la qualité ;  
La mise en place d'une traçabilité efficace prend tout son intérêt lors d'une crise :
- **Baisse du cout:** du temps et du personnel, de recherche de l'historique en cas de problème ;
- **Baisse du cout de rappel des produits:** on diminue le risque de rappeler des produits déjà transformés ;
- **Limitation de la perte de confiance:** des consommateurs lors d'un problème de sécurité alimentaire. [27]

### II.2.3. Les enjeux de la traçabilité Agroalimentaire pour les entreprises

La traçabilité des produits agroalimentaires est un enjeu commercial, stratégique, politique, social, marketing, sanitaire, majeur car, contrairement à la plupart des réglementations ou normalisations imposées par les états, elle est populaire auprès des consommateurs qui y trouvent l'exercice plein de leur pouvoir de choisir ce qu'ils mangent

La traçabilité des produits alimentaires, voire la sécurité alimentaire est aujourd'hui devenue une préoccupation constante pour tous les acteurs de la chaîne alimentaire ainsi que pour les exportateurs vers les pays qui appliquent les principes de la prudence dans l'importation des produits alimentaires.

Les professionnels, producteurs, transformateurs, distributeurs doivent identifier et résoudre les points critiques, respecter la réglementation, effectuer des autocontrôles. Les consommateurs doivent être informés de la nature des produits et savoir manipuler et conserver les produits qu'ils achètent grâce à un étiquetage bien identifiable. [28]

### II.3. Conclusion :

Pour terminer, on peut dire qu'à l'heure actuelle, la notion de traçabilité semble englober autant l'idée de sécurité alimentaire que celle de transparence commerciale et technique entre les industriels et le consommateur. La traçabilité s'érige donc en nouveau concept marketing, qui vise entre autres à gagner la confiance des consommateurs.

Bien que la traçabilité soit au cœur des débats de l'industrie alimentaire, sa « contribution » est plus ancienne: dans le suivi des personnes (n° de sécurité sociale) ou dans la recherche des transports tout particulièrement sur le plan militaire. Au sein de la traçabilité d'un produit alimentaire, celle-ci tourne invariablement autour de quatre dimensions principales qui sont l'identification du produit, le 'traçage' des données, le 'routage' du produit et les outils dédiés .A ce titre, tout doit être mis en place pour assurer la sécurité du consommateur et donc, si besoin, de rappeler un (lot de) produit défectueux dans les délais les plus brefs.

La traçabilité repose sur trois axes fondamentaux :

- les solutions d'identification ;
- la gestion de flux logistiques ;
- la maîtrise de la qualité et des approvisionnements, Jusqu'au client final.

La traçabilité, au delà de l'exigence réglementaire, est un outil efficace pour assurer la sécurité de vos produits et de vos services. Pour mettre en place un système automatisé de traçabilité pertinent et performant, il faut :

- une bonne organisation interne;
- l'adhésion des acteurs de la chaîne de production;
- communiquer autour du projet car savoir communiquer sur votre traçabilité c'est pouvoir anticiper toute crise et rassurer le consommateur.

# Chapitre III

## La technologie RFID



### III.1.1. Introduction :

Les innovations technologiques et leurs conséquences deviennent des éléments indispensables de notre vie quotidienne. **RFID**, comme l'une de ces innovations, est un système qui fournit facile, sécurisé et rapide d'entrée de données, de stockage et la transmission. Il est utilisé dans de nombreux endroits tels que les magasins, les hôpitaux, les entreprises pharmaceutiques, Les services logistiques, etc., où les données en temps réel devraient être utilisées [37]. En son cœur, La **RFID** est une technologie habilitante qui a le potentiel d'aider les détaillants à fournir le bon endroit au bon moment, maximisant ainsi les ventes et les bénéfices.

Il constitue une base pour le codage, le stockage et des systèmes de transmission. Il améliore les capacités de gestion des données et résout les problèmes causés par le manque d'information. Il fournit la technologie sans contact et sans fil pour identifier des objets qui sont fabriqués, expédiés et vendus de façon unique. Il est important l'amélioration de l'efficacité et de la visibilité, la réduction des coûts, une meilleure utilisation des Réduisant le retrait et la contrefaçon et augmentant les ventes en réduisant les stocks [38]. Il aide à recueillir des données et améliore la sécurité de l'information sur les objets.

La **RFID** est une technologie émergente composée de systèmes de collecte, de distribution et de gestion de données qui a la capacité d'identifier ou de balayer les informations avec une vitesse et une précision accrues [39]. Bien que la mise en œuvre de la technologie **RFID** soit un processus compliqué, la planification développement d'une stratégie **RFID** peut offrir d'importants avantages aux systèmes et une gestion réussie de la chaîne d'approvisionnement.

L'étiquette **RFID** possède un code **EPC (Electronic Product Code)** qui contient de l'information propre et unique à l'unité logistique (contrairement à l'**UPC** d'un code à barres qui se limite au type de produit). Que ce soit le numéro de série, le destinataire, le transporteur ou même l'assureur, cette information peut être mise à jour à différents points.

L'identification par radio-fréquences, outil auquel nous nous intéressons dans cette étude, est un ensemble de technologies permettant une identification rapide et efficace des objets.

L'identification est basée sur une communication par ondes radioélectriques entre un lecteur et une étiquette attachée à l'objet à identifier et contenant l'information nécessaire. Souvent comparée à l'identification par codes-barres, la **RFID** est parfois considérée comme une évolution de cette dernière

Ce système se démocratise de plus en plus et tend à remplacer peu à peu le système de traçabilité par *code-barres*.

### III.1.2. Etat de l'art :

#### III.1.2.1. Historique : les dates clés de la technologie **RFID**

<p><b>1940</b></p>	<p>Le principe de la <b>RFID</b> est utilisé pour la première fois lors de la Seconde Guerre Mondiale pour identifier/authentifier des appareils en vol (IFF : Identifie FriendlyFoe). Il s'agissait de compléter la signature <b>RADAR</b> des avions en lisant un identifiant fixe permettant l'authentification des avions alliés. (L'usage était militaire pour différencier les avions ennemis et identifier leur distance. D'imposant tags ou transpondeurs furent placés dans les avions amis afin de répondre comme amical à l'interrogation <b>des radars</b>. Ce système <b>IFF</b> (Identify: Friend or Foe) fut la première utilisation de la <b>RFID</b>. Mais aujourd'hui encore, le contrôle du trafic aérien est basé sur ce principe)</p>
<p><b>1970</b></p>	<p>Durant les années 1960-1970, les systèmes <b>RFID</b> restent une technologie confidentielle, à usage militaire pour le contrôle d'accès aux sites sensibles, notamment dans le nucléaire. (<b>Usage Privé</b> : à partir de <b>1970</b>, les systèmes <b>RFID</b> restent une technologie protégée par l'armée mais servent à la protection des secteurs sensibles tels que le nucléaire. Le <b>RFID</b> garde un usage de sécurité. Il faut attendre la fin des années 70' pour que la technologie soit transférée à l'usage privé.)</p>
<p><b>1973</b></p>	<p>Mario W. Cardullo dépose aux Etats-Unis le premier brevet lié à la technologie <b>RFID</b> afin de développer des solutions d'identification pour les locomotives.</p>
<p><b>1980</b></p>	<p>Les avancées technologiques permettent l'apparition du tag passif. Le tag <b>RFID</b> rétromodule l'onde rayonnée par l'interrogateur pour transmettre des informations. Cette technologie permet de s'affranchir de source d'énergie embarquée sur l'étiquette réduisant de ce fait son coût et sa maintenance. (<b>Miniaturisation</b> : dans les années <b>1980</b>, les puces rétrécissent (invention de micro-systèmes) et les tags deviennent passifs (explication tout au début) et donc moins coûteux. C'est aussi le début pour la fabrication et commercialisation pour de nombreuses entreprises européennes et américaine.) Charles Manson dépose le brevet d'identification radio en <b>1983</b> auprès du Bureau américain des brevets et des marques ; il est considéré généralement comme «<b>le père de la RFID</b>». Son développement s'est manifesté dans le secteur privé et notamment dans l'agriculture et dans l'identification du bétail.</p>
<p><b>1990</b></p>	<p>Début de la normalisation pour une interopérabilité des équipements <b>RFID</b>. (<b>Standardisation</b> : les années <b>1990</b> marquent le début de la standardisation des équipements <b>RFID</b> à commencer par les tags puis les lecteurs,)</p>
<p><b>1999</b></p>	<p>Fondation par le MIT (Massachusetts Institute of Technology) de l'Auto-ID center: centre de recherches spécialisé en identification automatique (entre autre <b>RFID</b>).</p>
<p><b>2003</b></p>	<p>L'entité américaine à but non lucratif EPCglobal, <i>joint venture</i> entre EAN International et l'Uniform Code Council (UCC) américain, crée le standard EPC (Electronic Product Code - système de codification international permettant l'identification unique de tous les biens de la chaîne d'approvisionnement). Le standard EPC intègre les technologies <b>RFID</b> et Internet pour mettre en place le réseau de traçabilité des objets.</p>
<p><b>2004</b></p>	<p>L'auto-ID du MIT devient "EPC global", une organisation chargée de promouvoir la norme <b>EPC</b></p>

	(Electronic Product Code), extension du code barre à la <b>RFID</b> .
<b>A partir De 2005</b>	<p>Les technologies <b>RFID</b> sont aujourd'hui largement répandues dans quasiment tous les secteurs industriels (aéronautique, automobile, logistique, transport, santé, vie quotidienne, etc.). L'<b>ISO</b> (International Standard Organisation) a largement contribué à la mise en place de normes tant techniques qu'applicatives permettant d'avoir un haut degré d'interopérabilité voire d'interchangeabilité. Wal-Mart, numéro un de la distribution dans le monde, déploie le standard EPC (développé par l'Auto-ID Center, laboratoire de recherche du Massachusetts Institute of Technology) pour optimiser l'approvisionnement de ses magasins aux Etats-Unis.</p> <p><b>Note 1 : EAN International</b> : Organisation internationale représentant 101 organisations de 103 pays (Gencode EAN France pour la France), basée à Bruxelles et ayant le statut d'association à but non lucratif, créée en 1977, dans le but de développer des normes permettant une gestion de chaînes logistiques globales et multi-entreprises. EAN International fixe la structure des codes-barres hors Etats-Unis (EAN = European Article Number).</p> <p><b>Note 2 : UCC</b> : Organisme technique créé aux Etats-Unis, il y a une trentaine d'années, l'Uniform Code Council développe des normes et des solutions pour améliorer la gestion de la chaîne logistique globale. UCC fixe la structure des codes-barres aux Etats-Unis.</p>
<b>2009</b>	Création du Centre National de Référence <b>RFID</b>

**Tableau III.2** : les dates clés de la technologie **RFID**

### III.1.2.2. Quelques articles ou bien des contextes sur la technologie RFID :

*Articles 01 : Prédire l'adoption de la RFID dans la chaîne d'approvisionnement des soins de santé du point de vue des utilisateurs [48]*

L'identification par radiofréquence (*RFID*) est une technologie d'Internet des objets qui offre de nombreux avantages dans la chaîne d'approvisionnement de l'industrie des soins de santé. Cependant, le secteur des soins de santé se limite à l'adoption et l'utilisation de la *RFID* par les médecins et les infirmières. Cette recherche a étendu les travaux existants en Théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie (UTAUT) et pour prédire l'adoption de la *RFID* dans l'offre de soins de santé dans la chaîne. Au cours de cette recherche, les variables ont été proposées dans le but de présider l'adoption de la *RFID* par les médecins et les infirmières. En général, les différences individuelles sont pour prédire l'adoption de *RFID* mieux par rapport aux variables dérivées d'UTAUT. Cette étude contribue à l'intérêt grandissant pour la compréhension de l'acceptation de la *RFID* dans l'industrie des soins de santé.

*Article 02 : Gestion de la chaîne d'approvisionnement avec application maigre et application RFID: une étude de cas réserve de pièces de rechange à trois niveaux [49]*

Cette étude utilise des technologies de production maigre et d'identification par radiofréquence (*RFID*) pour l'efficacité de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Dans cette étude on a une réserve de pièces de rechange à trois niveaux :

La Chaîne est dotée des opérations de transport, de stockage et de récupération inefficaces. Et pour tracer la cartographie de l'état actuel et la cartographie de l'état futur avec *RFID*, le temps peut être sauvé de 81% de l'étape actuelle à l'étape. En outre, en utilisant Technologie *RFID*, le coût des travaux peut être sensiblement réduit tout en maintenant la capacité des membres de la chaîne d'approvisionnement étudiée. L'analyse du retour sur investissement montre que la méthode proposée est à la fois efficace et faisable.

### Article 03 : Impact de la technologie RFID sur les décisions de la chaîne d'approvisionnement 'Inexactitudes d'inventaire ' [50]

Les inexactitudes d'inventaire sont coûteuses et courantes dans de nombreuses industries. Le présent document porte sur l'impact de l'adoption de la technologie *RFID* sur les décisions de la chaîne d'approvisionnement avec des problèmes de retrait et d'Internet des objets. Ils supposent que la chaîne d'approvisionnement se compose d'un fournisseur et d'un détaillant qui vend un seul produit au client. En supposant que la demande est uniformément répartie, les facteurs du coût d'investissement fixe, du prix d'étiquette et du taux de récupération du retrait, à la fois *RFID* et non *RFID*, des cas sont analysés sous deux scénarios:

- (1) Dans la chaîne d'approvisionnement centralisée et l'application de la technologie *RFID* sur la politique de contrôle des stocks et l'offre Profit en chaîne;
- (2) Dans la chaîne d'approvisionnement décentralisée, le contrat de prix de gros est Caractérisent les décisions des partenaires de la chaîne d'approvisionnement concernant la quantité, le prix de gros et les bénéfices.

Ils constatent que lorsque le coût fixe et le coût variable des étiquettes de la technologie *RFID* sont partagés entre le détaillant et le fabricant, le détaillant est beaucoup plus sensible que le fournisseur à la part de partager de *RFID* fixe le coût d'investissement ainsi que le prix d'étiquette.

### Article 04 : RFID dans les chaînes d'alimentation alimentaire hautement périssables - Durée de conservation restante Pour supplanter la date d'expiration? [51]

*RFID* (Radio-Frequency IDentification) a été proposée comme une technologie de pointe qui pourrait aider à réduire le gaspillage dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire périssables. Par la modélisation une étude de l'utilité des informations générées par le *RFID* dans le cadre des produits périssable est faite pour la chaîne alimentaire de plusieurs niveaux, y compris le distributeur, le détaillant et le consommateur. Ainsi le développement des conditions de l'incorporation de la *RFID* pourrait bénéficier aux distributeurs, aux détaillants et aux consommateurs. Les auteurs considèrent également la décision des *RFID* dans une chaîne alimentaire hautement périssable.

### Article 05 : L'utilisation de la RFID dans la gestion des conteneurs réutilisables dans des chaînes d'approvisionnement en boucle fermée sous un récipient stochastique quantités : [52]

Cet article étudie une chaîne d'approvisionnement en boucle fermée qui utilise des conteneurs de produits expédiés d'un fournisseur à un détaillant. Après la mission, les

conteneurs usagés sont retournés au fournisseur. Ce dernier inspecte les conteneurs, pour les renvoyés vers la réparation, la réutilisation ou l'élimination. Dans cette étude, la fraction des conteneurs retournés au fournisseur est stochastique dont un système *RFID* peut être utilisé pour soutenir le suivi des positions des conteneurs dans la chaîne d'approvisionnement. L'utilisation de la *RFID* contribue à l'amélioration des informations sur le retour des conteneurs et une meilleure prévisibilité des taux d'utilisation. Pour arriver à des taux de rendement et d'utilisation plus élevés, il s'avère que la modélisation de la manière d'augmentation du taux moyen de retour des conteneurs aide à une réduction de la variance du rendement. Le papier développé fait l'objet de la planification par la modélisation mathématique en scénario puis étudie comment l'utilisation de la *RFID* du système améliore le rendement du taux d'utilisation.

*Article 06 : Alignement des applications RFID avec les stratégies de la chaîne d'approvisionnement (Aligning RFID applications with supply chain strategies) [53]*

De nombreux grands détaillants ont décidé d'adopter la *RFID* comme nouvelle technologie de la chaîne d'approvisionnement, mais toutes les industries ne se sont pas propagées aussi rapidement que prévu initialement. Ils ne croient que ses avantages majeurs le prix de leurs adoptions. Pour valider l'importance de leur utilisation en termes d'indicateurs de performances, les auteurs ont fait l'étude sur six cas approfondies qui contiennent l'analyse de 88 applications *RFID* signalées. Ils ont permis d'avoir une vision claire sur la *RFID* et sa mise en œuvre. Ils constatent que les organisations adoptent souvent des applications *RFID* insensées et mal alignés sur leurs stratégies de la chaîne d'approvisionnement, ce qui entraînait des avantages non satisfaisants.

*Article 07 : Indicateur de température critique innovant, intelligent et assisté par RFID pour l'approvisionnement Surveillance de la chaîne : [54]*

Afin de réduire les déchets alimentaires et de répondre aux besoins du consommateur moderne exigeant en ce qui concerne la qualité des produits alimentaires, il est essentiel de surveiller la chaîne d'approvisionnement et les conditions de stockage des denrées périssables des produits alimentaires où la température joue un rôle important sur la sécurité de la qualité pendant le stockage et l'approvisionnement. Comme un résultat final, les utilise un nouveau capteur fonctionnel et intelligent qui combine des changements de couleur visuels irréversibles et des technologies d'identification par radiofréquence (*RFID*). Il est classé comme un indicateur de température critique intégré à une étiquette *RFID* qui offre un avantage unique pour surveiller l'alimentation en temps réel par la simple utilisation d'un lecteur *RFID* aux points stratégiques.

*Article 08 : Algorithme coopératif de colonies d'abeilles artificielles Planification du réseau RFID : [55]*

L'identification par radiofréquence (*RFID*) devient rapidement une technologie importante pour l'objet d'identification et de suivi. Cela donne lieu à la planification du réseau *RFID* la plus difficile (RNP) dans l'environnement de déploiement *RFID* à grande échelle. Ces méthodes proposées transforment toujours RNP multi-objectifs en problème par l'approche

de coefficient pondéré. Dans ce travail, les chercheurs proposent une approche multi-objective coopérative d'algorithme de colonies artificielles appelées CMOABC pour trouver toutes les solutions optimales de Pareto...

*Article 09 : Technologies RFID: Applications de chaîne d'approvisionnement et questions de mise en œuvre : [56]*

Les technologies *RFID* offrent la possibilité de combler certaines lacunes dans l'approvisionnement, en particulier dans le commerce de détail et la logistique. En tant que technologie mobile, la *RFID* peut aider à livrer une visibilité en temps réel sur les chaînes d'approvisionnement. Cet article fournit une introduction à cette technologie dans le cas des directives de mise en œuvre des rapports des gestionnaires publiés.

*Article 10 : Système de traçabilité ePedigree pour l'agriculture La chaîne d'approvisionnement alimentaire pour assurer la santé des consommateurs : [57]*

Dans cet article, les auteurs établissent une durabilité dans les systèmes environnementaux, sociaux et économiques: les trois piliers de la durabilité. La durabilité sociale préconise surtout le bien-être, la santé, la sécurité et la qualité de vie des gens. Dans le secteur agroalimentaire, les aspects de la durabilité sociale, Tels que la santé et la sécurité des consommateurs, ont bénéficié d'une attention considérable en raison des cas fréquents de maladies d'origine alimentaire. Les maladies d'origine alimentaire causées par la dégradation des aliments, la contamination chimique et l'altération des produits alimentaires constituent une grave menace pour la santé, la sécurité et la qualité de vie des consommateurs. Pour assurer la santé et la sécurité des consommateurs, il est essentiel de mettre au point un système efficace permettant de résoudre ces problèmes sociaux dans les réseaux de distribution alimentaire. Cette recherche propose un système de traçabilité électronique (pedigree électronique) basé sur l'intégration de la *RFID* et de capteur de technologie pour le suivi en temps réel des aliments agricoles afin d'empêcher la distribution de produits alimentaires dangereux et falsifiés. La performance du système proposé est évaluée et finalement, des analyses complètes de l'impact du système *ePedigree* proposé sur la durabilité sociale en termes de santé et de sécurité des consommateurs sont présentées.

*Article 11 : Modèle analytique de l'adoption de la RFID au niveau de l'article dans une chaîne d'approvisionnement à deux échelons avec une demande en magasin*

*en fonction des prix : [58]*

L'intérêt de cet article est de tirer des avantages économiques de la *RFID*. Il considère deux choix au cours de l'approvisionnement.

Dans un premier temps, le fabricant établit le prix de gros de son produit et, en réponse, le détaillant fixe le prix de vente au détail et alloue l'espace de rayonnage. Les résultats affirment que dans le contexte d'adopter la *RFID* au niveau de l'article dans une chaîne d'approvisionnement décentralisée, le détaillant peut forcer l'adoption de la *RFID* même si elle ne maximise pas le bénéfice total de la chaîne.

Le deuxième cas que nous implique que le détaillant peut fixer les prix des produits dans les étagères et c'est au fabricant de louer essentiellement l'espace de rangement du détaillant. Ils constatent que, dans ce contexte l'adoption de la *RFID* maximise le bénéfice total de la chaîne

Article 12 : Un modèle avancé de planification et de planification de production à deux niveaux pour la fabrication omniprésente à RFID : [59]

La technologie d'identification par radiofréquence (*RFID*) a été utilisée dans les industries manufacturières pour un environnement omniprésent des *RFID*, où la planification ultime en temps réel de la production (APPS) sera atteinte avec l'objectif d'intelligence collective. Un accent particulier a été mis sur l'utilisation de la grande quantité de données *RFID* sur les ateliers de production pour obtenir des données plus précises et raisonnables.

Le modèle est testé à travers quatre dimensions, y compris l'impact des séquences de règles sur les décisions, évaluation de la stratégie libérée pour contrôler le montant de l'ordre de production de la planification à l'ordonnancement, Comparaison avec un autre modèle et des opérations pratiques, ainsi que la robustesse du modèle. Deux résultats clés sont observés. Premièrement, la stratégie de libération basée sur les informations en temps réel des *RFID* est efficace pour réduire la moyenne de retard total. Deuxièmement, on ne constate que le modèle de la capacité immunitaire sur les perturbations comme les défauts. Cependant, pour l'augmentation de la taille, la robustesse du modèle contre les ordres d'urgence devient faible.

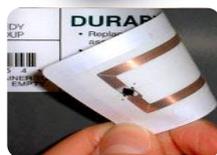
### III.1.3. La technologie RFID :

La technologie *RFID* offre de nombreux avantages par rapport au code à barres, elle permet d'identifier en temps réel et de manière unique des articles/entités et des produits munis d'étiquettes ou de puces dites intelligentes à travers une chaîne d'approvisionnement, d'assurer un haut niveau d'intégrité de données et offre l'accès à des données beaucoup plus riches, et ce selon le niveau de granularité désiré (ex. article, caisse ou palette). De manière générale, toute infrastructure de base de la technologie *RFID* est constituée des puces encore appelées étiquettes ou transpondeurs, d'un ou plusieurs lecteurs ou interrogateurs et d'un intergiciel (*middleware*) qui assure la communication entre l'infrastructure *RFID* et les différents systèmes intra organisationnels tels que les ERP, les WMS, les bases de données. [41]

#### III.1.3.1 Définition : Qu'est-ce que la radio identification ?

Le terme *RFID* englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes.

Le système *RFID* autrement dit l'identification par radio-fréquence est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une



étiquette qui émet des ondes radio. C'est une technologie d'identification automatique au même titre que le code à barres

### **III.1.4. Les type de tag RFID :**

***Il existe plusieurs catégories d'étiquettes RFID :***

- ***Les étiquettes en «lecture seule»*** : Elles comportent un numéro d'identification gravé par le fondeur dès la fabrication de la puce. Le numéro peut être lu mais il n'est plus modifiable.

- ***Les étiquettes «écriture une fois, lecture multiple»*** : L'utilisateur peut enregistrer son numéro d'identification unique lors de la première utilisation de l'étiquette. Ensuite, il est seulement possible de lire cette information.

- ***Les étiquettes en «lecture réécriture»*** : Elles intègrent des pages de mémoire, en plus du code unique, permettant d'écrire et de modifier de nouvelles données associées.

La mémoire d'une étiquette radio-fréquences comprend généralement une ROM, une RAM ainsi qu'une mémoire programmable non volatile pour la conservation des données selon le type et le degré de complexité du produit.

***1.1. Mais aussi, il existe une classification par famille des étiquettes RFID ou nous pouvons constater trois familles d'étiquettes :***

***Les étiquettes RFID passive (sans batterie)*** : fonctionne en ***lecture seule*** puisque la puce ne possède pas de batterie et doit être déplacé vers le lecteur pour être lu. Elle fonctionne grâce à l'énergie propagée à courte distance par le signal de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre cout sont généralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour pouvoir fonctionner, elles sont excitées par induction électromagnétique (par l'onde radio émise par le lecteur) et elles renvoient à courte distance un signal convenu. Ils utilisent différentes bandes de fréquences radio selon leur capacité à transmettre à distance plus ou moins importante et au travers de substances différentes (air, eau, métal). La distance de lecture est inférieure à un mètre. Les basses et hautes fréquences sont normalisées au niveau mondial. Ces puces sont collées sur les produits pour un suivi allant jusqu'aux inventaires. Elles sont jetables ou réutilisables suivant les cas.

***Les étiquettes RFID active*** : fonctionne avec ***une source d'énergie*** telle qu'une petite pile ou une batterie, ce qui permet ***de lire la carte à plus longue distance***. Elles possèdent une meilleure portée mais à un coût plus élevé et avec une durée de vie restreinte. Elles peuvent se signaler seules et/ou établir des dialogues plus construits avec lecteur ;

Il faut savoir que ces étiquettes s'avèrent particulièrement bien adaptées à certaines fonctions, dont notamment la création de systèmes d'authentification, de sécurisation, d'antivol, etc. Bref, elles sont idéales pour tout ce qui concerne le déclenchement d'une alerte ou d'une alarme. Elles peuvent émettent à plusieurs centaines de mètres. Le dernier cri est le tag «insensible à l'orientation du produit».

Cette technique est principalement utilisée pour la *traçabilité de personnes*, de véhicules ou encore pour la *traçabilité logistique*.

**Les étiquettes RFID semi-passive :** ces tags semi-passive, également appelés semi-active, est alimenté par une source d'énergie embarquée. Cependant, la batterie alimente la puce *RFID* à des intervalles de temps réguliers (ils sont équipés des senseurs et disposent d'une batterie embarquée qui assure leur alimentation). Celle-ci n'envoie pas de signal comme c'est le cas pour la *RFID* passive. Cette technologie s'avère utile pour la *traçabilité alimentaire* notamment pour enregistrer les changements de température durant le transport.

Ces tags sont similaires aux cartes d'identification passive. Ils emploient des technologies proches, mais avec quelques différences importantes. Ils disposent en effet eux aussi d'une petite batterie qui fonctionne en permanence, Ces tags sont plus robustes et plus rapides en lecture et en transmission que les tags passifs, mais ils sont aussi plus chers.

### **III.2. L'Architecture d'un système RFID :**

Systèmes *RFID* est une technologie d'identification automatique sans fil (Auto-ID) et de capture de données ayant la possibilité de surveiller des objets en utilisant une balise qui porte des informations. Dans les systèmes *RFID*, différentes exigences en matière de logiciels et de matériel pour la collecte et la gestion des données sont déployées.

#### **III.2.1. Les composantes d'un système RFID :**

Il existe huit composantes principales pour la construction de systèmes RFID dans une gestion de chaîne d'approvisionnement:

- |                   |                  |                                    |
|-------------------|------------------|------------------------------------|
| 1) Étiquette RFID | 4) Contrôleur    | 7) Système logiciel (ERP)          |
| 2) Antenne        | 5) Interrogateur | 8) Infrastructure de communication |
| 3) Lecteur        | 6) Capteurs      | 9) Annonceurs / actionneurs        |

##### **III.2.1.1. RFID Tag :(en général)**

Une étiquette RFID se compose d'une puce électronique où sont stockées les informations sur l'objet, antenne reliée à la puce, électronique embarquée, et une couche de film de protection qui couvre ces composants. Elle est utilisée comme support de données électroniques, et des informations différentes peuvent être écrites et lire dans son environnement. La puce dans l'étiquette RFID peut stocker des informations de 64 bits à 8 Mo [40], ce qui signifie que l'étiquette peut contenir des informations importantes telles que la navigation, l'historique, le numéro de commande, les renseignements sur le client, les renseignements sur l'entreprise / le personnel et le numéro de série [39]. Il existe plusieurs types d'étiquettes dans différentes formes et tailles. Une façon commune de

catégoriser les tags est par leur source d'alimentation. C'est aussi l'un des principaux facteurs déterminants pour le coût et la longévité d'une étiquette.

De plus, les transpondeurs RFID (Tag) peuvent être soit en mode lecture (n'offrent que la possibilité de lire l'information produit) ou bien en mode lecture et écriture (offrent la possibilité de modifier les informations produits inscrites sur la puce, dans le cadre d'ajout d'informations complémentaires ou d'effacement d'informations inutiles). [42]

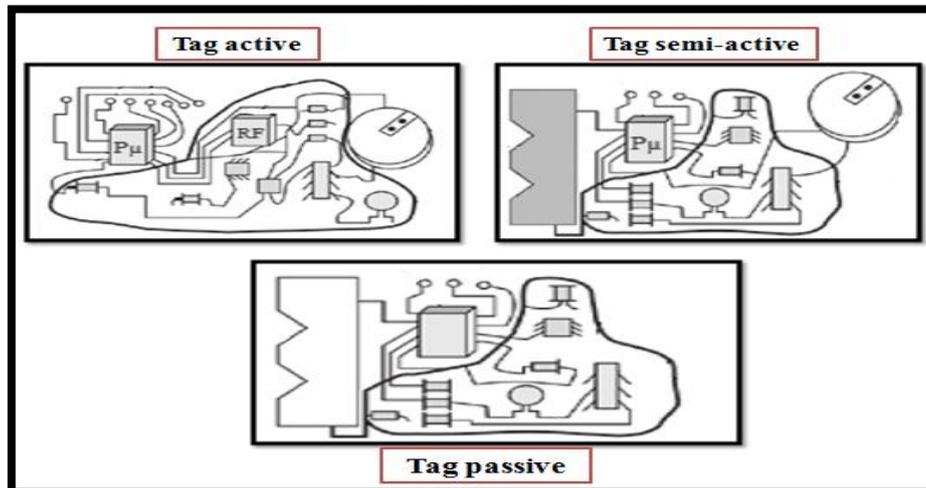


Figure III.13: Les type des tags RFID

### III.2.1.2. Lecteur RFID :

Les lecteurs, souvent appelés « interrogateurs », sont le pendant des puces RFID et peuvent, comme ces derniers, présenter des caractéristiques techniques extrêmement variées. Dans un scénario type, le lecteur envoie un signal « à la puce et attend sa réponse. La puce détecte le signal et envoie une réponse qui contient un numéro de série ainsi qu'éventuellement d'autres informations. Dans les systèmes RFID de base, le signal du lecteur fonctionne comme un interrupteur marche-arrêt. Dans les systèmes plus sophistiqués, le signal radio du lecteur peut contenir des commandes destinées à la puce, des instructions pour effectuer des opérations de lecture/d'écriture dans la mémoire de la puce. Un lecteur peut être doté de fonctionnalités GPS et de dispositifs de connexion à des systèmes et des réseaux d'information. [38]



Lecteur de type pistolet



Lecteur de type ordinateur



Lecteur miniature

La communication entre le lecteur et l'étiquette s'effectue via les antennes qui équipent l'un et l'autre, ces éléments étant responsables du rayonnement radiofréquence. Les antennes dont dispose le lecteur sont plus ou moins standardisées, La puissance du lecteur est donc à

combiner avec l'antenne adéquate, ceci permettant de déterminer la portée optimale de la lecture. Généralement, on distingue quatre modalités :

- Lecture de proximité : entre 10 et 25 cm ;
- Lecture de voisinage : jusqu'à 1 mètre ;
- Lecture à moyenne distance : de 1 à 9 mètres ;
- Lecture longue portée : jusqu'à plusieurs centaines de mètres.

Par ailleurs, le terme de lecteur *RFID* est en fait une impropriété, puisque ce dernier est également capable d'écrire des informations sur l'étiquette. Car, si bon nombre

d'étiquettes sont en lecture seule (le code qu'elles contiennent ayant été « imprimé » en même temps que l'étiquette elle-même, d'autres contiennent, au-delà du code de base, une zone mémoire pouvant contenir des données variables.

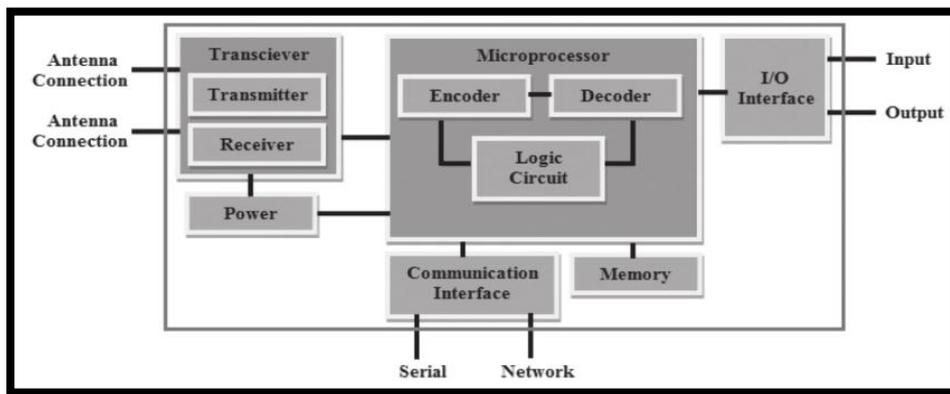


Figure III.14 : Les composants d'un lecteur RFID

❖ **Bien choisir un lecteur RFID :**

Pour pouvoir communiquer avec les étiquettes *RFID*, il faut **un lecteur fixe ou portable**. Ce lecteur a pour but de lire les données si elles ont été enregistrées à leur conception ou bien de modifier le contenu si la puce le permet.

Types	Caractéristiques	Distance de lecture	Fréquence
<b><u>Fixe</u></b>	Sous forme de portique ou bornes notamment en caisse de supermarché, en contrôle d'accès, à la bibliothèque.	<b>Proximité</b> : 25cm, <b>Voisinage</b> : jusqu'à 1m, <b>Moyenne distance</b> : jusqu'à 9m, <b>Longue portée</b> : centaines de mètres.	<b>Basse fréquence</b> <b>BF125 KHZ</b>  <b>Haute fréquence</b> <b>HF</b> <b>13, 56 MHZ</b>
<b><u>Portable</u></b>	Flasher portatif pour lire les étiquettes manuellement. Les étiquettes n'ont pas besoin d'être déplacé.	<b>Quelques centimètres à quelques mètres</b>	<b>Très haute fréquence</b> <b>UHF 868 MHZ</b>



Figure III.15 : Lecteur UHF Fixe Longue distance



Figure III.16: Lecteur UHF Portable

### III.2.1.3. Le Système EPC (Electronic Product Code) :

Le système EPC est un système de codification international. Il associe la technologie *RFID* à un réseau de bases de données accessibles par Internet d'objet est identifié par un code (dit EPC) et le code produit électronique *EPC* représente l'un des éléments-clés d'un réseau *RFID*. Il est enregistré au sein même des étiquettes à radio-fréquences, et identifie certains éléments lors de leurs déplacements d'un endroit à un autre et les données étant synchronisées de façon efficace. En définissant une manière standard de lier des informations aux produits, *EPC* offre aux entreprises un moyen de partager des informations plus efficacement. Tout au long de la chaîne d'approvisionnement, les opérations s'effectuent plus rapidement, puisque les produits sont reconnus facilement dans le monde entier.

- ✓ Le couplage de la technologie RFID et le réseau EPC permet la fusion des flux informationnels et des flux physiques dans une chaîne d'approvisionnement. Il sert aussi de plate-forme solide pour la mise en place des stratégies innovantes d'automatisation des processus d'affaires et de l'informatique ubiquitaire indispensables au support et à la gestion des prochaines générations d'objets dits intelligents qui peupleront les chaînes d'approvisionnement de l'avenir.[42]

### III.2.2. Fréquences de fonctionnement dans les systèmes RFID :

Chaque système RFID fonctionne sur une bande de fréquences bien précise qui détermine les principales possibilités et limites du système ; ces bandes sont présentées de façon synthétique sur la **Figure III.18**.

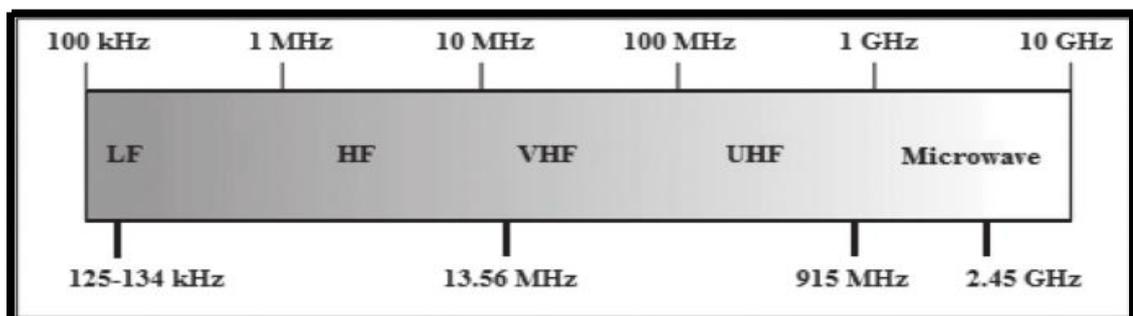


Figure III.17: la bande de fréquence RFID [46]

Le terme « radiofréquence » qui est employé pour la RFID fait référence à l'émission d'énergie à l'intérieur du spectre des fréquences radio. Les systèmes RFID fonctionnent sur les bandes de basse fréquence (**LF**), haute fréquence (**HF**), ultra-haute fréquence (**UHF**) et **Micro-ondes**. Contrairement à certains systèmes de communication radio qui utilisent des fréquences nécessitant une licence (comme par exemple la téléphonie mobile ou la télévision), les systèmes RFID fonctionnent sur des fréquences particulières sans licence qui ne sont pas totalement harmonisées à l'échelle mondiale, notamment dans la gamme des UHF et des micro-ondes. Le fait que l'on utilise pour la RFID des fréquences différentes selon les régions peut être un défi de taille pour les partisans d'un déploiement planétaire des applications RFID.

Type de fréquence	Fréquence de fonctionnement	Distance de lecture (m)	Taux de transfert	Normes
Basse fréquence	< 135 kHz	0.5	1kb/s	ISO 14223/1, ISO 18000-2
Haute fréquence	13,56 Mhz	1	25kb/s	ISO 14443, ISO 15693, ISO 18000-3
Très haute fréquence	863 à 915 Mhz	3 à 6	28kb/s	ISO 18000-6

Tableau III.3: Fréquence de fonctionnement et la distance de lecture

### III.3. Principe de fonctionnement :

L'ensemble de l'étiquette est activé par un signal radio fréquence variable, émis par un lecteur composé lui-même d'une carte électronique et d'une antenne. Le lecteur peut être fixe ou mobile, et son antenne peut prendre plusieurs formes, et par exemple s'intégrer dans le cadre d'une porte, pour une application de contrôle d'accès. Le lecteur ou interrogateur transmet un signal selon une fréquence donnée vers une ou plusieurs étiquettes radio situées dans son champ de lecture.



Lecture d'une étiquette RFID

Celles-ci transmettent un signal en retour. Lorsque les étiquettes sont "éveillées" par le lecteur, un dialogue s'établit selon un protocole de communications prédéfinies, et les données sont échangées.

Les étiquettes RFID fonctionnant à basses ou moyenne fréquence utilisent un champ électromagnétique créé par l'antenne du lecteur et l'antenne de l'étiquette pour communiquer. Le champ électromagnétique alimente l'étiquette et active la puce. Cette dernière va exécuter les programmes pour lesquels elle a été conçue. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse. Le lecteur reçoit ces informations et les transforme en code binaire. Dans le sens lecteur vers étiquette,

l'opération est symétrique, le lecteur émet des informations par modulation sur la porteuse. Les modulations sont analysées par la puce et numérisées. [47]

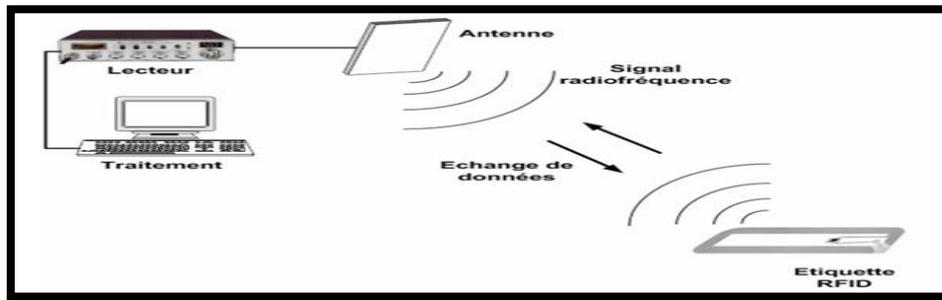


Figure III.18: Schéma général d'un système d'identification par radio fréquence [47]

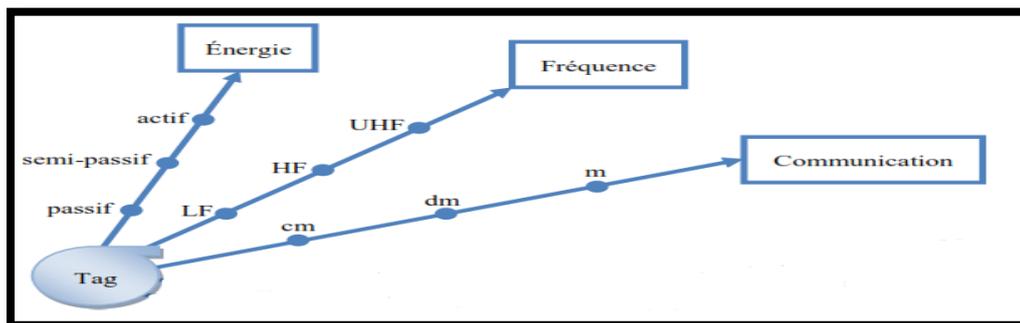


Figure III.19: Principales caractéristiques d'un tag RFID

### III.4. RFID et la chaîne logistique :

#### III.4.1. Pourquoi intégrer la RFID à la chaîne logistique ?

Utilisée dans une chaîne logistique, la RFID permet d'identifier et de suivre quasiment en temps réel les produits équipés d'étiquettes et présente donc de nombreux avantages :

- ❖ Amélioration de la visibilité et de la prévision de la demande, meilleure planification à tous les niveaux et centralisation de l'information.
- ❖ Inventaires facilités, plus rapides (un portique RFID peut lire jusqu'à 50 tags par seconde) et exacts.
- ❖ Suivi des stocks et réassort en cas de rupture, meilleure gestion des flux de produits et optimisation de la productivité.
- ❖ Lutte contre le vol.
- ❖ Gain de temps pour les équipes qui ont moins de saisie manuelle à effectuer.
- ❖ Diminution du taux d'erreurs (envois incomplets, erronés...) sans qu'une vérification manuelle ne soit nécessaire.
- ❖ RFID permettant l'identification des produits durant le processus de préparation et d'expédition des commandes.
- ❖ Offre une sécurité accrue et un gage de qualité à l'entreprise.

### III.4.2. Une nouvelle norme RFID de l'ISO pour tracer les produits dans la chaîne logistique :

L'élaboration et l'application de normes concernant les aspects techniques et la gestion de la RFID, à l'intérieur d'un même secteur et entre secteurs différents, favorise l'interopérabilité et l'apparition de nouveaux entrants sur le marché, et permet de réaliser des économies d'échelle dans les applications, en particulier au niveau international. Toutes les parties prenantes devraient être associées à l'élaboration de normes mondiales ouvertes et à l'harmonisation des normes sur la RFID tant à l'intérieur des secteurs qu'entre eux. Les normes peuvent aussi jouer un rôle important pour faciliter l'intégration de la sécurité et de la protection des données personnelles, et diffuser les bonnes pratiques concernant les systèmes RFID. [38]

Pour des raisons de sécurité et de fiabilité, la traçabilité des produits dans la chaîne logistique a pris une importance considérable ces dernières années. La nouvelle norme ISO 17367:2009 aidera les producteurs et les distributeurs à suivre les produits et à gérer leur traçabilité grâce à des étiquettes normalisées d'identification par radiofréquence (RFID).

La traçabilité consiste à suivre un produit et à recueillir les informations le concernant à chaque stade de production, de traitement, de distribution et de vente. Le développement de l'identification par radiofréquence (*RFID*), des équipements périphériques et de leurs applications est indispensable si l'on veut accroître la sûreté et la fiabilité des produits de consommation.

**ISO 17367:2009**, Applications de *RFID* à la chaîne logistique – Étiquetage de produit, définit les caractéristiques de la *RFID*, qui est utilisée dans la chaîne logistique, appliquée à l'étiquetage de produit. On y trouve en particulier des recommandations concernant:

- Le codage d'identification du produit
- Les informations supplémentaires concernant le produit à intégrer dans l'étiquette *RFID*
- La sémantique et la syntaxe de données
- Le protocole de données à utiliser pour l'interface entre les applications bureautiques et le système *RFID*
- Les normes relatives à l'interface hertzienne entre le lecteur *RFID* et l'étiquette *RFID*.

«**ISO 17367:2009** offre davantage de sécurité pour les produits du monde entier qui utilisent la technologie *RFID*. Elle facilitera et rendra efficace l'échange des marchandises dans le commerce international et la logistique.»[46]

**ISO 17367:2009** peut être appliquée à un grand nombre d'industries. Elle a été élaborée dans l'optique d'assurer la compatibilité (tant au niveau physique, qu'au niveau des commandes et des données) avec quatre autres Normes internationales, classées sous le titre générique: Applications de *RFID* à la chaîne logistique. Les Normes internationales de cette série sont interopérables et n'interfèrent pas. En voici la liste:

- ❖ **ISO 17364:2009**, Applications de *RFID* à la chaîne logistique – Éléments restituables de transport (RTI).
- ❖ **ISO 17365:2009**, Applications de *RFID* à la chaîne logistique – Unités de transport.
- ❖ **ISO 17366:2009**, Applications de *RFID* à la chaîne logistique – Emballage de produit.

Ces Normes internationales définissent les aspects techniques et la hiérarchie de données des informations nécessaires à chaque stade de la chaîne logistique.

**ISO 17367**, Applications de *RFID* à la chaîne logistique – Étiquetage de produit, est disponible auprès des instituts nationaux membres de l'ISO.

### III.5. La RFID : une amélioration de la performance en entreprise :

De nombreux distributeurs et entreprises de logistique trouvent de nouvelles utilités à cette technologie : la gestion des bagages en aéroport, l'inventaire en boutique, le picking en rayon ou la gestion des stocks dans sa globalité.

#### III.5.1. La traçabilité des produits :

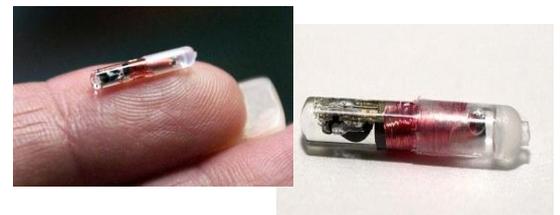
##### III.5.1.1. Dans les bétails :(Comme dans notre problématique)

Il est possible de suivre un produit portant une étiquette *RFID* de sa fabrication jusqu'à sa vente en caisse. L'analyse de ses données permet d'optimiser la chaîne logistique, de gagner du temps et de l'argent.

L'une des utilisations les plus anciennes pour ce type de procédé vient des années 80 pour l'identification et la traçabilité du bétail. La technologie *RFID* permet de contrôler les animaux de leur naissance jusqu'à l'abatage sans fraude, pour une meilleure traçabilité pour le consommateur et l'agriculteur. Aujourd'hui, de plus en plus de puces sous cutanées sont introduit sous la peau de certains animaux notamment pour une meilleure identification des animaux de compagnie (en cas de perte) ou un contrôle des animaux en voie de disparition.



**Figure III.21** : La puce RFID permet d'identifier le Bétail et de le géo-localisation



**Figure III.20**:Puce pour l'identification d'animaux

##### III.5.1.2. Dans l'industrie :

Cette étiquette est posée sur le produit ou sur son emballage au cours de sa fabrication. La puce permet de tracer le produit durant son parcours : pendant le transport, le stockage ou encore la mise en rayon dans un magasin. Cette technique permet d'estimer au mieux le coût et la durée de la chaîne logistique.

**III.5.2. La gestion des stocks :**



Dans les magasins et usines qui possèdent des stocks, la *RFID* est le moyen d'analyser rapidement les flux. Le système informatisé permet d'avoir une trace des flux : du stock jusqu'à la vente. La caisse communique avec l'ordinateur mettant ainsi à jour la liste du stock.



Cette technique permet de maîtriser au mieux le coût de ses stocks. La technologie informe de l'arrivée et de la sortie du produit. En cas de vol dans un stock, il est possible de retracer le parcours du produit. Au-delà des stocks, les magasins peuvent également accélérer l'inventaire en boutique. Des entreprises telles que Tesco, une marque britannique, utilisent des robots équipés de lecteurs *RFID* pour lire les puces et faire l'inventaire.

Les étiquettes *RFID* permettent de reconnaître un produit et d'obtenir toutes ses caractéristiques. Ce procédé s'est notamment vu sur des étiquettes authentifiant le but d'éviter le vol et la contrefaçon. Pour optimiser au mieux sa chaîne logistique, des entreprises comme Décathlon utilisent la technologie *RFID* pour reconnaître les produits et les échanger sans tickets de caisse.

**III.6. Les différents supports:**

Aujourd'hui, la RFID se développe sous différents supports:

Types de support	Objectifs
<p><b>Cartes et badges:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des personnes</li> <li>• Paiement sans contact</li> <li>• Contrôle d'accès en entreprise</li> <li>• Transports</li> <li>• Cartes de fidélité</li> </ul>
<p><b>Étiquettes et stickers:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des biens</li> <li>• Stockage et inventaire</li> <li>• Lutte contre la contrefaçon</li> <li>• Traçabilité des produits</li> <li>• Promotion dans les événements</li> </ul>
<p><b>Bracelets:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des personnes</li> <li>• Paiement sans contact</li> <li>• Promotion dans les événements</li> </ul>
<p><b>Porte-clés et tags:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accès à des résidences, locaux et parking</li> <li>• Badges d'accès en entreprise</li> </ul>
<p><b>Puces sous cutanés:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification d'animaux</li> </ul>

Tableau III.4 : Les différents supports de technologie RFID

**III.7. Les domaines des utilisations de la technologie RFID :(les applications)**

La technologie *RFID* offre plusieurs possibilités d'applications dans différents domaines de la vie de tous les jours.

<b>Sécurité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion du personnel</li> <li>• Control d'accès aux zones réservées</li> <li>• Authentification d'objet comme la carte d'identité</li> </ul>
<b>Agroalimentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de la chaine du froid des produits alimentaire</li> <li>• Suivi de la chaine de fabrication des produits frais</li> <li>• <b>Suivi du bétail</b></li> </ul>
<b>Industrie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification et suivi de vêtements</li> <li>• Blanchisserie industrielle</li> <li>• Identification et suivi des bouteilles de gaz</li> </ul>
<b>Logistique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de bagage dans le transport aérien</li> <li>• Suivi de sacs postaux</li> <li>• Identification de produit palettises</li> <li>• Suivi et pistage de containers</li> <li>• Contrôle d'accès (parking)</li> </ul>
<b>Véhicule</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion de flotte de véhicule</li> <li>• Authentification de véhicule</li> <li>• Paiement des carburants ou de zone de péage</li> <li>• Antivol, anti-démarrage</li> <li>• Contrôle des pneumatiques</li> </ul>
<b>Médical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion de collectes des déchets médicaux jusqu'à l'incinération</li> <li>• Tatouage électroniques pour animaux</li> </ul>

**Tableau III.5:** Les domaines des utilisations de la technologie RFID

**III.8. Les avantages de la RFID :**

Les avantages majeurs de l'identification par radio-fréquences, comparativement aux codes barres, sont résumés dans le Tableau :

	<b><i>RFID</i></b>	<b><i>Code-barres</i></b>
<b><i>Facilité de lecture</i></b>	Lecture sans ligne de visée (la puce peut être à l'intérieur du produit)	Lecteur orienté vers l'étiquette
	Lecture à distance	Lecture avec une faible distance entre l'étiquette et le lecteur
	Lecture dans des conditions difficiles (givre, saleté...)	L'étiquette est parfois abimée dans ces conditions
	Lecture automatisée en général	Lecture généralement manuelle
	Lecture plus rapide	
	Lecture simultanée de plusieurs produits	Lecture produit par produit
	Grande mémoire, possibilité de stocker plus d'information	
	Identification individuelle des produits	Identification par type de produits en général

<b>Mémoire, disponibilité et accessibilité de l'information</b>	Possibilité de disponibilité de l'information sans consulter une base de données	Disponibilité de l'information en consultant la base de données
	L'information peut être effacée, modifiée, ajoutée	Information figée
	Possibilité de suivre le produit durant tout son cycle de vie	Information figée
<b>Coûts</b>	Implémentation assez chère	
	Fonctionnement plus cher qu'avec un système de code-barres	
	Réduction de certains coûts (vol, perte, mauvais placement, inventaire)	

**Tableau III.6 :** Avantages et inconvénients de la RFID par rapport à l'identification par codes barres

### III.9. Conclusion :

Nous venons de présenter la technologie RFID ou l'identification par radiofréquence comme étant un sous domaine de l'ensemble des technologies d'identification et acquisition de données automatiques. Ces technologies sont de systèmes sans fil permettant une lecture d'information sans contact.

La technologie d'identification par radiofréquence (RFID) est en train d'émerger comme un nouveau système inter-organisationnel, qui va profondément transformer les processus et pratiques d'affaires de la chaîne d'approvisionnement.

Elle consiste en un échange d'informations via des ondes de fréquence radio entre un lecteur et une étiquette électronique porteuse de l'information. Tout système RFID comprend une étiquette électronique (tag) pour mémoriser des informations, un lecteur (reader) et un intergiciel (middleware).

En général, les transpondeurs RFID peuvent être classifiés selon leur taille, leur mode d'alimentation (actif, passif ou semi-passif), leurs propriétés en lecture et/ou écriture, le prix, la performance de communication et les fréquences d'utilisation.

Nous avons présenté dans ce travail, l'architecture, les concepts, les avantages, inconvénients, les différentes applications dans des domaines variés et la traçabilité de la technologie *RFID*. Nous avons mis l'accent sur la traçabilité, en ressortant les définitions, le principe, les avantages et les exigences dans les chaînes logistiques. Le long de ce travail, il s'est avéré que la technologie *RFID* est un outil très efficace et plus avancé pouvant résoudre les problèmes d'identification, de localisation, de suivi et d'analyse, la *RFID* peut permettre d'améliorer et garantir la qualité des produits même pour assurer la sécurité humaine.

La *RFID* va dans un futur proche remplacer tous les codes-barres (à partir de 2020) de la grande distribution et ainsi accroître l'efficacité d'un point de vente et promettre à un avenir certain, dans le domaine de la logistique et distribution.



Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



**SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :**



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

# Chapitre IV

## **Notre Problématique**

#### IV.1. Introduction :

La traçabilité de la viande est l'une des traçabilités qui demande beaucoup d'attention car elle est exposée à plusieurs dangers (pourrir, maladie des animaux, infestations), on a vu les années précédentes des crises, telle que la vache folle qui a eu lieu en 1996, cette crise a suffi pour faire tomber les ventes des viandes qui a atteint 117000 tonnes entre 1995 et 1996 dans le monde, en plus de la perte de confiance des consommateurs, 25% des consommateurs ont changé leurs habitudes (celle de manger de la viande).

Aujourd'hui la traçabilité de la viande est devenue la plus avancée, la crise de la « vache folle » a obligé les états et les entreprises à répondre efficacement au sentiment d'insécurité des consommateurs, c'est en 1997 qui a eu un accord interprofessionnel d'imposer l'étiquetage des lieux de naissance, d'élevage et d'abattage.

Ces identifications de l'animal sont fournies aux abattoirs qui continuent à identifier très précisément les produits à chaque étape de la transformation. [73]

Ces dernières années, le commerce des aliments Halal se répand à un rythme rapide. De plus, les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par l'intégrité des aliments Halal sur toute sa chaîne d'approvisionnement pour faire en sorte que les produits qu'ils achètent dans les supermarchés sont vraiment Halals. Ceux-ci ne sont pas comme les principes traditionnels de tout autre type d'aliment. Cela exige des fournisseurs d'aliments Halal qui surveillent les chaînes d'approvisionnement des aliments halal pour fournir des informations adéquates sur les aliments achetés dans les supermarchés qui peuvent être facilement accessibles par les consommateurs.

#### IV.2. Un état de l'art sur les applications du système RFID dans une chaîne d'approvisionnement :

De nombreuses études utilisant des techniques *RFID* ont été signalées pour assurer la sécurité des produits et / ou l'originalité dans les secteurs de la chaîne d'approvisionnement. Le **tableau IV.8** recense quelques publications préliminaires dans des études sur la traçabilité des produits à base de l'améliorer de l'intégrité du *produit Halal* :

<b>Mansor 2013[60]</b>	A proposé une méthode pour vérifier les couleurs de viande afin de déterminer si les abattoirs de volaille est manipulée de manière appropriée à Halal.
<b>Junaini et Abdullah [61]</b>	A suggéré un mobile Méthode de vérification des produits Halal sur laquelle les informations d'un produit Halal peuvent être envoyées à Le téléphone portable d'un client utilisant la technique de balayage du code à barres du téléphone de la caméra.
<b>Shanahan, [62]</b>	A proposé un cadre basé sur la RFID pour améliorer la traçabilité des sorties dans les fermes et les abattoirs où chaque oreille de bétail est attachée avec une étiquette RFID.
<b>Kassim [63]</b>	Synthétisé un système similaire utilisant des applications mobiles qui permettent aux clients de vérifier informations sur les produits halal directement sur leurs téléphones mobiles.
<b>Bahrudin [64]</b>	développé un Système de suivi utilisant la technologie RFID pour améliorer l'intégrité du produit Halal.
<b>Feng [65]</b>	A développé un système de traçabilité en intégrant les applications RFID dans un système numérique personnel assistant (PDA), qui est un ordinateur de poche utilisé par les opérateurs dans les sections de segmentation du bœuf pour collecter des données et imprimer des informations sous forme d'étiquettes de code à barres associées à chaque paquet de bœuf segmenté. Des études similaires sur la traçabilité du bœuf ont été rapportées.

<b>Expósito [66]</b>	A développé un suivi basé sur RFID système utilisé pour tracer une chaîne d'approvisionnement en vin. Le système développé collecte des données des informations météorologiques et botaniques associées aux raisins utilisés à partir des étiquettes RFID qui sont attachés aux boîtes de raisin et envoie les données collectées à un serveur central via un GPRS système. Ces données d'information peuvent également être consultées en ligne par les consommateurs.
<b>Barge [67]</b>	Décrit un système de traçabilité au niveau de l'article pour les produits fromagers dans une usine un morceau de fromage est attaché avec une étiquette RFID pour garantir une identification différente du fromage tels que le type de fromage, la date de production et la date de péremption. Des études similaires ont été rapportées.
<b>Sun [68]</b>	Afin d'identifier l'origine des produits agricoles <b>Sun</b> , a développé un anti-système RFID-GPS contrefait dans lequel les données GPS et les codes chinois chiffrés ont été appliquées. Le système sert à collecter les données de localisation et le poids des produits agricoles, puis imprimer l'étiquette anti-contrefaçon, les données recueillies sont Crypté / décrypté à l'aide de l'algorithme AES (Advance Encrypted Standard) avec un différent Code de chiffrement.
<b>Jedermann 2006 [69]</b>	A développé un conteneur intelligent qui peut également surveiller Fraîcheur des fruits pendant le transport en utilisant une combinaison de capteurs RFID, les réseaux et les agents logiciels.
<b>Zhang 2009 [70]</b>	A introduit un système basé sur la <i>RFID</i> qui peut améliorer la traçabilité des aliments surgelés en termes de température alimentaire et de temps d'arrivée pendant le stockage et le transport en utilisant des capteurs <i>RFID</i> , GPS et applications mobiles.
<b>Chen [71]</b>	A proposé un nouveau type d'application <i>RFID</i> à savoir <i>2G-RFID-Sys</i> à l'aide d'Internet d'objets avec des capteurs tags <i>RFID</i> (étiquettes semi-passives intégrées à Capteurs) qui peuvent surveiller les températures alimentaires dans une chaîne raffinée d'approvisionnement froid intelligent.
<b>Wang [72]</b>	A présenté un système de soutien en temps réel en matière de suivi en ligne qui peut surveiller la qualité des produits périssables fournissant aux conducteurs des suggestions sur la façon de Faire face à une anomalie lorsqu'une alerte est déclenchée pendant le transport afin de Réduire les pertes de produits périssables.

### IV.3. L'objectif:

Le travail que nous présentons ici c'est un développement d'un **CLVH** (chaîne logistique de viande Halal) activé par un réseau *RFID* pour améliorer la traçabilité dans la chaîne logistique agroalimentaire en termes d'intégrité des produits à base de viande Halal.

La Planification d'un système *RFID* dans la **CLVH** intégrale de la ferme jusqu'aux consommateurs. Et on va faire face à la demande croissante pour les produits à base de viande Halal selon la loi islamique, une méthodologie **CLVH** complète et bien gérée nécessite d'améliorer la traçabilité de l'intégrité de la viande Halal tout au long de chaîne approvisionnement.

Pour cela, dans une approche d'étude stratégique, nous proposons des modèles mathématiques pour optimiser les coûts d'installation d'un système *RFID* dans un réseau de chaîne agroalimentaire. Ce modèle a été développé pour étudier la faisabilité économique du système de surveillance de la *RFID*. Une étude de cas générique a été utilisée pour examiner la faisabilité des **CLVHs** dotée de la technologie *RFID*. Le modèle mathématique mis au point est optimisé sur le solver **LINGO**.

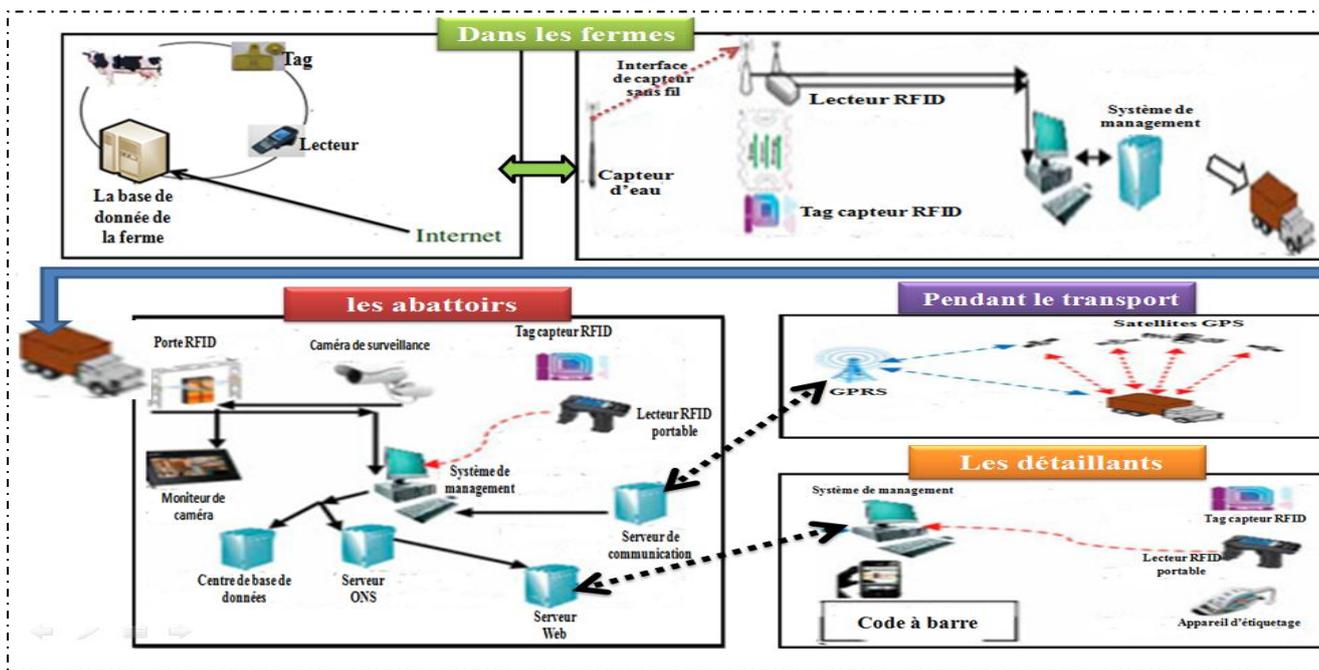
**CLVH** : Chaîne Logistique de Viande Halal.

**IV. 4. Problématique :**

**IV. 4. A/ Architecture du réseau RFID à installer dans la chaîne logistiques à trois entités ferme, abattoirs et détaillant :**

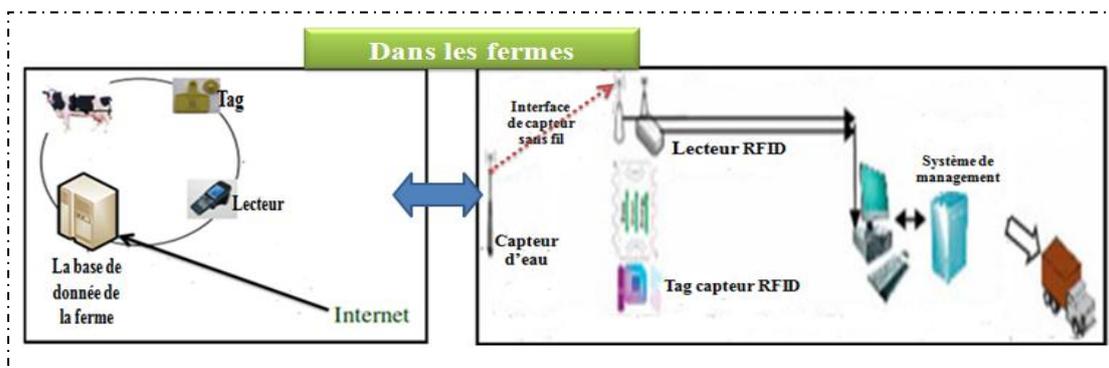
Pour visualiser les équipements que nous devons avoir la **Figure IV.22**, montre L'architecture général des équipements et l'installation de système RFID de la ferme jusqu'à point de vente.

La **Figure IV.23** présenté l'architecture d'un **CLVH** avec un système **RFID** simplifié pour la surveillance de chaque processus de production et de transport de viande Halal. Notre model (CLVH) se compose de fermes, abattoirs, transporteurs, détaillants et Consommateurs comme décrit ci-dessous:



**Figure IV.22 : Architecture de l'CLVH de surveillance basée RFID (le modèle général de notre problématique)**

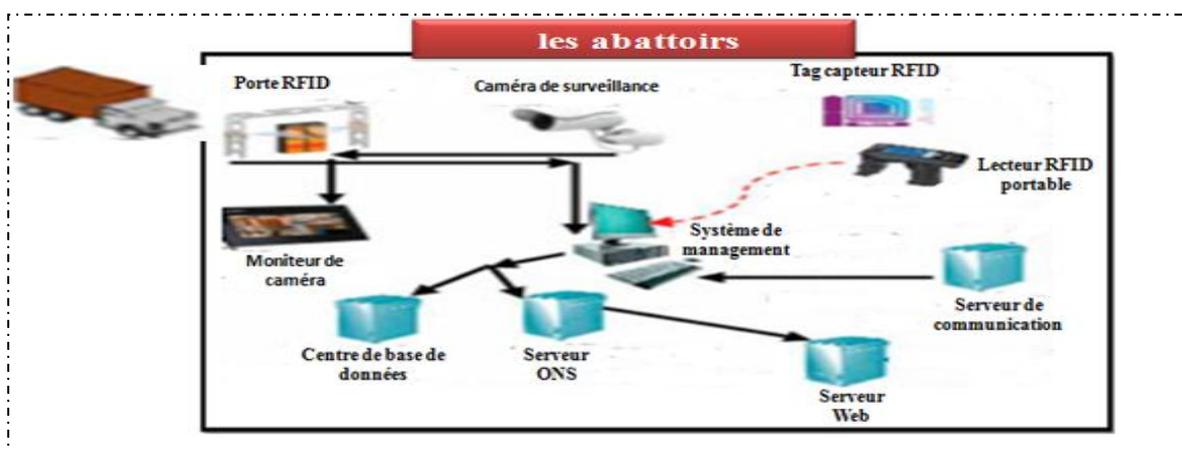
**IV.4.1. Dans les fermes:**



**Figure IV.23: L'architecture de la technologie RFID dans la ferme**

Chaque bétail est rattaché à un capteur RFID intégré avec un tag 2G RFID (deuxième génération RFID) qui peut stocker les informations. L'étiquette de capteur 2G-RFID est capable de transmettre les données sur le code d'identification de chaque bétail, et aussi de chaque état de santé du bétail, comme **les battements cardiaques** et **les températures corporelles**. Les données sont collectées par des lecteurs RFID portable qui interrogent les étiquettes des capteurs RFID en émettant des signaux radio ensuite répondent en envoyant des données vers les lecteurs RFID. Les informations recueillies par les lecteurs RFID sont envoyées à un ordinateur hôte Système de management. On a utilisé des capteurs d'eau dans chaque bassin de la ferme pour contrôler l'eau selon chaque bétail. Lorsque l'eau est contaminée détectée par un capteur d'eau, il envoie une alerte au système de management et les agriculteurs devraient isoler ces animaux contaminés, Les agriculteurs prennent un dossier médical de bétail concernant des maladies, des traitements médicaux et les Résultats des traitements.

**IV.4.2. Dans les abattoirs:**



**Figure IV.24 : Les équipements et l'installation dans les Abattoir avec une nouvelle technologie de RFID**

Lorsque chaque bétail est attaché avec *une étiquette 2G-RFID*, une fois le transport de bétail rentre à travers le Portail de RFID de l'abattoir qui lire les informations de chaque bétail automatiquement dans une base de données sur les abattoirs. Pour se conformer au processus d'abattage Halal, Lieux d'abattage doivent être surveillés par des caméras installées (*Caméra de surveillance, Caméra de contrôle*). Si un bétail n'est pas abattu selon le mode de Halal, ce bétail doit être isolé et marqué comme Non-Halal. À la fin du processus d'abattage, chaque viande est emballée et étiquetée avec une nouvelle étiquette de capteur 2G-RFID qui sont utilisées pour surveiller ses valeurs de PH et la valeur typique du PH pour les viandes varient de 4,8 à 5,8. Les informations peuvent être collectées par un lecteur RFID portable et les informations de ce dernier sont collectées par la base de données de l'abattoir.

IV.4.3. En transport:

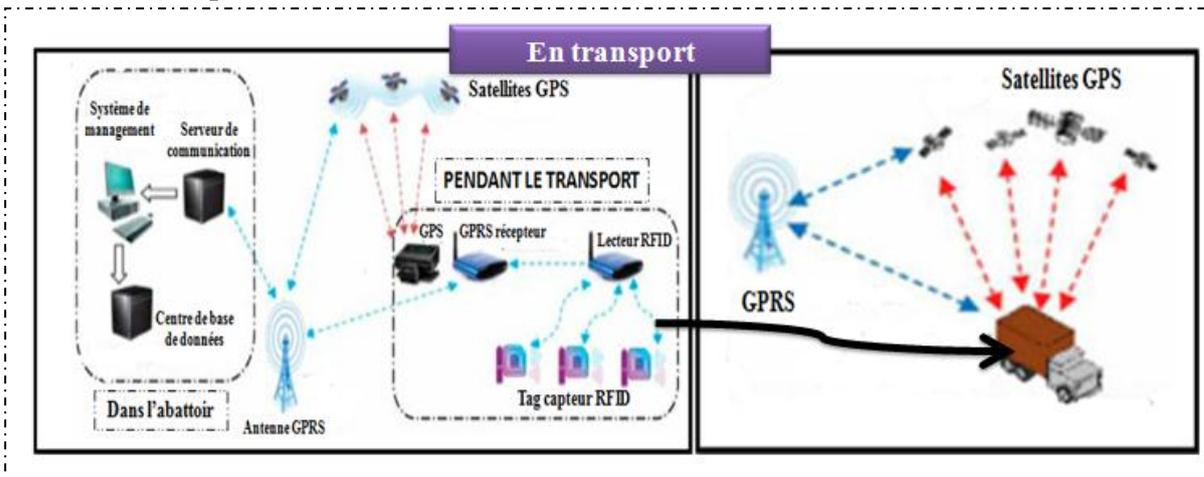


Figure IV.25 : Le système de surveillance du transport.

La figure IV.25 présente l'architecture du système de surveillance proposé pendant le transport des produits de viande Halal, des abattoirs aux détaillants. Chaque conteneur de camion est équipé d'un lecteur RFID, un capteur de température, un GPS et d'un système GPRS. Le lecteur RFID est utilisé pour recueillir les informations d'identification ainsi que le PH valeurs des étiquettes de capteur 2G-RFID, qui sont attachées avec chaque viande Halal emballée dans le camion. Le GPS est utilisé pour localiser les emplacements du camion vers les détaillants. Un capteur de température détecte les températures des conteneurs et envoie une alerte pour avertir les conducteurs si la température atteint la limite supérieure. Les données collectées par un Lecteur RFID GPS /GPRS est envoyées au système de management des abattoirs sur un réseau GPRS (GPRS émetteur, une antenne et un récepteur). Ces informations peuvent être récupérées par les détaillants.

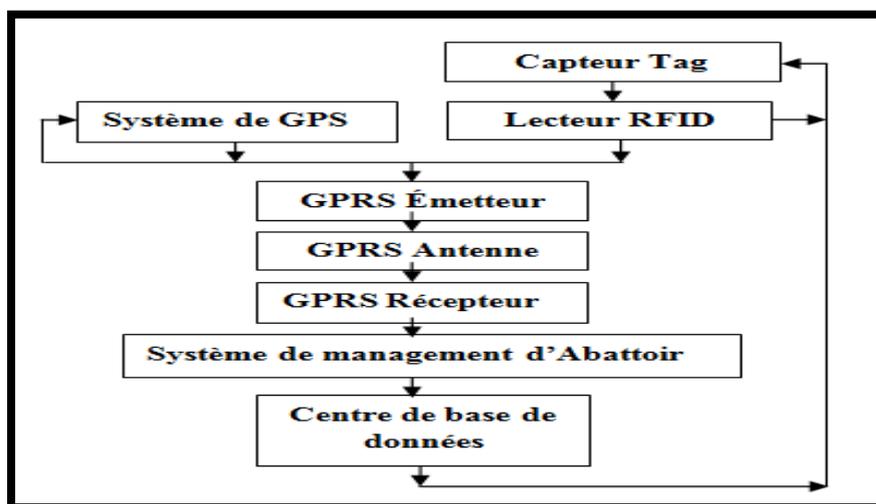


Figure IV.26 : Flux de données du processus de suivi des transports.

**GPRS** : General Packet Radio Service.

**GSM** : General système mobile.

**GPS** : Global Positionning System

**IV.4.4. Dans les détaillants ou les supermarchés:**



**Figure IV.27: Le nouveau système dans le détaillant**

Une fois que les viandes emballées provenant des abattoirs arrivent chez un détaillant ou un détaillant supermarché, chaque viande emballée est balayée par un lecteur RFID portatif à collecter des informations qui sont ensuite téléchargées dans un système de gestion d'inventaire au détaillant ou le supermarché. La viande dans chaque colis peut alors être tranchée et emballée dans des tailles plus petites et chaque viande réemballée sont étiquetées avec une étiquette de code à barres qui contient l'information pertinente du produit de viande emballé, comme le montre dans le **Tableau IV.7**

<i>Catégorie</i>	<i>Détails</i>
Type de viande	Mouton
Origine de la viande	El Bayedh /Djelfa
Date d'abattage	12/04/16
Abatteur Nom	Person
Date d'arrivée à la boutique	13/04/16

**Tableau IV.7 :** les informations de viande emballé dans des abattoirs à vendre chez les détaillants ou les supermarchés.

- Les opérations et les actions correspondantes d'un processus de surveillance de la viande halal dans une chaîne logistique de la ferme jusqu'à les détaillants ou les supermarchés :

Les opérations	Description
<b>Fx</b>	<b>Fermes</b>
F1	Chaque bétail est rattaché à une <i>étiquette RFID</i>
F2	Un <i>capteur d'eau</i> est installé à chaque bassin d'eau pour détecter l'eau contamination; Si l'eau est contaminée le capteur d'eau envoie une alerte à la direction.
F3	Identifier et séparer le bétail.

<b>Tx</b>	<b>Traçabilité dans la ferme</b>
T1	Enregistrer les maladies d'un bétail et en entrant les informations médicales

	dans une base de donnée du la ferme.
T2	Identifier et séparer le bétail infecté.
T3	Mettre à jour <i>le système de management</i> en entrant des types de maladies et Résultats des traitements du bétail infecté.

AX	Abattoirs
A1	l'étiqueté RFID du bétail recevoir les données d'inventaire à l'aide d'un <i>lecteur RFID</i> montée dans un Porte de l'abattoir. ( <i>Portail de RFID</i> )
A2	Surveiller le processus d'abattage halal par <i>des Caméras de surveillances</i> .
A4	Séparez et marquez chaque bétail abattu.
A5	Joignez chaque bétail abattu avec une <i>étiquette de capteur RFID</i> pour Surveiller la qualité de la viande pendant le transport; Recueillir ses informations par un <i>lecteur RFID portable</i> .

Tx	Transport
T1	Surveiller les températures des conteneurs et les valeurs de pH des produits par un <i>Capteurs de température</i> et <i>marqueurs de capteur RFID</i> respectivement et envoient une alerte Pour avertir les conducteurs si l'une de ces valeurs atteint au-dessus de la limite supérieure.
T2	Transmettre les données collectées auprès <i>des lecteurs RFID</i> et <i>GPS</i> vers Le Système de management de l'abattoir via <i>un système GPRS</i> .
T3	Identifier, séparer et retourner toute viande périmée à l'abattoir.

DX	Détaillants
D1	Les opérateurs déchargent les viandes arrivées dans les magasins d'un détaillant, balayent les étiquettes RFID Par un lecteur RFID portatif pour l'acquisition de données d'inventaire.
D2	Segmenter et remballer des viandes avec des petits paquets marqués du code à barres Étiquettes prêtes à être vendues.
D3	Les consommateurs peuvent vérifier l'information sur l'intégrité de la viande Halal en analysant les codes à barres des produits à l'aide d'un scanner mobile ou en entrant des codes-barres en ligne.
D3a	Les détaillants renvoient des produits de viande non-halal aux abattoirs.

**Tableau IV.8:** Les opérations correspondantes d'un processus de surveillance CLVH.

#### IV. 4. B/ Modèle d'optimisation des installations l'architecture du réseau RFID dans la chaîne logistiques à trois entités ferme, abattoirs et détaillant :

Les ensembles, les paramètres et les variables de décisions :

Les ensembles:

Ensembles	
I	Ensemble de fermes $i \in I$
J	Ensemble d'abattoirs $j \in J$
K	Ensemble de détaillants $K \in K$

Les paramètres : (les données)



Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

Paramètre	
$C_i^{E,\alpha}$	Le coût d'équipement <b>RFID</b> ( <b>E</b> ) requis pour la ferme <b>i</b>
$C_j^{E,\beta}$	Le coût d'équipement <b>RFID</b> ( <b>E</b> ) requis pour l'abattoir <b>j</b>
$C_i^{I,\alpha}$	Le coût d'investissement (l'installation de <b>RFID</b> ) ( <b>I</b> ) requis pour la ferme <b>i</b>
$C_j^{I,\beta}$	Le cout d'investissement (l'installation de <b>RFID</b> ) requise pour l'abattoir <b>j</b>
$C_{ij}^{T,u}$	Le coût du transport ( <b>T</b> ) entre la ferme <b>i</b> et l'abattoir <b>j</b>
$C_{jk}^{T,v}$	Le coût du transport ( <b>T</b> ) entre l'abattoir <b>j</b> et détaillant <b>k</b>
$d_{ij}^u$	La distance entre la ferme <b>i</b> et abattoir <b>j</b>
$d_{jk}^v$	La distance entre l'abattoir <b>j</b> et détaillant <b>k</b>
<b>W</b>	La capacité de transport (par véhicule)
$S_i^\alpha$	La capacité de la ferme <b>i</b>
$S_j^\beta$	La capacité de l'abattoir <b>j</b>
$D_{1(j)}$	La demande de l'abattoir <b>j</b>
$D2_{(k)}$	La demande du détaillant <b>k</b>
<b>M</b>	Est un nombre plus grand.

### Les variables de décision :

Variables:	
$X_{ij}^u$	La Quantité transportées entre la Ferme <b>i</b> à l'abattoir <b>j</b>
$X_{jk}^v$	La Quantité transportées de l'Abattoir <b>j</b> au détaillant <b>k</b>
$Y_i^\alpha$	{ 1: si la ferme <b>i</b> est ouvert 0: sinon
$Y_j^\beta$	{ 1: si l'abattoir <b>j</b> est ouvert 0: sinon
$Affec1(i,j)$	{ 1 si l'affectation de la ferme <b>i</b> vers l'abattoir <b>j</b> . 0 sinon
$Affec2(j,k)$	{ 1 si l'affectation de l'abattoir <b>j</b> vers le détaillant <b>k</b> . 0 sinon
$Affec3(j, j')$	{ 1 si l'affectation de l'abattoir <b>j</b> vers l'abattoir <b>j'</b> . 0 sinon

### IV.5. Modélisation Mathématique du Problème :

Nous allons vous présenter **3 modèles** :

**Le modèle (I)** représente 3 niveaux : **la ferme i**, **l'abattoir j** et **le détaillant k** dans ce modèle nous allons faire une minimisation de coût d'investissement total tout en localisant les distances entre les 3 niveaux de la ferme vers l'abattoir et de l'abattoir vers le détaillant. Pour minimiser le coût total d'investissement ( $Z_1$ ), il faut utiliser le coût d'équipement, le coût d'installation et le coût de transport il est donné par la première fonction objective (**I**) suivante :

#### Le modèle n° 1 :

##### La fonction objective(I):

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{i \in I} (C_i^{E,\alpha} + C_i^{I,\alpha}) Y_i^\alpha + \sum_{j \in J} (C_j^{E,\beta} + C_j^{I,\beta}) Y_j^\beta + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J}$$

(I)

$$(C_{ij}^{T,u} * (X_{ij}^u / W) d_{ij}^u + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} (C_{jk}^{T,v} * (X_{jk}^v / W) d_{jk}^v)$$

Sous les contraintes suivantes :

Pour la ferme i :

$$\sum_j X_{ij} \leq S_i^a * Y_i^a \quad \forall i \quad (1)$$

Pour l'abattoir j :

$$\sum_i X_{ij} \leq S_j^b * Y_j^b \quad \forall j \quad (2)$$

$$\sum_i X_{ij} = D_j + \sum_k X_{jk} \quad \forall j \quad (3)$$

Pour le détaillant k:

$$\sum_k X_{jk} = D_k \quad \forall k \quad (4)$$

La structure des données sur LINGO:

[MODEL:

SETS:

FERME / F1..F10 / : FCOSTE1,FCOSTI1, CAP1, OPEN1;

ABATTOIRE/A1..A12/: FCOSTE2, FCOSTI2,CAP2, OPEN2,DEM2;

DETAILLANT / D1..D15/ : DEM3;

ARCS1( FERME, ABATTOIRE): DIS1, VOLUME\_FA;

ARCS2( ABATTOIRE,DETAILLANT ): DIS2,VOLUME\_AD ;

ENDSETS

la fonction objective;

```
[TIL_COST] MIN = @SUM( FERME(i): (FCOSTE1(i)+FCOSTI1(i))* OPEN1(i))+
@SUM( ABATTOIRE(j): (FCOSTE2(j)+FCOSTI2(j))* OPEN2(j))+
@SUM( ARCS1(i,j): (VOLUME_FA(i,j)/W)*DIS1(i,j)) +
@SUM( ARCS2(j,k): ( VOLUME_AD(j,k))/W*DIS2(j,k));
```

!les contraintes;

```
@FOR( ABATTOIRE(j):@SUM( FERME(i):VOLUME_FA(i,j)) <= CAP2(j) * OPEN2(j));
```

```
@FOR( ABATTOIRE(j):@SUM( FERME(i): VOLUME_FA(i,j)) = DEM2(j)+@SUM( DETAILLANT(k): VOLUME_AD(j,k)));
```

```
@FOR(DETAILLANT(k):@SUM( ABATTOIRE(j): VOLUME_AD(j,k))= DEM3(k));
```

```
@FOR( FERME(i):@SUM( ABATTOIRE(j):VOLUME_FA(i,j))<= CAP1(i) * OPEN1(i));
```

Les paramètres

Les variables de décisions

La fonction objective

Les contraintes

Le modèle n° 2 :

Le modèle 2 représente aussi 3 niveaux : la ferme i, l'abattoir j et le détaillant k mais dans ce modèle (Z<sub>2</sub>) nous allons ajouter encore la possibilité que l'abattoir j peut apporter vers un autre abattoir j'. Le but est la minimisation de coût d'investissement total tout en localisant les distances entre les 3 niveaux de la ferme vers l'abattoir et de l'abattoir vers le détaillant et de l'abattoir vers un autre abattoir.

*La fonction objective (II):*

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i \in I} (C_i^{E,\alpha} + C_i^{L,\alpha}) Y_i^\alpha + \sum_{j \in J} (C_j^{E,\beta} + C_j^{L,\beta}) Y_j^\beta + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (C_{ij}^{T*} (X_{ij}/W) * d_{ij} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} (C_{jk}^T * (X_{jk}/W) * d_{jk} + \sum_j \sum_{j' \neq j} (C_{jj'}^T (X_{jj'}/W) * d_{jj'}) \quad (\text{II})$$

**Sous les contraintes suivantes :**

Pour la ferme i :

$$\sum_j X_{ij} \leq S_i^\alpha * Y_i^\alpha \quad \forall i \quad (1)$$

Pour l'abattoir j :

$$\sum_i X_{ij} \leq S_j^\beta * Y_j^\beta \quad \forall j \quad (2)$$

$$\sum_i X_{ij} - D_j * Y_j^\beta - \sum_k X_{jk} - \sum_{j' \neq j} X_{jj'} = 0 \quad \forall j \quad (3)$$

$$\sum_{j' \neq j} X_{jj'} = D_j (1 - Y_j^\beta) \quad \forall j \quad (4)$$

Pour le détaillant k:

$$\sum_j X_{jk} = D_k \quad \forall k \quad (5)$$

Le modèle n° 3 :

*Le modèle 3* est comme le 2ème modèle mais en ajoute des contraintes concernant la distance que l'affectation de *la ferme i* vers *l'abattoir j* est accepté quand la distance entre eux est inférieure ou égal à **300 KM** et la même chose pour la distance entre *l'abattoir j* et *le détaillant k* et même ceci pour *l'abattoir j* et *l'abattoir j'*.

*La fonction objective (III) :*

$$\text{Min } Z_3 = \sum_{i \in I} (C_i^{E,\alpha} + C_i^{L,\alpha}) Y_i^\alpha + \sum_{j \in J} (C_j^{E,\beta} + C_j^{L,\beta}) Y_j^\beta + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (C_{ij}^{T*} (X_{ij}/W) * d_{ij} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} (C_{jk}^T * (X_{jk}/W) * d_{jk} + \sum_j \sum_{j' \neq j} (C_{jj'}^T (X_{jj'}/W) * d_{jj'}) \quad (\text{III})$$

**Sous les contraintes suivantes :**

Pour la ferme i :

$$\sum_j X_{ij} \leq S_i^\alpha * Y_i^\alpha \quad \forall i \quad (1)$$

$$d_{ij} * \text{Affec1}(i,j) \leq 300 \quad \forall i, \forall j \quad (2)$$

$$X_{ij} \leq M * \text{Affec1}(i,j) \quad \forall i, \forall j \quad (3)$$

Pour l'abattoir j :

$$\sum_i X_{ij} \leq S_j^\beta * Y_j^\beta \quad \forall j \quad (4)$$

$$\sum_{j' \neq j} X_{jj'} = D_j (1 - Y_j^\beta) \quad \forall j \quad (5)$$

$$\sum_i X_{ij} - D_j * Y_j^\beta - \sum_k X_{jk} - \sum_{j' \neq j} X_{jj'} = 0 \quad \forall j \quad (6)$$

$$d_{jk} * \text{Affec2}(j,k) \leq 300 \quad \forall j, \forall k \quad (7)$$

$$d_{jj'} * \text{Affec3}(j,j') \leq 300 \quad \forall j, \forall j' \quad (8)$$

$$X_{jk} \leq M * \text{Affec2}(j,k) \quad \forall j, \forall k \quad (9)$$

$$X_{jj'} \leq M * \text{Affec3}(j,j') \quad \forall j, \forall j' \quad (10)$$

Pour le détaillant k:

$$\sum_j X_{jk} = D_k \quad \forall k \quad (11)$$

Les coûts totaux des équipements de la ferme, l'abattoir et le détaillant sont déterminés dans le tableau suivant :(Tableau IV.9 )



Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

### Dans la ferme :

	Les équipements	Les coûts unitaires en DA	La quantité demandée	Le coût total
<b>La ferme</b>	<b>Capteur d'eau</b> 	(120-200\$) 28800	10	288000
	<b>Capteur RFID sans fil</b> 	(2 - 6\$) 720	5	3600
	<b>Lecteur RFID animal</b> 	(50 - 80\$) 11700	10	117000
	<b>Lecteur RFID portable</b> 	(300-700\$) 90000	10	900000



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

<b>La ferme</b>	<b>Capteur RFID 2G</b> 	<b>(1-350\$)</b> <b>31500</b>	20	630000
	<b>Système de gestion (animal management RFID)</b> 	<b>(200-700\$)</b> <b>81000</b>	4	324000
	<b>Etiquette RFID 2G</b> 	<b>(0.1 – 0.5\$)</b> <b>54</b>	200	10800
	<b>Le coût total des équipements de la ferme :</b>			<b>2273400</b>

### Dans L'abattoir :

	<b>Les équipements</b>	<b>Les coûts unitaires en DA</b>	<b>La quantité demandée</b>	<b>Le coût total</b>
--	------------------------	----------------------------------	-----------------------------	----------------------



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



**SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :**



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

**L'abattoir**

**Portail de RFID**



(1350- 1500\$)

256500

4

1026000

**Caméra de contrôle**



(28-30\$)

5220

8

41760

**Caméra de surveillance**



(450-699\$)

103410

10

1034100

**Etiquette RFID 2G**



(0.1 – 0.5\$)

54

200

10800

**Lecteur RFID portable (animal)**

(225-499\$)

651600



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



**SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :**



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

<u>L'abattoir</u>		65160	10	
	<p>Système de gestion (animal management RFID)</p>	(200-700\$)	4	324000
		81000		
	<p>Capteur de ph</p> 	(31-55\$)	100	774000
		7740		
<p><b>Le coût total des équipements de l'abattoir :</b></p>				3862260



Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

### Dans Le transport :

	Les équipements	Les coûts unitaires en DA	La quantité demandée	Le coût total
<b>Le transport</b>	<b>Lecteur RFID GPS /GPRS</b> 	(500-800\$) 117000	10	1170000
	<b>GPRS antenne</b> 	(2 – 3.8 \$) 522	8	41760
	<b>GPS satellites (émetteur et récepteur)</b> 	(3600-6000\$) 864000  (12-15\$) 2430	7  10	8664300
	<b>Capteur de température</b> 	(1-2\$) 270	100	27000
	<b>Le coût total des équipements de transport :</b>			



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



**SYSTEME DE TRAÇABILITÉ HALAL :**



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

Dans le détaillant :

	<b>Les équipements</b>	<b>Les coûts unitaires en DA</b>	<b>La quantité demandée</b>	<b>Le coût total</b>
<b>Le détaillant</b>	<b>Etiquette RFID 2G</b> 	<b>(0.1 – 0.5\$)</b> <b>54</b>	<b>200</b>	<b>10800</b>
	<b>Lecteur RFID portable (animal)</b> 	<b>(225-499\$)</b> <b>65160</b>	<b>10</b>	<b>651600</b>
	<b>Lecteur de code barre</b> 	<b>(0.01 -1\$)</b> <b>99</b>	<b>100</b>	<b>9900</b>
	<b>Dispositif de marquage</b> 	<b>(1-15\$)</b> <b>2880</b>	<b>100</b>	<b>288000</b>
	<b>Le coût total des équipements du détaillant :</b>			<b>960300</b>

**Tableau IV.9 :** Les coûts totaux des équipements de la ferme, l'abattoir et le détaillant.

**Méthode suivies des calculs des coûts:**

On va calculer le coût des équipements de la ferme pour une durée de **5 ans** car ce délai détermine la date d'expédition de produit, donc nous allons diviser le coût des équipements par **5** pour nous aider au calcul du coût total des équipements :

**Le coût d'installation des équipements annuel de la ferme  $C_i^I$**  = Le coût des équipements par jour de la ferme \* **365**.

**La capacité annuel CAP1** = la capacité par jour \* **365**.

**Le coût d'installation des équipements annuel de l'abattoir  $C_j^I$**  = L coût des équipements par jour de la ferme \* **365**.

**La capacité annuel CAP2** = La capacité par jour \* **365**.

- On a défini que :

- ✚ Le coût de transport de la ferme vers l'abattoir = **100**
- ✚ Le coût de transport de l'abattoir vers le détaillant = **50**

Donc :

- ✚ Le nombre des camions qui sont parti de la ferme vers l'abattoir = **DEM2/100**
- ✚ Le nombre des camions qui sont parti de l'abattoir vers le détaillant = **DEM3/50**
- ✚ Le coût des équipements des camions total = *(coût des équipements de camion/5ans) \* le nombre des camions*

Enfin :

- le coût total des équipements  $C_j^E$  = *le coût des équipements des camions total + (le coût des équipements annuel  $C_j^E$  / 5ans).*

Calcul des coûts des équipements est expliqué dans les tableaux suivants :

**Tableau IV.10:** les coûts dans les fermes i

Les fermes i	Le coût des équipements annuel $C_i^E$	Le coût des équipements annuel $C_i^E$ /5ans	Le coût d'installation des équipements par jour $C_i^I$	Le coût d'installati-on des équipements annuels $C_i^I$	La capacité par jour CAPI	La capacité annuel CAPI
<b>F1</b>	2273400	454680	123120	44938800	1800	<b>657000</b>
<b>F2</b>	2273400	454680	140580	51311700	2100	<b>766500</b>
<b>F3</b>	2273400	454680	130680	47698200	2000	<b>730000</b>
<b>F4</b>	2273400	454680	82620	30156300	2100	<b>766500</b>
<b>F5</b>	2273400	454680	113640	41588100	1400	<b>511000</b>
<b>F6</b>	2273400	454680	73800	26937000	2400	<b>876000</b>
<b>F7</b>	2273400	454680	137880	50326200	2200	<b>803000</b>
<b>F8</b>	2273400	454680	84240	30747600	1700	<b>620500</b>
<b>F9</b>	2273400	454680	80640	29433600	1700	<b>620500</b>
<b>F10</b>	2273400	454680	139680	50983200	1200	<b>438000</b>



Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

**Tableau IV.11 : les coûts dans les abattoirs j**

Les abattoirs j	Le coût des équipements annuel $C_j^E$	Le coût des équipements annuel $C_j^E$	Le coût $C_j^I$ par jour	Le coût $C_j^I$ annuel	CAP2 par jour	CAP2 annuel	Le coût d'équipement de transport	La demande DEM2	Nombre des camions	Le coût total des équipements
<b>A1</b>	3862260	772452	194940	71153100	1600	584000	9903060	1070	11	<b>26520408</b>
<b>A2</b>	3862260	772452	131760	47433600	1700	620500	9903060	326	3	<b>10675512</b>
<b>A3</b>	3862260	772452	146340	52682400	1400	511000	9903060	625	6	<b>16617348</b>
<b>A4</b>	3862260	772452	209520	76474800	1200	438000	9903060	1014	10	<b>22559184</b>
<b>A5</b>	3862260	772452	191880	70036200	1600	584000	9903060	1121	11	<b>24539796</b>
<b>A6</b>	3862260	772452	146520	53479800	1600	584000	9903060	1225	12	<b>28501020</b>
<b>A7</b>	3862260	772452	171000	62415000	1200	438000	9903060	494	5	<b>12656124</b>
<b>A8</b>	3862260	772452	140580	51311700	1000	365000	9903060	629	6	<b>14636736</b>
<b>A9</b>	3862260	772452	129060	47106900	1700	620500	9903060	527	5	<b>12656124</b>
<b>A10</b>	3862260	772452	161820	59064300	1100	401500	9903060	666	7	<b>16617348</b>
<b>A11</b>	3862260	772452	153540	56042100	1800	657000	9903060	572	6	<b>16617348</b>
<b>A12</b>	3862260	772452	155700	58630500	1400	511000	9903060	1120	11	<b>36423468</b>

**Tableau IV.12 : les coûts dans les détaillants.**

Les détaillants	Le coût des équipements annuel $C_k^E$	Le coût des équipements annuel $C_k^E$	Le coût d'équipement de transport	La demande DEM3	Nombre des camions
<b>D1</b>	960300	192060	9903060	87	<b>2</b>
<b>D2</b>	960300	192060	9903060	100	<b>2</b>
<b>D3</b>	960300	192060	9903060	83	<b>2</b>
<b>D4</b>	960300	192060	9903060	57	<b>1</b>
<b>D5</b>	960300	192060	9903060	53	<b>1</b>
<b>D6</b>	960300	192060	9903060	98	<b>2</b>
<b>D7</b>	960300	192060	9903060	71	<b>1</b>
<b>D8</b>	960300	192060	9903060	64	<b>1</b>
<b>D9</b>	960300	192060	9903060	74	<b>1</b>
<b>D10</b>	960300	192060	9903060	52	<b>1</b>
<b>D11</b>	960300	192060	9903060	86	<b>2</b>
<b>D12</b>	960300	192060	9903060	79	<b>2</b>
<b>D13</b>	960300	192060	9903060	70	<b>1</b>
<b>D14</b>	960300	192060	9903060	88	<b>2</b>
<b>D15</b>	960300	192060	9903060	75	<b>2</b>

### **IV.6. Résultats d'optimisation de notre exemple générique :**

Pour valider, nos résultats nous avons groupés les décisions d'affectations et la localisation des abattoirs et les fermes en minimisant les coûts fixes des équipements et les coûts de transport. Pour donner une explication plus claire de nos résultats, nous indiqués les variables de décisions de localisation et les affectations pour chaque modèles dans les graphes ci-dessous :



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

### Le modèle N°1

-Les fermes qui sont ouvert sont : **F1 et F6.**

-Les abattoirs qui sont ouvert sont : d'**A1** jusqu'à **A 12(tout)**

-L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** :

**F1** ➔ **A1, A2, A4, A5, A7, A8, A9, A10 et A12.**

**F6** ➔ **A3, A6 et A11.**

-L'affectation des **abattoirs** aux **détaillants** :

**A3** ➔ **D2, D6 et D13.**

**A4** ➔ **D5 et D10.**

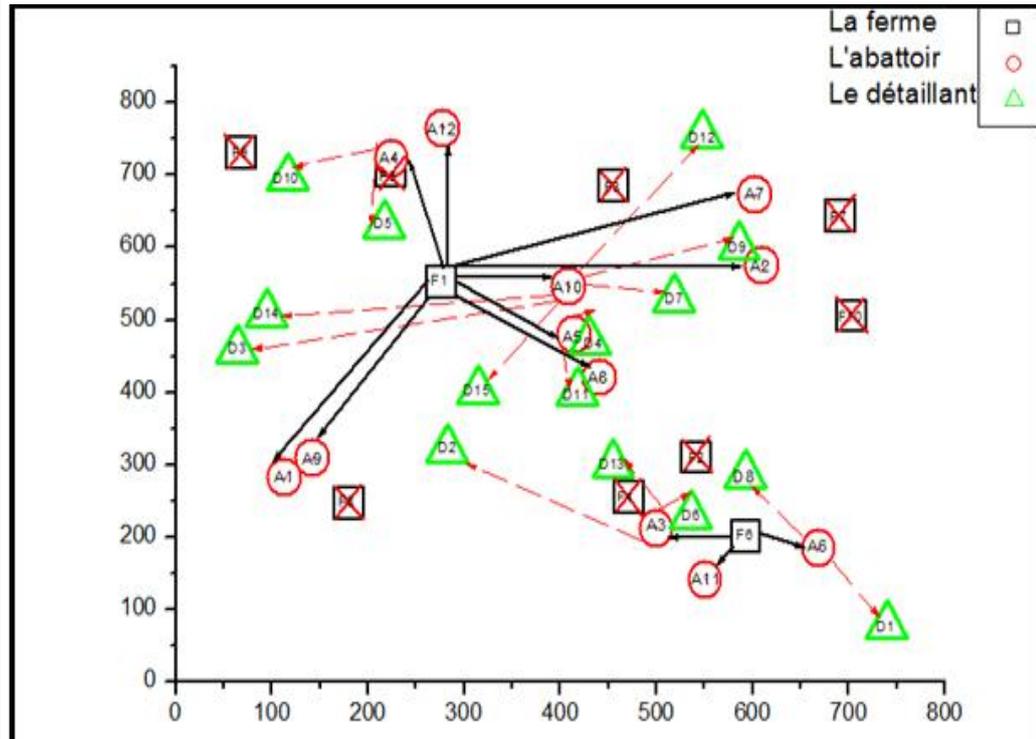
**A5** ➔ **D4 et D11.**

**A6** ➔ **D1 et D8.**

**A10** ➔ **D3, D7, D9, D12, D14 et D15**

On remarque que juste les fermes ouvert qui sont affectés aux abattoirs et même que pour les abattoirs ouvert qui sont affectés aux détaillants.

### *Les localisations des RFID dans les fermes, abattoirs et détaillants :*



*Figure IV.28 : Les localisations des RFID dans les fermes, abattoirs et détaillants*

### Pour le modèle N° 2

-Les fermes qui sont ouvert sont : **F4**

-Les abattoirs qui sont ouvert sont : **A3**

-L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** : **F4** ➔ **A3**

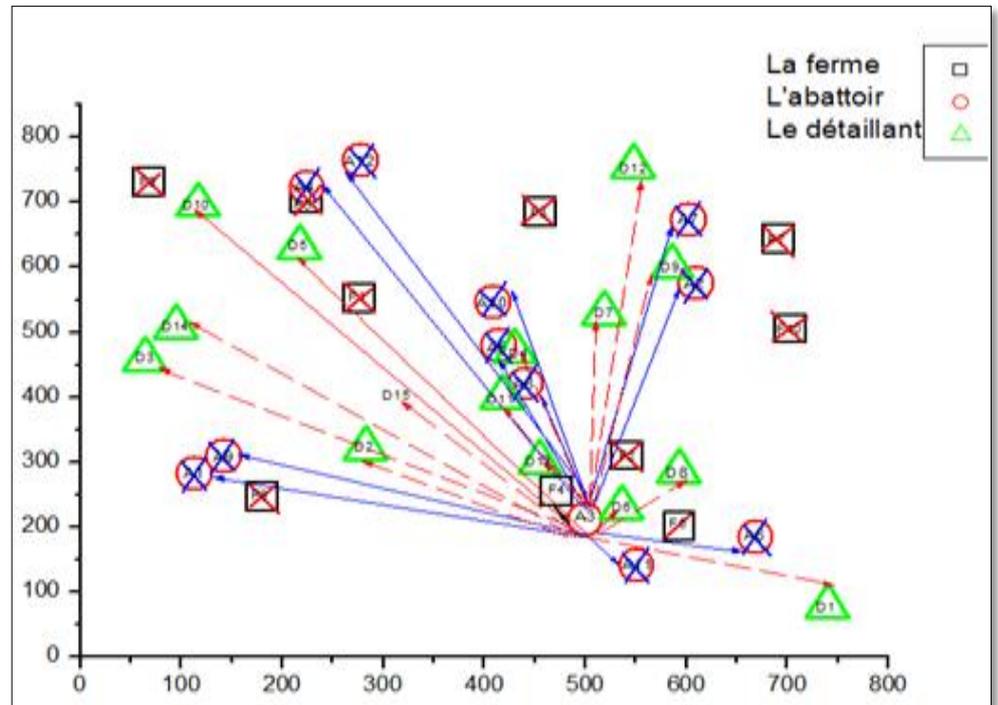
-L'affectation des **abattoirs** aux **détaillants**: **A3**

tous les détaillants de **D1** jusqu'aux **D15**

-L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** : **A3**

à tous les abattoirs de **A1** jusqu'aux **A12**

### *On a ajouté que les abattoirs peuvent apporter des autres abattoirs*





Ce produit est  
**halal**  
Vous pouvez le  
consommer.



**SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :**



Ce produit est  
**haram**  
Nous vous déconseillons  
de le consommer.

# La modélisation du modèle N° 3



Ce produit est **halal**  
Vous pouvez le consommer.



### SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



Ce produit est **haram**  
Nous vous déconseillons de le consommer.

#### Le modèle N°3

*On a limité les distances des fermes vers les abattoirs, les abattoirs vers les détaillants et des abattoirs vers les abattoirs inférieur ou égale à 300 KM*

-Les fermes qui sont ouvert sont : **F4, F5 et F8**

-Les abattoirs qui sont ouvert sont : **A3, A8, A9 et A12**

-L'affectation des fermes aux abattoirs : **F4 → A3, A8.**

**F5 → A12.**

**F8 → A9.**

-L'affectation des abattoirs aux détaillants:

**A3 → D1, D4, D6, D8, D11 et D13.**

**A8 → D7, D9.**

**A9 → D3, D2, D14 et D15.**

**A12 → D5, D10 et D12.**

-L'affectation des abattoirs aux abattoirs :

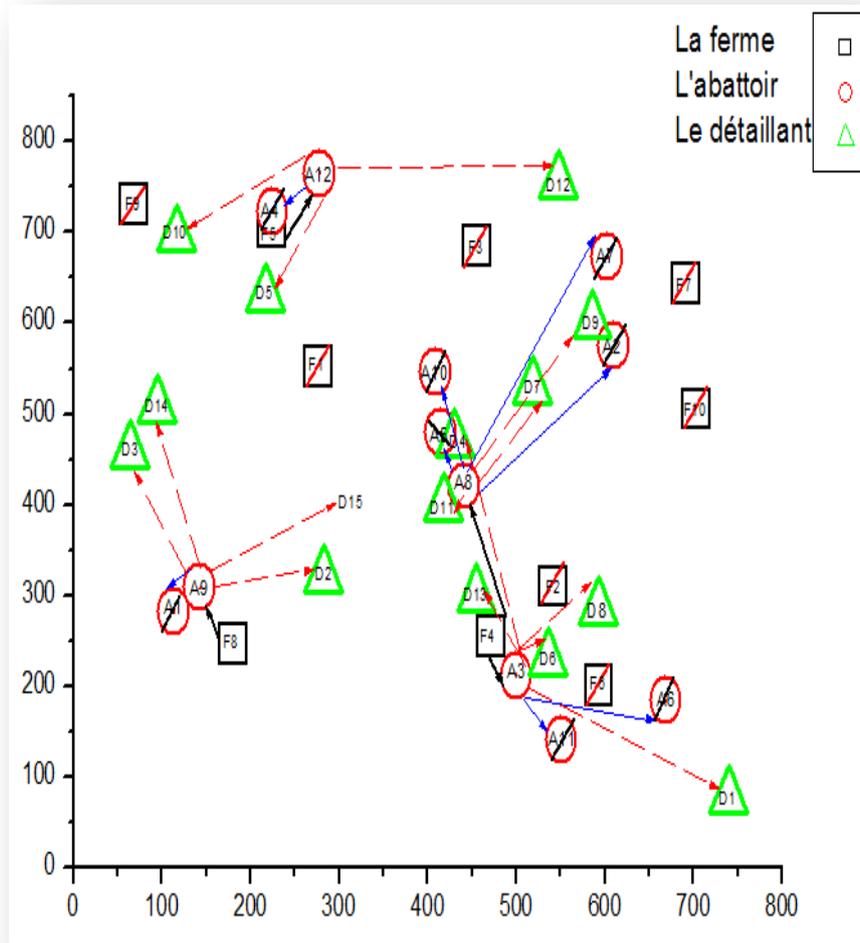
**A3 → A6, A11.**

**A8 → A2, A5, A7 et A10.**

**A9 → A1**

**A12 → A4**

On a remarqué que les abattoirs qui sont ouvert doit satisfaire les demandes des autres abattoirs qui sont fermés.



**Figure IV.29 :** Les localisations des RFID dans les fermes, abattoirs et détaillants et des autres abattoirs



## SYSTÈME DE TRAÇABILITÉ HALAL :



### IV.7. Conclusion :

Notre résultat présente une étude stratégique des installations et des affectations, en examinant un processus de surveillance **RFID** proposé qui améliore l'intégrité des **CLVH**. Cela comprend un cadre d'un système de surveillance basé sur la **RFID** qui collecte des données d'information relativement afin d'améliorer la traçabilité des produits à base de viande Halal dans chaque processus ou de chaque entité dans les secteurs de la production et du transport. (Comme il est indiqué dans les résultats) . Et d'après les résultats de la minimisation de coût d'investissement total on a une localisation réalisable qui trace un chemin optimal entre les 3 niveaux (la ferme, l'abattoir et détaillant). Ce chemin concerne la conception de la localisation du réseau de la chaîne logistique de viande halal (**CLVH**) *et les affectations des flux entre les différentes entités choisies.*

Les détaillants et les consommateurs peuvent également vérifier les informations sur les produits de viande qui se rapportent à l'intégrité de la viande Halal puisque notre système est intelligent (avec des systèmes réseaux **GPRS** et **GSM**).

## Conclusion général

---

Dans ce mémoire, nous investiguons la problématique dédiée à l'installation de nouveau système intelligent (RFID) dans une chaîne logistique agro-alimentaire destinée à la viande Halal.

Cette problématique nous a conduits à proposer un modèle permettant d'optimiser les installations de ces systèmes intelligents dans l'analyse des décisions qui concernent : l'optimisation du problème de localisation des fermes et des abattoirs pour servir la demande des clients dont ce dernier sera très confiant sur la qualité du produit servi.

Les chaînes logistiques sont un résultat, ou plutôt une conséquence, de la déferlante mondialisation et de la globalisation des marchés. En effet, dans un environnement de plus en plus concurrentiel, la course vers la réduction des coûts de production tout en gardant une bonne qualité de produits finis et en améliorant la qualité de service aux clients est très évidente.

Cependant, l'introduction d'un système plus avancé et sophistiqué peut éliminer plusieurs crises dans le domaine agro-alimentaire qui ont amené à de graves catastrophes.

Comme perspectives, l'extension de notre étude sera appliquée sur des modèles réelles en agro-alimentaire pour voir son impacte sur l'assurance de la qualité au consommateur. Notamment si l'Algérie compte sortir de l'indépendance des hydrocarbures, il est le temps d'équiper les secteurs chargés de la production de nos produits par ces systèmes de traçabilité. Certainement, pour les clients étrangers, si les informations sur l'état et la façon aux quelle nos produits agro-alimentaires fruits, légumes et viande seront transmises a nos nouveaux clients internationaux, systématiquement, nous allons à l'élaboration des chaîne logistiques agroalimentaires étendue, durable et compétitive.



## Présentation du logiciel :

Il existe de nos jours, une multitude de solveurs de résolution des programmes non linéaires. Ils sont généralement fournis sous forme de programmes sources. En effet les logiciels tels que LINGO, CPLEX ou MAPLE sont des programmes d'optimisation conçu pour résoudre les modèles d'optimisation linéaires, non linéaires, en nombres entiers....

Parmi plusieurs logiciels, nous allons utiliser << LINGO >> pour résoudre notre problème. Le choix d'utiliser ce logiciel nous a permis d'implémenter les algorithmes développer et adaptés au problème posé. Tout en introduisant les données et les statistiques nécessaires qui sont indispensable dans notre étude.

## Qu'est-ce que LINGO?

LINGO est un outil complet conçu pour formuler rapidement, facilement et efficacement les problèmes d'optimisation de modèles linéaires, non linéaires, stochastiques. LINGO met à notre disposition : un langage puissant et un environnement complet pour construire et éditer nos modèles, le tout complété d'un jeu de solveurs ultra-performants.

- LINGO fournit toutes les commandes nécessaires pour la programmation et les outils pour l'exploration des résultats qui sont exprimés de manière transparente à l'aide de sommes et de variables indicées.
- L'utilisation de ce logiciel peut présenter d'autres avantages qui facilitent sa manipulation puisque il permet d'importer ou d'exporter des informations vers les bases de données en se servant d'une bibliothèque de lien dynamique, ou d'une feuille de calcul, comme il a la possibilité d'exportés les résultats vers n'importe quelle base de données et/ou feuille de calcul, facilitant ainsi l'édition de rapports et la présentation des résultats dans l'application de notre choix.

Nous allons vous présenter 3 modèles dans logiciel LINGO

Le modèle 1 représente 3 niveaux : la ferme i, l'abattoir j et le détaillant k dans ce modèle nous allons faire une minimisation de coût d'investissement total tout en localisant les distances entres les 3 niveaux de la ferme vers l'abattoir et de l'abattoir vers le détaillant.



### Les résultats obtenus par LINGO :

Pour le modèle 1 : on a fait une localisation des *RFID* de la ferme *i* vers l'abattoir *j* et de l'abattoir *j* vers le détaillant *k* :

OPEN1 ( F1)	1.000000	0.9078696E+08
OPEN1 ( F2)	0.000000	0.1035328E+09
OPEN1 ( F3)	0.000000	0.9630576E+08
OPEN1 ( F4)	0.000000	0.6122196E+08
OPEN1 ( F5)	0.000000	0.8408556E+08
OPEN1 ( F6)	1.000000	0.5478336E+08
OPEN1 ( F7)	0.000000	0.1015618E+09
OPEN1 ( F8)	0.000000	0.6240456E+08
OPEN1 ( F9)	0.000000	0.5977656E+08
OPEN1 ( F10)	0.000000	0.1028758E+09

‘Les fermes qui sont ouvert sont la ferme 1 (F1) et la ferme 6 (F6)’

OPEN2 ( A1)	1.000000	0.1953470E+09
OPEN2 ( A2)	1.000000	0.1162182E+09
OPEN2 ( A3)	1.000000	0.1385995E+09
OPEN2 ( A4)	1.000000	0.1980680E+09
OPEN2 ( A5)	1.000000	0.1891520E+09
OPEN2 ( A6)	1.000000	0.1639616E+09
OPEN2 ( A7)	1.000000	0.1501422E+09
OPEN2 ( A8)	1.000000	0.1318969E+09
OPEN2 ( A9)	1.000000	0.1195260E+09
OPEN2 ( A10)	1.000000	0.1513633E+09
OPEN2 ( A11)	1.000000	0.1453189E+09
OPEN2 ( A12)	1.000000	0.1901079E+09

‘Les abattoirs qui sont ouvert sont tous les abattoirs d'A1 jusqu'à A 12’

VOLUME_FA ( F1, A1)	1070.000	31453.14
VOLUME_FA ( F1, A2)	326.0000	33386.37
VOLUME_FA ( F1, A3)	0.000000	40577.09
VOLUME_FA ( F1, A4)	1119.000	17968.86
VOLUME_FA ( F1, A5)	1264.000	15565.35
VOLUME_FA ( F1, A6)	0.000000	53698.51
VOLUME_FA ( F1, A7)	494.0000	34773.12
VOLUME_FA ( F1, A8)	629.0000	20989.76
VOLUME_FA ( F1, A9)	527.0000	27662.25
VOLUME_FA ( F1, A10)	1136.000	13213.63
VOLUME_FA ( F1, A11)	0.000000	49312.88
VOLUME_FA ( F1, A12)	1120.000	21300.23

‘L'affectation des fermes aux abattoirs : la ferme F1 est affecté aux abattoirs A1, A2, A4, A5, A7, A8, A9, A10et A12’



VOLUME_FA ( F6, A1)	0.000000	48695.38
VOLUME_FA ( F6, A2)	0.000000	37534.12
VOLUME_FA ( F6, A3)	893.0000	9476.286
VOLUME_FA ( F6, A4)	0.000000	64007.03
VOLUME_FA ( F6, A5)	0.000000	33148.45
VOLUME_FA ( F6, A6)	1376.000	7668.768
VOLUME_FA ( F6, A7)	0.000000	47208.58
VOLUME_FA ( F6, A8)	0.000000	26797.20
VOLUME_FA ( F6, A9)	0.000000	46398.49
VOLUME_FA ( F6, A10)	0.000000	39147.16
VOLUME_FA ( F6, A11)	572.0000	7300.685
VOLUME_FA ( F6, A12)	0.000000	64649.21

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** la ferme F6 est affecté aux abattoirs A3, A6 et A11

VOLUME_AD ( A3, D1)	0.000000	13743.73
VOLUME_AD ( A3, D2)	100.0000	12141.87
VOLUME_AD ( A3, D3)	0.000000	25055.19
VOLUME_AD ( A3, D4)	0.000000	13401.68
VOLUME_AD ( A3, D5)	0.000000	25280.92
VOLUME_AD ( A3, D6)	98.00000	1990.603
VOLUME_AD ( A3, D7)	0.000000	15828.53
VOLUME_AD ( A3, D8)	0.000000	5942.432
VOLUME_AD ( A3, D9)	0.000000	19968.48
VOLUME_AD ( A3, D10)	0.000000	30860.37
VOLUME_AD ( A3, D11)	0.000000	10209.43
VOLUME_AD ( A3, D12)	0.000000	27305.68
VOLUME_AD ( A3, D13)	70.00000	4986.482
VOLUME_AD ( A3, D14)	0.000000	25081.92
VOLUME_AD ( A3, D15)	0.000000	13295.30

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A3 est affectée au détaillant D2, D6 et D13’

VOLUME_AD ( A4, D1)	0.000000	41268.94
VOLUME_AD ( A4, D2)	0.000000	20308.13
VOLUME_AD ( A4, D3)	0.000000	15461.00
VOLUME_AD ( A4, D4)	0.000000	16274.21
VOLUME_AD ( A4, D5)	53.00000	4617.359
VOLUME_AD ( A4, D6)	0.000000	29187.20
VOLUME_AD ( A4, D7)	0.000000	17639.52
VOLUME_AD ( A4, D8)	0.000000	28565.41
VOLUME_AD ( A4, D9)	0.000000	19036.94
VOLUME_AD ( A4, D10)	52.00000	5566.193
VOLUME_AD ( A4, D11)	0.000000	18856.36
VOLUME_AD ( A4, D12)	0.000000	16234.07
VOLUME_AD ( A4, D13)	0.000000	24030.40
VOLUME_AD ( A4, D14)	0.000000	12562.34
VOLUME_AD ( A4, D15)	0.000000	16620.77

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A4 est affecté au détaillant D5 et D10’



VOLUME_AD( A5, D1)	0.000000	25808.24
VOLUME_AD( A5, D2)	0.000000	10294.17
VOLUME_AD( A5, D3)	0.000000	17578.47
VOLUME_AD( A5, D4)	57.000000	894.4272
VOLUME_AD( A5, D5)	0.000000	12480.79
VOLUME_AD( A5, D6)	0.000000	13887.13
VOLUME_AD( A5, D7)	0.000000	5748.261
VOLUME_AD( A5, D8)	0.000000	13127.55
VOLUME_AD( A5, D9)	0.000000	10532.09
VOLUME_AD( A5, D10)	0.000000	18431.83
VOLUME_AD( A5, D11)	86.000000	4002.812
VOLUME_AD( A5, D12)	0.000000	15363.76
VOLUME_AD( A5, D13)	0.000000	9121.952
VOLUME_AD( A5, D14)	0.000000	16065.57
VOLUME_AD( A5, D15)	0.000000	6280.127

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A5 est affecté au détaillant D4 et D11’

VOLUME_AD( A6, D1)	87.000000	6379.067
VOLUME_AD( A6, D2)	0.000000	20479.56
VOLUME_AD( A6, D3)	0.000000	33228.38
VOLUME_AD( A6, D4)	0.000000	18642.22
VOLUME_AD( A6, D5)	0.000000	31784.94
VOLUME_AD( A6, D6)	0.000000	7020.328
VOLUME_AD( A6, D7)	0.000000	18764.06
VOLUME_AD( A6, D8)	64.000000	6360.031
VOLUME_AD( A6, D9)	0.000000	21308.04
VOLUME_AD( A6, D10)	0.000000	37644.65
VOLUME_AD( A6, D11)	0.000000	16524.68
VOLUME_AD( A6, D12)	0.000000	29232.90
VOLUME_AD( A6, D13)	0.000000	12194.77
VOLUME_AD( A6, D14)	0.000000	32956.49
VOLUME_AD( A6, D15)	0.000000	20813.28

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A6 est affecté au détaillant D1 et D8’

VOLUME_AD( A10, D1)	0.000000	28620.36
VOLUME_AD( A10, D2)	0.000000	12850.29
VOLUME_AD( A10, D3)	83.000000	17777.87
VOLUME_AD( A10, D4)	0.000000	3860.052
VOLUME_AD( A10, D5)	0.000000	10519.03
VOLUME_AD( A10, D6)	0.000000	17028.29
VOLUME_AD( A10, D7)	71.000000	5565.294
VOLUME_AD( A10, D8)	0.000000	15885.29
VOLUME_AD( A10, D9)	74.000000	9297.580
VOLUME_AD( A10, D10)	0.000000	16436.62
VOLUME_AD( A10, D11)	0.000000	7313.857
VOLUME_AD( A10, D12)	79.000000	12633.49
VOLUME_AD( A10, D13)	0.000000	12414.91
VOLUME_AD( A10, D14)	88.000000	15808.62
VOLUME_AD( A10, D15)	75.000000	8514.693

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A10 est affectée aux détaillants D3, D7, D9, D12, D14 et D15’



Pour le modèle 2 : on a ajouté que les abattoirs peuvent apporter des autres abattoirs :

OPEN1 ( F1)	0.000000	0.9078696E+08
OPEN1 ( F2)	0.000000	0.1035328E+09
OPEN1 ( F3)	0.000000	0.9630576E+08
OPEN1 ( F4)	1.000000	0.6122196E+08
OPEN1 ( F5)	0.000000	0.8408556E+08
OPEN1 ( F6)	0.000000	0.5478336E+08
OPEN1 ( F7)	0.000000	0.1015618E+09
OPEN1 ( F8)	0.000000	0.6240456E+08
OPEN1 ( F9)	0.000000	0.5977656E+08
OPEN1 ( F10)	0.000000	0.1028758E+09

‘Les fermes qui sont ouvert dans ce modèle sont : *la ferme 4 (F4)*’

OPEN2 ( A1)	0.000000	0.1953470E+09
OPEN2 ( A2)	0.000000	0.1162182E+09
OPEN2 ( A3)	1.000000	0.1385995E+09
OPEN2 ( A4)	0.000000	0.1980680E+09
OPEN2 ( A5)	0.000000	0.1891520E+09
OPEN2 ( A6)	0.000000	0.1639616E+09
OPEN2 ( A7)	0.000000	0.1501422E+09
OPEN2 ( A8)	0.000000	0.1318969E+09
OPEN2 ( A9)	0.000000	0.1195260E+09
OPEN2 ( A10)	0.000000	0.1513633E+09
OPEN2 ( A11)	0.000000	0.1453189E+09
OPEN2 ( A12)	0.000000	0.1901079E+09

‘Les abattoirs qui sont ouvert dans ce modèle sont : *l'abattoir 3 (A3)*’

VOLUME_FA ( F4, A1)	0.000000	36009.03
VOLUME_FA ( F4, A2)	0.000000	34901.29
VOLUME_FA ( F4, A3)	10526.00	4992.995
VOLUME_FA ( F4, A4)	0.000000	53053.28
VOLUME_FA ( F4, A5)	0.000000	23235.53
VOLUME_FA ( F4, A6)	0.000000	20812.50
VOLUME_FA ( F4, A7)	0.000000	43774.88
VOLUME_FA ( F4, A8)	0.000000	16905.62
VOLUME_FA ( F4, A9)	0.000000	33455.19
VOLUME_FA ( F4, A10)	0.000000	29795.47
VOLUME_FA ( F4, A11)	0.000000	13730.62
VOLUME_FA ( F4, A12)	0.000000	54600.82

‘L'affectation des fermes aux abattoirs : *la ferme 4 (F4)* est affecté au *abattoir 3 (A3)*’



VOLUME_AD ( A3, D1)	87.00000	13743.73
VOLUME_AD ( A3, D2)	100.0000	12141.87
VOLUME_AD ( A3, D3)	83.00000	25055.19
VOLUME_AD ( A3, D4)	57.00000	13401.68
VOLUME_AD ( A3, D5)	53.00000	25280.92
VOLUME_AD ( A3, D6)	98.00000	1990.603
VOLUME_AD ( A3, D7)	71.00000	15828.53
VOLUME_AD ( A3, D8)	64.00000	5942.432
VOLUME_AD ( A3, D9)	74.00000	19968.48
VOLUME_AD ( A3, D10)	52.00000	30860.37
VOLUME_AD ( A3, D11)	86.00000	10209.43
VOLUME_AD ( A3, D12)	79.00000	27305.68
VOLUME_AD ( A3, D13)	70.00000	4986.482
VOLUME_AD ( A3, D14)	88.00000	25081.92
VOLUME_AD ( A3, D15)	75.00000	13295.30

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A3 est affecté à tous les détaillants de D1 jusqu'aux D15’

VOLUME_AA ( A3, A1)	1070.000	39229.58
VOLUME_AA ( A3, A2)	326.0000	37930.07
VOLUME_AA ( A3, A3)	0.000000	0.000000
VOLUME_AA ( A3, A4)	1014.000	58029.82
VOLUME_AA ( A3, A5)	1121.000	28020.35
VOLUME_AA ( A3, A6)	1225.000	17130.38
VOLUME_AA ( A3, A7)	494.0000	47139.05
VOLUME_AA ( A3, A8)	629.0000	21620.59
VOLUME_AA ( A3, A9)	527.0000	36994.32
VOLUME_AA ( A3, A10)	666.0000	34521.01
VOLUME_AA ( A3, A11)	572.0000	8741.853
VOLUME_AA ( A3, A12)	1120.000	59496.89

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** : l'abattoir A3 est affecté à tous les abattoirs de A1 jusqu'aux A12’

**Dans le modèle 3** : on a limité les distances **des fermes** vers **les abattoirs**, **les abattoirs** vers **les détaillants** et **des abattoirs** vers **les abattoirs** inférieur ou égale à **300 KM** donc quand la distance est supérieur à 300 il n'ya aucune affectation alors on a limité cette distance pour *éviter l'altération des produits* (Viande Halal)

OPEN1 ( F1)	0.000000	0.9078696E+08
OPEN1 ( F2)	0.000000	0.1035328E+09
OPEN1 ( F3)	0.000000	0.9630576E+08
OPEN1 ( F4)	1.000000	0.6122196E+08
OPEN1 ( F5)	1.000000	0.8408556E+08
OPEN1 ( F6)	0.000000	0.5478336E+08
OPEN1 ( F7)	0.000000	0.1015618E+09
OPEN1 ( F8)	1.000000	0.6240456E+08
OPEN1 ( F9)	0.000000	0.5977656E+08
OPEN1 ( F10)	0.000000	0.1028758E+09

‘**Les fermes** qui sont ouvert dans ce modèle sont : la ferme (F4), la ferme (F5) et la ferme (F8)’



OPEN2 ( A1)	0.000000	0.1953470E+09
OPEN2 ( A2)	0.000000	0.1162182E+09
OPEN2 ( A3)	1.000000	0.1385995E+09
OPEN2 ( A4)	0.000000	0.1980680E+09
OPEN2 ( A5)	0.000000	0.1891520E+09
OPEN2 ( A6)	0.000000	0.1639616E+09
OPEN2 ( A7)	0.000000	0.1501422E+09
OPEN2 ( A8)	1.000000	0.1318969E+09
OPEN2 ( A9)	1.000000	0.1195260E+09
OPEN2 ( A10)	0.000000	0.1513633E+09
OPEN2 ( A11)	0.000000	0.1453189E+09
OPEN2 ( A12)	1.000000	0.1901079E+09

‘Les **abattoirs** qui sont ouvert dans ce modèle sont : l'abattoir 3 (A3), l'abattoir 8 (A8), l'abattoir 9 (A9) et l'abattoir 12 (A12)’

VOLUME_FA( F4, A1)	0.000000	36009.03
VOLUME_FA( F4, A2)	0.000000	34901.29
VOLUME_FA( F4, A3)	2884.000	4992.995
VOLUME_FA( F4, A4)	0.000000	53053.28
VOLUME_FA( F4, A5)	0.000000	23235.53
VOLUME_FA( F4, A6)	0.000000	20812.50
VOLUME_FA( F4, A7)	0.000000	43774.88
VOLUME_FA( F4, A8)	3381.000	16905.62
VOLUME_FA( F4, A9)	0.000000	33455.19
VOLUME_FA( F4, A10)	0.000000	29795.47
VOLUME_FA( F4, A11)	0.000000	13730.62
VOLUME_FA( F4, A12)	0.000000	54600.82

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** : la ferme 4 (F4) est affecté aux abattoirs (A3) et l'abattoir (A8)’

VOLUME_AD( A3, D1)	87.00000	13743.73
VOLUME_AD( A3, D2)	0.000000	12141.87
VOLUME_AD( A3, D3)	0.000000	25055.19
VOLUME_AD( A3, D4)	57.00000	13401.68
VOLUME_AD( A3, D5)	0.000000	25280.92
VOLUME_AD( A3, D6)	98.00000	1990.603
VOLUME_AD( A3, D7)	0.000000	15828.53
VOLUME_AD( A3, D8)	64.00000	5942.432
VOLUME_AD( A3, D9)	0.000000	19968.48
VOLUME_AD( A3, D10)	0.000000	30860.37
VOLUME_AD( A3, D11)	86.00000	10209.43
VOLUME_AD( A3, D12)	0.000000	27305.68
VOLUME_AD( A3, D13)	70.00000	4986.482
VOLUME_AD( A3, D14)	0.000000	25081.92
VOLUME_AD( A3, D15)	0.000000	13295.30

L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A3 est affecté aux détaillants (D1), D4, D6, D8, D11 et D13



VOLUME_AD( A8, D1)	0.000000	22713.71
VOLUME_AD( A8, D2)	0.000000	9322.687
VOLUME_AD( A8, D3)	0.000000	18950.59
VOLUME_AD( A8, D4)	0.000000	2598.557
VOLUME_AD( A8, D5)	0.000000	15386.44
VOLUME_AD( A8, D6)	0.000000	10666.07
VOLUME_AD( A8, D7)	71.00000	6661.081
VOLUME_AD( A8, D8)	0.000000	10131.63
VOLUME_AD( A8, D9)	74.00000	11634.97
VOLUME_AD( A8, D10)	0.000000	21280.98
VOLUME_AD( A8, D11)	0.000000	1557.241
VOLUME_AD( A8, D12)	0.000000	17631.29
VOLUME_AD( A8, D13)	0.000000	5991.035
VOLUME_AD( A8, D14)	0.000000	17850.77
VOLUME_AD( A8, D15)	0.000000	6357.083

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A8 est affectée aux détaillants (D7) et D9’

VOLUME_AD( A9, D1)	0.000000	32006.64
VOLUME_AD( A9, D2)	100.0000	7025.667
VOLUME_AD( A9, D3)	83.00000	8476.585
VOLUME_AD( A9, D4)	0.000000	16521.80
VOLUME_AD( A9, D5)	0.000000	16519.69
VOLUME_AD( A9, D6)	0.000000	20052.99
VOLUME_AD( A9, D7)	0.000000	21756.44
VOLUME_AD( A9, D8)	0.000000	22529.37
VOLUME_AD( A9, D9)	0.000000	26556.45
VOLUME_AD( A9, D10)	0.000000	19393.62
VOLUME_AD( A9, D11)	0.000000	14467.64
VOLUME_AD( A9, D12)	0.000000	30159.33
VOLUME_AD( A9, D13)	0.000000	15605.13
VOLUME_AD( A9, D14)	88.00000	10235.36
VOLUME_AD( A9, D15)	75.00000	9800.510

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A9 est affectée aux détaillants D2, D3, D14 et D15’

VOLUME_AD( A12, D1)	0.000000	41353.36
VOLUME_AD( A12, D2)	0.000000	22151.41
VOLUME_AD( A12, D3)	0.000000	18629.35
VOLUME_AD( A12, D4)	0.000000	16527.10
VOLUME_AD( A12, D5)	53.00000	7316.078
VOLUME_AD( A12, D6)	0.000000	29698.02
VOLUME_AD( A12, D7)	0.000000	16865.42
VOLUME_AD( A12, D8)	0.000000	28622.94
VOLUME_AD( A12, D9)	0.000000	17400.29
VOLUME_AD( A12, D10)	52.00000	8738.564
VOLUME_AD( A12, D11)	0.000000	19546.42
VOLUME_AD( A12, D12)	79.00000	13505.92
VOLUME_AD( A12, D13)	0.000000	24783.97
VOLUME_AD( A12, D14)	0.000000	15734.12
VOLUME_AD( A12, D15)	0.000000	18144.56

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillants** : l'abattoir A12 est affectée aux détaillants D5, D10 et D12’



VOLUME_AA( A3, A1)	0.000000	39229.58
VOLUME_AA( A3, A2)	0.000000	37930.07
VOLUME_AA( A3, A3)	0.000000	0.000000
VOLUME_AA( A3, A4)	0.000000	58029.82
VOLUME_AA( A3, A5)	0.000000	28020.35
VOLUME_AA( A3, A6)	1225.000	17130.38
VOLUME_AA( A3, A7)	0.000000	47139.05
VOLUME_AA( A3, A8)	0.000000	21620.59
VOLUME_AA( A3, A9)	0.000000	36994.32
VOLUME_AA( A3, A10)	0.000000	34521.01
VOLUME_AA( A3, A11)	572.0000	8741.853
VOLUME_AA( A3, A12)	0.000000	59496.89

‘L'affectation des abattoirs aux abattoirs : l'abattoir A3 est affectée aux abattoirs A6 et A11’

VOLUME_AA( A8, A1)	0.000000	35492.68
VOLUME_AA( A8, A2)	326.0000	22931.64
VOLUME_AA( A8, A3)	0.000000	21620.59
VOLUME_AA( A8, A4)	0.000000	37210.89
VOLUME_AA( A8, A5)	1121.000	6447.480
VOLUME_AA( A8, A6)	0.000000	32814.63
VOLUME_AA( A8, A7)	494.0000	29957.97
VOLUME_AA( A8, A8)	0.000000	0.000000
VOLUME_AA( A8, A9)	0.000000	31800.16
VOLUME_AA( A8, A10)	666.0000	12903.10
VOLUME_AA( A8, A11)	0.000000	29990.17
VOLUME_AA( A8, A12)	0.000000	38066.39

‘L'affectation des abattoirs aux abattoirs : l'abattoir A8 est affectée aux abattoirs A2, A5, A7 et A10’

VOLUME_AA( A9, A1)	1070.000	3962.323
VOLUME_AA( A9, A2)	0.000000	53744.30
VOLUME_AA( A9, A3)	0.000000	36994.32
VOLUME_AA( A9, A4)	0.000000	42204.27
VOLUME_AA( A9, A5)	0.000000	32075.54
VOLUME_AA( A9, A6)	0.000000	54064.87
VOLUME_AA( A9, A7)	0.000000	58597.70
VOLUME_AA( A9, A8)	0.000000	31800.16
VOLUME_AA( A9, A9)	0.000000	0.000000
VOLUME_AA( A9, A10)	0.000000	35560.09
VOLUME_AA( A9, A11)	0.000000	44123.46
VOLUME_AA( A9, A12)	0.000000	47460.51

‘L'affectation des abattoirs aux abattoirs : l'abattoir A9 est affectée à l'abattoirs A1’

VOLUME_AA( A12, A1)	0.000000	50913.65
VOLUME_AA( A12, A2)	0.000000	38202.75
VOLUME_AA( A12, A3)	0.000000	59496.89
VOLUME_AA( A12, A4)	1014.000	6700.746
VOLUME_AA( A12, A5)	0.000000	31621.83
VOLUME_AA( A12, A6)	0.000000	69948.62
VOLUME_AA( A12, A7)	0.000000	33777.06
VOLUME_AA( A12, A8)	0.000000	38066.39
VOLUME_AA( A12, A9)	0.000000	47460.51
VOLUME_AA( A12, A10)	0.000000	25519.01
VOLUME_AA( A12, A11)	0.000000	68018.97
VOLUME_AA( A12, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation des abattoirs aux abattoirs : l'abattoir A12 est affectée à l'abattoirs A4’



AFFEC1 ( F1, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A9)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F1, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  KM donc la ferme (F1) est affectée aux abattoirs A4, A5, A8, A9, A10 et A12’

AFFEC1 ( F2, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A2)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A3)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A6)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A11)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F2, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  KM donc la ferme (F2) est affectée aux abattoirs (A2), A3, A5, A6, A8, A10 et A11’

AFFEC1 ( F3, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A2)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A7)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F3, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  KM donc la ferme (F3) est affectée aux abattoirs (A2), A4, A5, A7, A8, A10 et A12’



AFFEC1 ( F4, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A3)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A6)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A11)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F4, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  *KM* donc la ferme (F4) est affectée aux abattoirs (A3), A5, A6, A8, A10 et A11’

AFFEC1 ( F5, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A8)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F5, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  *KM* donc la ferme (F5) est affectée aux abattoirs (A4), A5, A10 et A12’

AFFEC1 ( F6, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A3)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A6)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A11)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F6, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  *KM* donc la ferme (F6) est affectée aux abattoirs (A3), A6, A8 et A11’



AFFEC1 ( F7, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A2)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A7)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A8)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F7, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc la ferme (F7) est affectée aux abattoirs (A2) et A7’

AFFEC1 ( F8, A1)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A8)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A9)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F8, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc la ferme (F8) est affectée aux abattoirs (A1) et A9’

AFFEC1 ( F9, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A8)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F9, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc la ferme (F9) est affectée aux abattoirs (A4) et A12’



AFFEC1 ( F10, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A2)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A7)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC1 ( F10, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des fermes** aux **abattoirs** quand la distance  $\leq 300 \text{ KM}$  donc la ferme (F10) est affectée aux abattoirs (A2), A5, A7, A8 et A10’

AFFEC2 ( A1, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D2)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D3)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D4)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D6)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D7)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D8)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D9)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D11)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D12)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D13)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D14)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A1, D15)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300 \text{ KM}$  donc l'abattoir (A1) est affectée aux détaillants (D2), D3, D14 et D15’

AFFEC2 ( A2, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D2)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D4)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D6)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D7)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D8)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D9)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D11)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D12)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D13)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A2, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300 \text{ KM}$  donc l'abattoir (A2) est affectée aux détaillants (D4), D7, D8, D9, D11 et D12’



AFSEC2 ( A3, D1)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D2)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D3)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D4)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D5)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D6)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D7)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D8)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D9)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D10)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D11)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D12)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D13)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D14)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A3, D15)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand *la distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir (A3) est affectée aux détaillants (D1), D2, D4, D6, D8, D11, D13 et D15’

AFSEC2 ( A4, D1)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D2)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D3)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D4)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D5)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D6)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D7)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D8)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D9)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D10)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D11)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D12)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D13)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D14)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A4, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir (A4) est affectée aux détaillants (D5), D10 et D14’

AFSEC2 ( A5, D1)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D2)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D3)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D4)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D5)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D6)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D7)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D8)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D9)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D10)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D11)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D12)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D13)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D14)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A5, D15)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir (A5) est affectée aux détaillants (D2), D4, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D13 et D15’



AFFEC2 ( A6, D1)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D2)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D4)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D6)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D7)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D8)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D9)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D11)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D12)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D13)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A6, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir (A6) est affectée aux détaillants (D1), D6, D8 et D13

AFFEC2 ( A7, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D2)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D4)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D6)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D7)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D8)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D9)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D11)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D12)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D13)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A7, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir (A7) est affectée aux détaillants (D4), D7, D9 et D12’

AFFEC2 ( A8, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D2)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D4)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D6)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D7)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D8)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D9)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D11)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D12)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D13)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A8, D15)	1.000000	0.000000

L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir (A8) est affectée aux détaillants (D2), D4, D6, D7, D8, D9, D11, D13 et D15



AFFEC2 ( A9, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D2)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D3)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D4)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D6)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D7)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D8)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D9)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D11)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D12)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D13)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D14)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A9, D15)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir (A9) est affectée aux détaillants (D2), D3, D11, D14 et D15’

AFFEC2 ( A10, D1)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D2)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D4)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D5)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D6)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D7)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D8)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D9)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D11)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D12)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D13)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A10, D15)	1.000000	0.000000

L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir A10 est affectée aux détaillants (D2), D4, D5, D7, D9, D11, D12, D13 et D15

AFFEC2 ( A11, D1)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D2)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D3)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D4)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D5)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D6)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D7)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D8)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D9)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D10)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D11)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D12)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D13)	1.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D14)	0.000000	0.000000
AFFEC2 ( A11, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir A11 est affectée aux détaillants (D1), D6, D8, D11 et D13’



AFSEC2 ( A12, D1)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D2)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D3)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D4)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D5)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D6)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D7)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D8)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D9)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D10)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D11)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D12)	1.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D13)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D14)	0.000000	0.000000
AFSEC2 ( A12, D15)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **détaillant** quand la distance  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir A12 est affectée aux détaillants D5, D10 et D12’

AFSEC3 ( A1, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A5)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A8)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A9)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A10)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A1, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir A1 est affectée à l'abattoir A9’

AFSEC3 ( A2, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A5)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A7)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A8)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A10)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A2, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  **KM** donc l'abattoir A2 est affectée aux abattoirs A5, A7, A8 et A10’



AFSEC3 ( A3, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A5)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A6)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A8)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A10)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A11)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A3, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A3 est affectée aux abattoirs A5, A6, A8 et A11’

AFSEC3 ( A4, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A5)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A8)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A10)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A4, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A4 est affectée aux abattoirs A10 et A12’

AFSEC3 ( A5, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A2)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A3)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A5)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A7)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A8)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A10)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A5, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A5 est affectée aux abattoirs A2, A3, A7, A8 et A10’



AFSEC3 ( A6, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A3)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A5)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A8)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A10)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A11)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A6, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A6 est affectée aux abattoirs A3 et A11’

AFSEC3 ( A7, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A2)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A5)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A8)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A10)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A7, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A7 est affectée aux abattoirs A2, A5, A8 et A10’

AFSEC3 ( A8, A1)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A2)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A3)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A5)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A7)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A8)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A10)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A11)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A8, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A8 est affectée aux abattoirs A2, A3, A5, A7, A10 et A11’

AFSEC3 ( A9, A1)	1.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A2)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A3)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A4)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A5)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A6)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A7)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A8)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A9)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A10)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A11)	0.000000	0.000000
AFSEC3 ( A9, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand la *distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A9 est affectée à l'abattoir A1’



AFFEC3 ( A10, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A2)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A5)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A7)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A10, A12)	1.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand *la distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A10 est affectée aux abattoirs A2, A4, A5, A7, A8 et A12’

AFFEC3 ( A11, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A3)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A4)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A6)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A8)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A10)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A11, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand *la distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A11 est affectée aux abattoirs A3, A6 et A8’

AFFEC3 ( A12, A1)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A2)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A3)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A4)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A5)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A6)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A7)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A8)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A9)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A10)	1.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A11)	0.000000	0.000000
AFFEC3 ( A12, A12)	0.000000	0.000000

‘L'affectation **des abattoirs** aux **abattoirs** quand *la distance*  $\leq 300$  *KM* donc l'abattoir A12 est affectée aux abattoirs A4 et A10’

## Références bibliographiques

---

1. Thèse : préparée dans le laboratoire\_ LAGIS UMR CNRS 8219 \_à l'Ecole central de Lille.
2. Tixier D., Matche H., Colin J.\_ La logistique d'entreprise , vers un management plus compétitif (2eme édition).\_Edition Dunod,\_collection Gestionsup. ISBN :2100039075 \_1996.
3. Problème de dimensionnement de lots et de livraisons : application au cas d'une chaîne logistique \_ Salah Eddine Merzouk\_08-11-2007
4. Optimisation de la chaîne logistique et productivité des entreprises \_ MARTIN BEAULIEU JACQUES ROY \_ Septembre 2009
5. Thèse : impact des contrats d'approvisionnement sur la performance de la chaîne logistique : Modélisation et simulation \_ Aïcha AMRANI-ZOUGGAR\_ Soutenue le 20 Novembre 2009
6. Thèse : Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande Flexible \_ François GALASSO \_ 23 avril 2007
7. thèse Méthodes de diagnostic et d'évaluation de performance pour la gestion de chaînes logistiques : application à la coopération maison-mère – filiales internationales dans un groupe pharmaceutique et cosmétique\_ M. MATTHIEU LAURAS \_ 07 juillet 2004
8. Une démarche hybride d'aide à la décision pour la reconfiguration et la planification stratégique des réseaux logistiques des entreprises multi-sites \_ florence pirard \_ septembre 2005
9. Document de Gestion de la chaîne d'approvisionnement agro-industrielle: concepts et applications\_ Jack G.A.J. van der Vorst (Professeur de logistique et de recherche opérationnelle), Carlos A. da Silva (Économiste des entreprises agricoles), Jacques H. Trienekens (Professeur associé pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement) \_ 2011
10. Thèse Planification des chaînes logistiques : Modélisation du système décisionnel et performance\_ M. Julien FRANCOIS (Ingénieur ENSEEIHT) \_ 17 décembre 2007
11. Supply Chain Management : Portée et limites L'apport des théories des réseaux \_ Thomas ZEROUAL (Enseignant - Chercheur à l'ESCE - Laboratoire CIRCEE), Corinne BLANQUART (Université Paris Est, IFSTTAR, SPLOTT), Valentina CARBONE (ESCE et ESCP-EAP)
12. Simulation et gestion des chaînes logistiques globales dans l'incertain : application à une filière agro-alimentaire face à la crise sanitaire \_ Thi Le Hoa VO \_ 2010
13. thèse Optimisation des flux logistiques: vers une gestion avancée de la situation de crise Aida KADDOUSSI\_ 26 Novembre 2012

## Références bibliographie

---

14. Simulation et gestion des risques en planification distribuée de chaînes logistiques : application au secteur de l'électronique et des télécommunications \_ JAOUHER MAHMOUDI \_ 24 novembre 2006
15. Manuels de formation produits par le programme PIP du COLEACP\_ la Cellule de Formation du programme. Bruno Schiffers, professeur à Gembloux Agro-Bio Tech et responsable de la Cellule, est l'auteur de l'ensemble des chapitres de ce manuel
16. La traçabilité dans le secteur de la transformation des produits laitiers au Canada \_ Octobre 2005
17. Rapport de synthèse : réflexion sur le développement d'un système de traçabilité globale \_ mai 2007.
18. Traçabilité (jean –luc viruéga) \_ édition d'organisation \_ 2005...
19. Guide d'interprétation du règlement 178/2002/CE : Fixant les procédures relatives à la sécurité de la chaîne alimentaire \_ Rédigé en collaboration: Laboratoire National de Santé, Direction de la Santé, Administration des Services Vétérinaires, Administration des Services Techniques de l'Agriculture \_ Septembre 2005
20. Le bulletin québécois d'information sur la traçabilité en agroalimentaire \_ septembre 2004
21. Fiche d'information réglementaire : traçabilité, retrait et rappel des produits \_ Version octobre 2011
22. Manuel de traçabilité (filère boisson) association des producteurs algériens de boissons.
23. La traçabilité entre sécurité et liberté \_ Annie Kintzig
24. La traçabilité de la chaîne d'information appliquée à un produit transporté en multimodal: La banane des Antilles \_ Emmanuel Bencteux Chef des entrepôts DUNFRESH au Port de Dunkerque DUNFRESH groupe CONHEXA
25. Guide de traçabilité des figues et des prunes(Tracefruitsec),Préparé dans le cadre du projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc \_ première édition 2007
26. Système d'aide à la décision Can-Trace pour la traçabilité alimentaire \_ Publié en 2004 \_ Can-Trace
27. L'approche belge de la sécurité de la chaîne alimentaire: l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (A FSCA), de 2002 - 2006 \_ Gil Houins, Administrateur délégué \_ Janvier 2007

## Références bibliographiques

---

28. Article de Rappel de produits : L'ONSSA exige la traçabilité, soit la meilleure solution pour limiter les pertes... Mais, quelles mesures faut-il entreprendre par les entreprises ? \_ Par l'ONSSA, Cellule de Communication
29. La traçabilité dans l'agroalimentaire: De l'utilisation des technologies de l'information et de la communication par les techniques et applications de l'identification automatique \_ Thierry Cambrésy, Associé, Directeur de la Production et de la Conception chez T.C.C.
30. Ganeshan, Ram, and Terry P. Harrison, (1995). *An Introduction to Supply Chain*
31. *Management*. Department of Management Sciences and Information Systems, 303 Beam Business Building, Penn State University, University Park, PA, USA.
32. Rota-Franz, 1998 : K. Rota-Franz. *Coordination temporelle de centres gérant de façon autonome des ressources. Application aux chaînes logistiques intégrées en aéronautique*, Thèse de doctorat de l'ENSAE, 1998.
33. Stadtler et Kilger, 2000 : H. Statler et C. Kilger. *Supply Chain Management and Advanced Planning: concepts, models, software and case studies*, Editions Springer Verlag, 2000.
34. Mentzer et al., 2001 : J.T Mentzer, W. Dewitt, J.S. Keebler, S. Min, N.W. Nix, C.D. Smith,Z.G. Zacharia. *Defining the supply chain Management*. *Journal of Business logistics*, Vol 22, No 2, 2001.
35. Génin, 2003 : P. Génin. *Planification tactique robuste avec usage d'un A.P.S – Proposition d'un mode de gestion par plan de référence*. Thèse de doctorat de
36. Lummus et Vokurka, 2004 : R.R. Lummus, R.J. Vokurka. *Defining supply chain*
37. Brown, D. E., (2007). *RFID Implementation*, McGraw Hill Companies, NY, USA, ISBN: 978-007-226324-4.
38. Article sur ORIENTATIONS DE L'OCDE \_ SECURITE DE L'INFORMATION ET PROTECTION DE LA VIE PRIVEE\_ APPLICATIONS, IMPACTS ET INITIATIVES NATIONALES\_ OCDE 2008.
39. Ahson, S. A., & Ilyas, M., (2008). *RFID Handbook, Applications, Technology, Security, and Privacy*, CRC Press, FL, USA, ISBN: 978-1-4200-5499-6.
40. SCHUSTER, E.W., ALLEN, S. J. et BROCK, D. L. (2007). *Global RFID: the value of the EPCglobal network for supply chain management*. Springer, 310 p.
41. Shepard, S., (2005). *RFID: Radio Frequency Identification*, McGraw-Hill Companies, NY, USA, ISBN:0-07-144299-5.
42. Glover, B., & Bhatt, H., (2006). *RFID Essentials*, O'Reilly Publishing, Sebastopol, CA, USA, ISBN: 978-0-596-00944-1.
43. Roberts, C.M., (2006). *Radio frequency identification (RFID)*, *computers&security*, Vol. 25, pp.18–26.
44. Glover, B., & Bhatt, H., (2006). *RFID Essentials*, O'Reilly Publishing, Sebastopol, CA, USA, ISBN: 978-0-596-00944-1.
45. Lahiri, S., (2005). *RFID Sourcebook*, Pearson Education, IBM Press, Indiana, USA, ISBN: 978-013-185137-5.

## Références bibliographique

---

46. RFID Technology in Business Systems and Supply Chain Management\_ Journal of Economic and Social Studies
47. Olonibua Abiodu, Akingbade kayode Francis, "Wireless Transmission of Biomedical Signals Using the Zigbee Technology", IEEE International Conference on Emerging & Sustainable Technologies for Power & ICT in a Developing Society (NIGERCON), 2013.
48. Article history: Predicting RFID adoption in healthcare supply chain from the perspectives of users\_ Int. J. Production Economics\_ journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijpe](http://www.elsevier.com/locate/ijpe)
49. Article : Supply chain management with lean production and RFID application: A case study\_ journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eswa](http://www.elsevier.com/locate/eswa)\_ Int. J. Production Economics
50. Article history: Impact of RFID technology on supply chain decisions with inventory inaccuracies\_ Int. J. Production Economics
51. Article history: RFID in highly perishable food supply chains – Remaining shelf life to supplant expiry date? \_ Transportation Research Part E
52. Article history : On the use of RFID in the management of reusable containers in closed-loop supply chains under stochastic container return quantities Article history : Aligning RFID applications with supply chain strategies\_ Information&Management
53. Article history : Novel, smart and RFID assisted critical temperature indicator for supply chain monitoring\_ Journal of Food Engineering
54. Article history : Cooperative artificial bee colony algorithm for multi-objective RFID network planning\_ Journal of Network and Computer Applications
55. Article history : Aligning RFID applications with supply chain strategies\_ European Journal of Operational Research
56. Article history : RFID TECHNOLOGIES:SUPPLY-CHAINAPPLICATIONS AND IMPLEMENTATION ISSUES
57. Article : ePedigree Traceability System for the Agricultural Food Supply Chain to Ensure Consumer Health
58. Article : Analytical model of adoption of item level RFID in a two-echelon supply chain with shelf-space and price-dependent demand\_ Decision Support Systems
59. Article : A two-level advanced production planning and scheduling model for RFID-enabled ubiquitous manufacturing\_ Advanced Engineering Informatics
60. Mansor, M.A., Shah Baki, S.-R.M., Tahir, N.M. and Rahman, R.A., 2013. An Approach of Halal Poultry Meat Comparison Based on Mean-Shift Segmentation. IEEE Conference on Systems, Process & Control (ICSPC2013). Kuala Lumpur, Malaysia IEEE 279 - 282.
61. Junaini, S.N. and Abdullah, S., 2008. MyMobiHalal 2.0: Malaysian Mobile Halal Product Verification using Camera Phone Barcode Scanning and MMS. International Conference on Computer and Communication Engineerin. Malaysia: IEEE, 528 - 532.

## Références bibliographie

---

62. Shanahan, C., Kernan, B., Ayalew, G., McDonnell, K., Butler, F., & Ward, S., 2009. A framework for beef traceability from farm to slaughter using global standards: an Irish perspective. *Computers and Electronics in Agriculture* 66 (1), 62-69.
63. Kassim, M., Haroswati, C., Yahayal, C.H., Hafiz, M. and Zaharuddin, M., 2012. A Prototype of Halal Product Recognition System. *International Conference on Computer Information Science (ICCIS)*. Malaysia: IEEE, 990 - 994.
64. Bahrudin, S.M.M., Illyas, M.I. and Desa, M.I., 2011. Tracking and Tracing Technology for Halal Product Integrity over the Supply Chain. *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*. Bandung, Indonesia: IEEE, H1 -2.
65. Feng, J., Fu, Z., Wang, Z., Xu, M. and Zhang, X., 2013. Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China. *Food Control* 31 (2), 314-325.
66. Expósito, I., Gay-Fernández, J.A. and Cuiñas, I., 2013. A Complete Traceability System for a Wine Supply Chain Using Radio-Frequency Identification and Wireless Sensor Networks. *IEEE Antennas and Propagation Magazine* 55 (2), 255 - 267.
67. Hsu, C.I. and Liu, K.P., 2011. A model for facilities planning for multi-temperature joint distribution system. *Food Control* 22 (12), 1873–1882.
68. Sun, C., Li, W.-Y., Zhou, C., Li, M. and Yang, X.-T., 2013. Anti-counterfeit system for agricultural product origin labeling based on GPS data and encrypted Chinese-sensible Code. *Computers and Electronics in Agriculture* 92, 82–91
69. Jedermann, R., Behrens, C., Westphal, D. and Langa, W., 2006. Applying autonomous sensor systems in logistics—Combining sensor networks, RFIDs and software agents. *Sensors and Actuators A: Physical*, 370–375.
70. Zhang, J., Liu, L., Mu, M., Moga, L.M., and Zhang, X., 2009. Development of temperature-managed traceability system for frozen and chilled food during storage and transportation. *Food, Agriculture and Environment* 7 (3&4), 28-31.
71. Chen, Y.-Y., Wang, Y.-J. and Jan, J.-K., 2014. A novel deployment of smart cold chain system using 2G-RFID-Sys. *Journal of Food Engineering* 141, 113–121.
72. Wang, L., Kwok, S.K. and Ip, W.H., 2010. A radio frequency identification and sensor-based system for the transportation of food. *Journal of Food Engineering* 101 (1), 120–129
73. Article sur le Projet de traçabilité de la viande bovine au Québec réalisé en collaboration avec le MAPAQ.