

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE SUPERIEURE EN SCIENCES APPLIQUEES

--T L E M C E N--



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية

تلمسان

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Management Industriel et Logistique

Présenté par :

TAIBAOUI Lakhdar

SAFER Youcef

Thème

**Etude de la mutualisation logistique
dans un réseau de production, de
distribution et de stockage de la
pomme de terre en Algérie**

Soutenu publiquement, le .. /09/2020, devant le jury composé de :

M : Zaki SARI	Professeur	ESSA. Tlemcen	Président
M : Mohammed BENNEKROUF	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M : Fouad MALIKI	MCB	ESSA. Tlemcen	Examineur 1
M : Mustapha Anwar BRAHAMI	MAA	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire : 2019 - 2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

A decorative floral element consisting of a central flower with several petals and a stem with leaves, positioned at the top left of the calligraphic text.

DEDICACE I :

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce mémoire

*A mes chers parent ma mère et mon père
Pour leur patience leur amour leur soutien et leurs
Encouragements*

A mes frères.

*A mes amies et mes camarades
Sans oublier tous les professeurs que ce soit du
Primaire du moyen du secondaire ou de
L'enseignement supérieur.*

TAIBAOUI Lakhdar

DEDICACE II :

*I dedicate this thesis to the memory of my
Grandmother,*

Who always believed in me,

*To my parents for always being there, their support,
Love and encouragement*

Were paramount to getting to this point.

To my brother and sister.

*To my friends who shared the experience with me
along the way.*

To the doctor.

*To everyone who helped shape the man I am today,
Thank you.*

SAFER Youcef

REMERCIEMENT :

Nous remercions d'abord et avant tout, Dieu de nous avoir guidé sur la bonne voie et pour nous avoir aidé à la réalisation de notre thèse.

Nos grands remerciements à notre encadreur M. Mohammed Bennekrouf pour tout l'aide, le soutien et les conseils qu'il nous a apporté depuis le début.

Un merci particulier au cœur et à l'âme du département de génie industriel M. Fouad Maliki pour tous ses efforts, ses conseils pour nous, son dévouement pour rendre notre formation la meilleure expérience possible.

Un grand Merci à tous les enseignants impliqués dans notre cursus.

Un grand merci également aux membres du jury :

M. Zakí SARI

M. Fouad MALIKI

M. Mustapha Anwar BRAHAMI

TABLE DE MATIÈRES :

DEDICACE I :	I
DEDICACE II :	II
REMERCIEMENT :	III
TABLE DE MATIÈRES :	IV
NOMENCLATURE:	VIII
LISTE DES TABLEAUX :	X
LISTE DES FIGURES :	XII
INTRODUCTION GENERALE :	XIV
I Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.	1
I.1 Introduction :	1
I.2 Section 1 : La logistique :	1
I.2.1 Historique :	1
I.2.2 Définition et concept de la logistique :	1
I.2.3 Les flux physiques et les flux d'information :	2
I.2.4 La Logistique et la gestion de production :	3
I.2.5 Périmètre de la fonction logistique :	4
I.2.6 Les différents types de logistiques :	4
I.3 Section 2 : La chaîne logistique :	7
I.3.1 La notion de la chaîne logistique:	7
I.3.2 La définition de la chaîne logistique :	7
I.3.3 Les acteurs de la chaîne logistique :	8
I.3.4 Les trois flux de la chaîne logistique :	10
I.3.5 Les flux de matière et d'information dans la chaîne logistique :	11
I.3.6 Structure des chaînes logistiques :	13
I.3.7 Les Niveaux de décisions d'une chaîne logistique :	15
I.3.8 La différence entre les niveaux des décisions :	17
I.4 Section 3 : La notion de la gestion de la chaîne logistique :	18
I.4.1 De la logistique à la gestion de la chaîne logistique :	18
I.4.2 La gestion de la chaîne logistique :	18
I.4.3 Definition:	18
I.4.4 Les enjeux du Supply Chain Management :	19
I.4.5 Les objectifs de SCM :	22

I.4.6	La différence entre la gestion de la logistique et la gestion de la chaîne logistique :.....	22
I.5	Section 4 : La logistique agroalimentaire :	24
I.5.1	Les principales caractéristiques de la logistique agroalimentaire :	24
I.5.2	Enjeux de la logistique agroalimentaire :	24
I.5.3	Contraintes de la logistique agroalimentaire :	25
I.5.4	Le système agro-alimentaire mondial :	25
I.5.5	La chaîne d’approvisionnement agricole :.....	25
II	Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.	29
II.1	II.1. Introduction :	29
II.2	Section 1 : La culture de pomme de terre :	29
II.2.1	La pomme de terre :.....	29
II.2.2	Histoire de la pomme de terre :	30
II.2.3	Description botanique :.....	32
II.3	Section 2 : La production de pomme de terre :	38
II.3.1	Préparation du sol :.....	38
II.3.2	Le Climat et le sol :	38
II.3.3	Plantation :.....	40
II.3.4	Symptômes, dégâts et moyens de lutte contre les principaux ravageur set maladies de la pomme de terre :	47
II.3.5	La récolte :.....	50
II.3.6	Le stockage :.....	50
II.3.7	Déstockage :	51
II.3.8	Conclusion :.....	51
II.4	Section 3 : Les variétés existantes en Algérie :	52
II.4.1	L’étude des variétés :.....	52
II.4.2	La notation des critères :.....	58
III	Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.	62
III.1	Introduction :	62
III.2	L’importance de la chaîne logistique agricole en Algérie :.....	64
III.2.1	Les fluctuations des prix :.....	64
III.2.2	La raison de ces difficultés et comment faire face :	65
III.2.3	L’indice de performance logistique :.....	65
III.3	Notre démarche pour la résolution du problème :	67
III.3.1	Présentations de notre problème :.....	67
III.3.2	Modélisations de notre problème :	68

III.4	Le modèle mathématique :	70
III.4.1	Les Indices :	70
III.4.2	Les variables de décision :	71
III.4.3	Les paramètres :	72
III.4.4	La fonction objective :	73
III.4.5	Les contraintes :	73
III.5	CPLEX Studio IDE :	75
III.5.1	Introduction :	75
III.5.2	Création du projet et du modèle :	76
III.6	La méthodologie de l'insertion des data :	78
III.6.1	Le choix des zones :	78
III.6.2	Les wilayas choisies sont :	79
III.6.3	Schéma descriptif des zones de la plantation, le stockage et la distribution de la pomme de terre entre les wilayas :	81
III.6.4	Les surfaces de plantation maximale (S_{max_z}) :	82
III.6.5	Les prix unitaires de stockage (PS_{t3}) :	82
III.6.6	Le Pourcentage d'un calibre ($PoC_{p,c}$) :	83
III.6.7	Les coûts de transport ($CT_{z,s}$) :	83
III.6.8	Durée maximale de stockage (DLp_p) :	84
III.6.9	Le pourcentage de bonne qualité ($PO_{p,t1,t2}$) :	84
III.6.10	Le prix d'achat ($PA_{p,c,t1}$) :	85
III.6.11	Le prix de vente ($PV_{p,c,t2}$) :	88
III.6.12	Le rendement ($R_{z,p,t1}$) :	90
III.6.13	La demande ($Dem_{s,p,c,t2}$) :	91
III.7	Les résultats d'exécution :	93
III.7.1	L'exécution de programme dans CPLEX Studio IDE :	93
III.7.2	Les variables de décision :	94
III.8	Exemple explicatif :	100
III.8.1	Le processus du fonctionnement de modèle :	100
III.8.2	La demande de marché ($Dem_{s,p,c,t2}$) :	102
III.8.3	La surface de plantation maximale (S_{max_z}) :	103
III.8.4	Le rendement ($R_{z,p,t1}$) :	104
III.8.5	La surface de plantation de la wilaya de MASCARA ($SR_{z,p,t1}$) :	105
III.8.6	La quantité récoltée ($QR_{z,p,c,t1}$) :	106
III.8.7	La quantité de pommes de terre achetée ($QA_{z,s,p,c,t1}$) :	108
III.8.8	La quantité de pomme de terre entrée ($QE_{s,p,c,t1}$) :	111

III.8.9	La quantité de pommes de terre distribuée ($QD_{s,p,c,t1,t2}$) :.....	112
III.8.10	La quantité sortante ($QS_{s,p,c,t2}$) :	113
III.8.11	Conclusion :	114
CONCLUSION GENERALE :		112
PERSPECTIVES :		114
BIBLIOGRAPHIE :		115
RESUME :		122

NOMENCLATURE:

AMA : American Marketing Association.

NCPDM : National Council of Physical Distribution Management.

CLM : Council of Logistics Management.

CSCMP : Council of Supply Chain Management Professionals.

SC : Supply chain.

SCM : Supply chain management.

CL : Chaîne logistique.

CLD : chaîne logistique direct.

CLE : chaîne logistique étendue.

CLG : chaîne logistique globale.

ONG : Organisations non gouvernementales.

LAG : Logistique Agro-alimentaire.

CAG : La chaîne d'approvisionnement agricole.

FAO : Food and Agriculture Organization.

CIP : Centre international de la pomme de terre.

SCG : Secteur Agricole.

USD : US dollars.

PAG : Produits Agricole.

CNCC : National Center Control And Certifications Des Semences Et Des Plants.

LPI: Logistics Performance Index.

IDE: Integrated Development Environment.

OPL : Optimization Programming Language.

PS : Prix de stockage.

PoC : Pourcentage d'un bon calibre.

CT : Cout de transport.

DLP : durée maximale de stockage.

PO : Pourcentage de bonne qualité.

PA : Prix d'achat.

PV : Prix de vente.

R : Le Rendement.

Dem : La Demande.

T1 : La période de récolte.

T2 : La période de vente.

T3 : La période de stockage.

VA : La variété.

CA : Le calibre.

ZP : La zone de plantation.

ZS : Les zones de stockage.

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau I-1 : La comparaison des deux concepts.....	23
Tableau II-1 : La valeur nutritionnelle moyenne de la pomme de terre pour 100g.....	36
Tableau II-2 : Les variétés Principales de pomme de terre cultivées en Algérie	37
Tableau II-3 : Le climat et le sol.	38
Tableau II-4 : La différence entre le sol minéral et le sol organique	39
Tableau II-5 : Les périodes de plantation.....	43
Tableau II-6 : La gestion des insectes.	45
Tableau II-7 : Le tableau suivant permet d'identifier les symptômes et les moyens de lutte des différentes maladies et ravageurs les plus fréquents	49
Tableau II-8 : Les caractéristiques des pommes de terre rouges (Désirée et Kondor)	58
Tableau II-9 : Les caractéristiques des pommes de terre jaunes (Spunta et Fabula)	59
Tableau II-10 : L'annexe des notations	61
Tableau III-3 : Tableau de classement mondial LPI 2018	66
Tableau III-4 : La production annuelle de pomme de terre ainsi que la consommation, excédent et déficit et la population pour des différentes wilayas productrices en Algérie	78
Tableau III-5 : La surface maximale de plantation (S_{max_z}).....	82
Tableau III-6 : Le prix du stockage unitaire d'une tonne (PS_{t3}).....	82
Tableau III-7 : Le pourcentage d'un calibre(C) selon la variété (P) ($PoC_{p,c}$).....	83
Tableau III-8 : Le coût de transport depuis les zones de plantation (Z) vers les zones de stockage (S) ($CT_{z,s}$).	83
Tableau III-9 : La durée maximale de stockage (DL_p).....	84
Tableau III-10 : Les pourcentages de pomme de terre qui sont en bonne qualité ($PO_{p,t1,t2}$).....	85
Tableau III-11 : Le prix d'achat de pomme de terre ($PA_{p,c,t1}$).	87
Tableau III-12 : Le prix de vente de pomme de terre ($PV_{p,c,t2}$).	89
Tableau III-13 : Le rendement d'un hectare de MASCARA et MOSTAGANEM ($R_{z,p,t1}$).....	90
Tableau III-14 : La demande de pomme de terre d'EL OUED ($Dem_{s,p,c,t2}$).	92
Tableau III-15 : La surface de plantation de pomme de terre EL OUED ($SR_{z,p,t1}$).	94
Tableau III-16 : La quantité récoltée de la zone de plantation EL OUED ($QR_{z,p,c,t1}$).	95
Tableau III-17 : La quantité achetée depuis la zone de plantation EL OUED ($QA_{z,s,p,c,t1}$).....	96
Tableau III-18 : La quantité entrant dans la zone de stockage EL OUED ($QE_{s,p,c,t1}$).....	97
Tableau III-19 : La quantité sortant depuis la zone de stockage EL OUED ($QS_{s,p,c,t2}$).	98
Tableau III-20 : La demande de pomme de terre de MASCARA ($Dem_{s,p,c,t2}$)	103
Tableau III-21 : La surface maximale de plantation (S_{max_z}).....	103

Tableau III-22 : La surface de plantation de pomme de terre de MASCARA ($SR_{z,p,t1}$)	105
Tableau III-23 : La quantité récoltée depuis la zone de plantation MASCARA ($QR_{z,p,c,t1}$)	108
Tableau III-24 : La quantité achetée depuis la zone de plantation MASCARA vers MASCARA ($QA_{z,s,p,c,t1}$)	109
Tableau III-25 : La quantité achetée depuis la zone de plantation MASCARA vers MOSTAGANEM ($QA_{z,s,p,c,t1}$)	110
Tableau III-26 : La quantité distribuée au zone de stockage de MASCARA($QD_{s,p,c,t1,t2}$)	112
Tableau III-27 : La quantité sortante depuis la zone de stockage MASCARA($QS_{s,p,c,t2}$)	113

LISTE DES FIGURES :

Figure I-1 : Le pipe-line logistique.....	2
Figure I-2 : Représentation d'une chaîne logistique.....	7
Figure I-3 : La chaîne logistique directe (CLD)	9
Figure I-4 : La chaîne logistique étendue (CLE).....	9
Figure I-5 : La chaîne logistique globale (CLG).	10
Figure I-6 : Les flux de la chaîne logistique.....	10
Figure I-7 : Découpage traditionnel des flux de matière et d'information dans la chaîne.....	12
Figure I-8 : La nouvelle répartition des flux dans la chaîne logistique.....	13
Figure I-9 : Différentes structures de la chaîne logistique.	14
Figure I-10 : La pyramide des décisions	16
Figure I-11 : Représentation de la gestion de la chaîne logistique.....	19
Figure I-12: Filière agricole : les principaux domaines d'utilisation.	26
Figure I-13 : Chaîne logistique agricole : les principaux acteurs.	27
Figure I-14 : Exploitation agricole : les décisions à prendre du stratégique à l'opérationnel	28
Figure II-1 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre.	33
Figure II-2 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre.	34
Figure II-3 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre.....	34
Figure II-4 : Les différentes formes des tubercules de pomme de terre.	35
Figure II-6: Les différentes méthodes de multiplication de la pomme de terre.....	40
Figure II-7 : Les différentes phases de la plantation de la pomme de terre.....	44
Figure II-8 : Protection : gestion des insectes.	46
Figure II-9 : Tubercules de la variété Désirée	53
Figure II-10 : La variété de pomme de terre : Désirée	53
Figure II-11 : Tubercules de la variété Kondor	54
Figure II-12 : La variété de pomme de terre : Kondor	55
Figure II-13 : Tubercules de la variété Spunta	55
Figure II-14 : La variété de pomme de terre : Spunta	56
Figure II-15 : Tubercules de la variété Fabula	57
Figure II-15 : La variété de pomme de terre Fabula	57
Figure III-1 : Exécution de l'exemple.	76
Figure III-2 : La carte de la wilaya EL OUED.....	79
Figure III-3 : La carte de la wilaya AINDEFLEA.	79
Figure III-4 : La carte de la wilaya de MOSTAGANEM.....	80

Figure III-5 : La carte de la wilaya de MASCARA.	80
Figure III-6 : La carte de la wilaya de BOUIRA.	81
Figure III-7 : Schéma descriptif de notre concept de la chaîne logistique de la pomme de terre en Algérie.	81
Figure III-8 : Code python pour l'insertion des données de $PO_{p,t1,t2}$	85
Figure III-9 : Code python pour l'insertion des données de $(PA_{p,c,t1})$	86
Figure III-10 : Code python pour l'insertion des données de $(PV_{p,c,t2})$	88
Figure III-11 : Code python pour l'insertion des données de $(Dem_{s,p,c,t2})$	91
Figure III-12 : Exécution du modèle.	93
Figure III-13 : La complexité de programme.	93
Figure III-14 : Le choix des semences et les surfaces de plantations et leur rendements.	100
Figure III-15 : La récolte et la vente des pommes de terre.	101
Figure III-16 : Le calcul de la quantité entrant et la quantité distribuée des pommes de terre.	101
Figure III-17 : La quantité précise pour satisfaire la demande des marchés.	102
Figure III-14 : Le rendement de MASCARA ($R_{z,p,t1}$).	104
Figure III-15 : La surface de plantation aux wilayas de MASCARA.	106
Figure III-14 : La quantité récoltée dans la wilaya de Mascara ($QR_{z,p,c,t1}$).	107
Figure III-15 : La quantité entrante dans le stock de Mascara ($QE_{s,p,c,t1}$).	111

INTRODUCTION GENERALE :

La production des pommes de terre en Algérie a progressé ces dernières années, mais elle est encore loin d'être efficace dans son organisation. La population algérienne la consomme en grandes quantités, environ 98 kg/citoyen par an, mais malheureusement, les consommateurs sont trop souvent confrontés à des fluctuations des prix due à la mauvaise planification du processus de production et de distribution.

Il existe plusieurs agriculteurs de pomme de terre en Algérie, mais le plus souvent, ils sont confrontés à de nombreuses difficultés en ce qui concerne la commercialisation de leurs récoltes. Et cela est dû à l'absence d'une planification précise et à l'absence d'une chaîne logistique claire qui leur garantisse la vente de leur récolte. Par conséquent, lorsque les pommes de terre sont récoltées, et en raison du manque d'infrastructures de stockage, elles pourrissent la plupart du temps en raison d'absence des acheteurs au bon moment. Ainsi des pertes financières importantes pour les agriculteurs le pays en général.

La production agricole locale demeure cependant encore insuffisante pour répondre aux besoins du pays. En l'absence d'une agriculture performante, l'Algérie est fortement dépendante des importations agro-alimentaires, ce qui fait d'elle le principal importateur de produits alimentaires du continent africain. En 2012, la facture alimentaire atteignait 8,98 milliards de dollars, soit 19 % de la valeur totale des importations (46,8 milliards de dollars). Ce qui est paralysant pour l'économie.

Le but de ce mémoire est de conceptualiser un modèle à l'aide d'outil informatique qui permet de réaliser une chaîne logistique de production efficace de pomme de terre, dès les premières étapes, dans les zones de plantation et la détermination de la surface nécessaire pour satisfaire la demande jusqu'au moment où les pommes de terre atteignent les zones de stockage pour être vendues. Notre objectif, à partir de ce modèle est de maximiser le coût de revient de cette chaîne tout en minimisant les charges qui peuvent se produire. Aussi pour un objectif qui est de satisfaire la demande prévisionnelle dans les meilleures conditions et avec un prix réduit.

Le Travail de ce mémoire est structuré selon trois Chapitres :

- 1- Le premier chapitre est composé en quatre parties principales, la première est consacrée pour la définition de la logistique commençant par son histoire, ses flux principaux, nous déterminons également ses différentes fonctions ainsi que le périmètre de la logistique. Dans la deuxième partie nous introduisons la notion de la chaîne logistique, nous discutons des principales composantes d'une chaîne logistique, les acteurs impliqués dans celle-ci, les flux existants et ses structures de base. Dans la troisième partie nous passons à la distinction entre la chaîne logistique et la gestion de la chaîne logistique, nous examinons les principales différences entre ces deux concepts et essayons finalement de les comparer. Dans la dernière partie nous introduisons la notion de la logistique agroalimentaire, ses caractéristiques et les types qui existent, et nous l'achevons par l'investigation de la chaîne d'approvisionnement agroalimentaire.
- 2- Le deuxième chapitre est divisé en trois parties, dont la première est consacrée pour la culture de la pomme de terre, en commençant par son histoire et sa diffusion à travers le

monde. Ensuite, nous passons à sa description botanique, ses structures, ses variétés et les exigences de la plante. Dans la deuxième partie nous concentrons sur la production de pomme de terre dès la préparation du sol en passant par son entretien jusqu'à la récolte et stockage. Dans la dernière partie nous fournissons par une analyse approfondie des quatre variétés les plus utilisées en Algérie, qui sont celles que nous avons choisies pour faire partie du modèle.

3- Le troisième chapitre est consacré à la conception de modèle mathématique et l'utilisation de solveur « CPLEX Studio IDE » pour l'exécuter. Le travail de ce chapitre est résumé dans les points suivants :

- ✓ L'examinassions du secteur agricole Algérien et la prise en compte des problèmes auxquels il est confronté.
- ✓ Examiner les fluctuations des prix sur le marché de la pomme de terre et les raisons qui les expliquent.
- ✓ Le choix des zones de plantation en fonction des capacités de production de chaque Wilaya
- ✓ La recherche et le choix des meilleures variétés de pommes de terre et les plus utilisées en Algérie.
- ✓ L'étude de la consommation de pomme de terre en Algérie et la formulation d'une demande provisionnelle pour chaque zone en utilisant des statistiques réelles.
- ✓ La modélisation du problème en un modèle mathématique.
- ✓ L'utilisation du solveur « CPLEX Studio IDE » pour la traduction de modèle mathématique en un programme exécutable.
- ✓ L'insertion des données en utilisant différentes méthodes, comme les codes python.
- ✓ L'obtention des résultats préliminaires, l'organisation et l'interprétation de ces données pour les présenter d'une manière efficace.

4- A la fin, nous clôturons ce mémoire par une conclusion avec des perspectives

CHAPITRE I

I Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

I.1 Introduction :

Dans ce premier chapitre, on commence par définir la logistique, son histoire, ses principales fonctions, aussi le périmètre qu'elle couvre et ses différents types. Ensuite, on passe à l'introduction de la notion de la chaîne logistique, on examine ses acteurs, les différents flux qui existent dans une chaîne logistique ainsi que ses structures et ses niveaux décisionnels. Après cela, on examine la distinction entre la chaîne logistique et la gestion de la chaîne logistique. On souligne son rôle, ses enjeux et ses objectifs du SCM et on compare entre la gestion de la logistique et la gestion de la chaîne logistique. Ainsi, on termine ce chapitre par une présentation de la logistique agroalimentaire, ses principales caractéristiques et sa chaîne d'approvisionnement agricole.

I.2 Section 1 : La logistique :

I.2.1 Historique :

Le mot logistique a vu sa définition évoluée, depuis sa création en 1836. Jusqu'au début des années 1900, il était surtout utilisé dans le domaine militaire. L'American Marketing Association proposa en 1935, dans Marketing Vocabulary, l'une des premières définitions de la logistique : « La logistique regroupe les différentes activités réalisées par une entreprise, y compris les activités de service, durant le transfert d'un produit du site de production jusqu'au site de consommation ».

Le National Council of Physical Distribution Management (NCPDM), qui deviendra en 1985 le Council of Logistics Management (CLM) puis, en 2004 le Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), proposa une définition plus large incluant les approvisionnements et le transport : « Le processus de planification, d'exécution et de contrôle des procédures de transport et de stockage des biens (et des services) efficace et efficient, et des informations associées, du point d'origine au point de consommation dans le but de répondre aux besoins du client.

Quelques organisations ont cherché à normaliser la définition de la logistique. Le Conseil économique et social des Nations unies proposa de définir la logistique comme le « processus de conception et de gestion de la chaîne d'approvisionnement dans le sens le plus large. Cette chaîne peut comprendre la fourniture de matières premières nécessaires à la fabrication, en passant par la gestion des matériaux sur le lieu de fabrication, la livraison aux entrepôts et aux centres de distribution, le tri, la manutention et la distribution finale au lieu de consommation »^[1].

Certaines définitions présentent la logistique comme un ensemble d'activités dont le périmètre varie d'une définition à l'autre. D'autres présentent la logistique comme une méthode de gestion. En l'absence d'une définition partagée, le terme « logistique » prête souvent à confusion^[2].

I.2.2 Définition et concept de la logistique :

Pour bien définir la logistique, nous avons choisi de reprendre la définition de A. K. SAMII qui nous a paru très intéressante à plus d'un titre : « La logistique est le processus :

- Qui anticipe les désirs et les volontés des clients.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

- Qui permet de se procurer le capital, les matières, les personnels, les technologies et l'information nécessaires pour réaliser ces désirs et volontés.
- Qui permet d'optimiser et d'utiliser les réseaux de distribution de biens matériels, d'informations et de services afin de satisfaire complètement et rapidement la commande ou l'ordre placé par le client au plus juste coût. »

On trouve dans cette définition tous les ingrédients essentiels :

- Le client doit être au cœur du processus logistique.
- Pour le satisfaire, tout doit être mis en œuvre et on doit disposer de tous les éléments nécessaires, du capital jusqu'au système d'information.
- La logistique n'est plus seulement une affaire de circulation de produits comme cela a été le cas très longtemps, c'est aussi une affaire de services et de circulation d'informations indissociables des produits à intégrer dans la réflexion.
- La logistique, c'est aussi et enfin, et c'est peut-être le plus important, une affaire de flux... et cela reste parfaitement exact au niveau de la réflexion supply chain.

Selon A. K. SAMII, « la logistique est la gestion des flux et son accélération comme dans un pipe-line ».

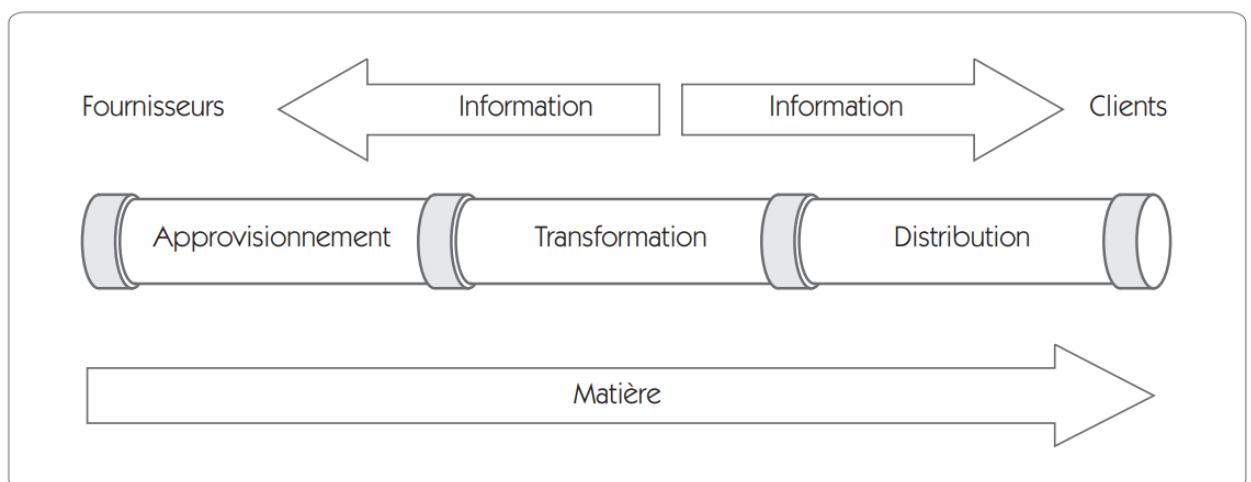


Figure I-1 : Le pipe-line logistique.

On trouve dans la littérature de nombreuses représentations de la logistique en bulles, en fleurs...

La représentation sous la forme d'un pipe-line est efficace. L'analogie avec la circulation du pétrole dans un pipe-line correspond à ce que toutes les entreprises souhaitent faire aujourd'hui : fluidifier au maximum leurs productions et la distribution de ces dernières pour qu'il n'y ait quasiment plus de ruptures ou d'engorgements de flux ; c'est essentiel en matière de satisfaction rapide du client^[3].

I.2.3 Les flux physiques et les flux d'information :

La logistique concerne un très vaste domaine lié au mouvement des produits. Concrètement, cela concerne les opérations et techniques telles que :

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

- La localisation des usines et des entrepôts.
- La gestion et la réception des matières premières.
- La gestion et le stockage de ces matières.
- La gestion de production.
- La gestion et le stockage des en-cours.
- La gestion et le stockage des produits finis.
- L'emballage.
- La préparation de commandes.
- La manutention.
- Les transports et les tournées de livraison.

La logistique couvre donc plusieurs réalités, avec néanmoins un point de convergence, qui se détermine par l'optimisation de ces flux de produits. C'est une démarche de gestion ou d'organisation de ces flux dans le temps et dans l'espace en quatre périodes :

- Gestion des flux d'approvisionnements.
- Gestion des flux de production.
- Gestion des flux de distribution.
- Gestion des flux liés au service après-vente (logistique de soutien).

I.2.4 La Logistique et la gestion de production :

I.2.4.1 Fonctions couvertes par la logistique :

Dans les entreprises, on trouve des fonctions logistiques bien différentes :

- Celles qui assurent des fonctions opérationnelles : gestion de la flotte de camions et des prestataires de transport, gestion des articles en stock, gestion des entrepôts, ordonnancement des travaux et approvisionnement des lignes de production en pièces pour une bonne maîtrise des flux.
- Celles qui assurent le contrôle des flux réels afin d'en dégager des axes d'amélioration.
- Celles qui organisent la productivité, qui redéfinissent les organisations logistiques ou de production (organisation interne ou externalisation).
- Celles qui assurent le soutien logistique dans les services après-vente.

I.2.4.2 Logistique ou gestion de production – Un débat :

À part les fonctions opérationnelles concernant spécifiquement les transports, on retrouve ces mêmes fonctions dans le domaine de la gestion de production. Ne cherchons donc pas à opposer ces deux approches et ne cherchons pas à discuter pour savoir quelle approche englobe l'autre ; il faut se concentrer, avant tout, sur la maîtrise des flux de production dans le but d'améliorer les performances globales de l'entreprise.

I.2.4.3 Une logistique ou des logistiques :

Plusieurs associations cherchent, chacune de leur côté, à définir cette fonction logistique. Il semble se dégager deux types de logistique :

- Une logistique de flux qui vise à optimiser les flux de production d'un équipement.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

- Une logistique de soutien qui vise à optimiser l'utilisation d'un équipement tout au long de son cycle de vie^[4].

I.2.5 Périmètre de la fonction logistique :

De par sa nature transversale, la logistique peut couvrir dans son périmètre des fonctions telles que :

I.2.5.1 En Amont :

- L'organisation des approvisionnements en matière première.
- L'adéquation entre besoins d'approvisionnements et production.
- La gestion du panel des fournisseurs et l'optimisation des achats.

I.2.5.2 Au sein du site de production / transformation :

- La gestion de l'entreposage.
- Le pilotage des niveaux de stocks.
- Les analyses de qualité des composants de production.
- L'optimisation des flux (produits, informations, ressources...).
- La définition et mise en place des systèmes d'information adaptés.

I.2.5.3 En Aval :

- La préparation des commandes
- Le pilotage du service client
- L'optimisation des schémas de distribution
- La gestion des retours et du recyclage^[5].

I.2.6 Les différents types de logistiques :

La logistique recouvre toujours des fonctions de transport, stockage et manutention et, dans les entreprises de production, tend à étendre son domaine en amont vers l'achat et l'approvisionnement, en aval vers la gestion commerciale et la distribution.

On cite souvent la définition d'origine militaire : « La logistique consiste à apporter ce qu'il faut, là où il faut et quand il faut. » On peut cependant distinguer plusieurs logistiques différentes par leur objet et leurs méthodes :

I.2.6.1 La logistique d'approvisionnement :

Ensemble des activités qui ont pour objectif d'assurer la mise à disposition dans les délais souhaités par l'entreprise des références et quantités voulues de matières premières, produits semi-finis, équipements dans les meilleures conditions de coût. Le besoin des différents groupes de marchandises doit être déterminé en collaboration avec le département des achats et en tenant compte des stocks disponibles.

I.2.6.2 La Logistique commerciale :

Activité d'interface avec la vente et le marketing. Essentiellement axée sur la gestion des données et des flux informationnels. La logistique commerciale concerne la gestion des flux documentaires

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

partant de la gestion de la demande (prévisions), l'enregistrement, le traitement et le suivi des commandes clients, le suivi de l'encaissement des factures et le traitement d'éventuelles réclamations (Gestion de la relation client).

I.2.6.3 La logistique de production :

Ensemble des activités qui ont pour objectif d'assurer la mise à disposition dans les délais souhaités par les différentes unités de production et/ou d'assemblage des références et quantités voulues de matières premières et en-cours de production dans les meilleures conditions de coût. La réalisation de ce processus implique la définition de règles de gestion (modèle de pilotage des flux, gestion des stocks d'en-cours de production, système de convoyage et de manutention, gestion du transport entre les sites de stockage et les unités de production...).

I.2.6.4 La logistique de distribution :

Gestion des flux physiques des produits de l'entrepôt central jusqu'aux entrepôts terminaux en passant par des opérations de transport et de stockage intermédiaires. La logistique de distribution englobe donc des activités telles que la gestion des entrepôts, la gestion des stocks, préparation des commandes, expédition...).

I.2.6.5 La logistique de soutien :

Le soutien logistique a pour objectif d'assurer le maintien en condition opérationnelle d'un système en phase d'exploitation. Il met en œuvre un ensemble de processus et de moyens (ravitaillement, acquisition et gestion des rechanges, conditionnement-stockage-transport-manutention, opérations de maintenance, outillages, documentation, formation...) nommés éléments du soutien logistique. Ceux-ci constituent par intégration ce qu'il est quelquefois convenu d'appeler le système de soutien logistique.

I.2.6.6 La logistique agro-alimentaire :

Gestion des activités traditionnelles de logistique dans les flux des produits agro-alimentaires. Elle se caractérise par la nature des produits qui ont un cycle de vie court (sont très souvent périssables). Ce qui exige des délais d'acheminement courts et des conditions particulières de transport et stockage (transport et stockage à température contrôlée)^[6].

I.2.6.7 La logistique militaire :

Qui vise à transporter sur un théâtre d'opération les forces et tout ce qui est nécessaire à leur mise en œuvre opérationnelle et leur soutien.

I.2.6.8 Une activité dite de service après-vente :

Assez proche de la logistique de soutien avec cette différence qu'elle est exercée dans un cadre marchand par celui qui a vendu un bien ; on utilise assez souvent l'expression « management de services » pour désigner le pilotage de cette activité ; on notera cependant que cette forme de logistique de soutien tend de plus en plus souvent à être exercée par des spécialistes du soutien différents du fabricant et de l'utilisateur et dits Third Party Maintenance.

I.2.6.9 Des reverse logistiques :

Parfois traduites en français par « logistique à l'envers », « rétro-logistique » ou encore « logistique des retours », qui consiste à reprendre des produits dont le client ne veut pas ou qu'il veut faire

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

réparer, ou encore à traiter des déchets industriels, emballages, produits inutilisables depuis les épaves de voiture jusqu'aux toners d'imprimantes. Une distinction commode est celle que l'on fait souvent entre les logistiques de flux, production et distribution d'une part, et les logistiques de soutien d'autre part. Ces deux catégories de logistique ont en effet des caractéristiques assez différentes, les premières étant plus liées aux techniques de gestion de la production et aux techniques de marketing et de ventes, les deuxièmes étant plus liées à des méthodes de maintenance et de gestion de rechanges, particulièrement développées dans le domaine militaire ou dans celui de la maintenance des équipements techniques. Il y avait donc bien des logistiques différentes jusqu'à ce que le concept de supply chain ne vienne apporter une certaine unité en ce domaine^[7].

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

I.3 Section 2 : La chaîne logistique :

I.3.1 La notion de la chaîne logistique :

Jusqu'au milieu des années 70, la tendance générale dans l'industrie a été de "pousser" la production dans l'objectif d'inonder le marché puisque la demande était supérieure à l'offre. Dans la plupart des entreprises, les responsables d'activités essayaient de diminuer les coûts au niveau de leurs activités, sans se préoccuper des répercussions de ces décisions sur l'ensemble des activités de l'entreprise.

A la fin des années 70, la présence de nombreuses entreprises dans un même segment de marché a eu pour effet l'augmentation de l'offre et l'exacerbation de la concurrence et de la compétition entre elles. Il est alors apparu nécessaire de prendre en compte dans les problèmes d'organisation industrielle, non seulement les contraintes de production, mais également les contraintes d'approvisionnement, de distribution, etc.

Ceci a pour objectif d'avoir une structure globale cohérente, capable de s'ajuster rapidement à la demande du client final. La notion de chaîne logistique vient, ainsi, de voir le jour^[8].

I.3.2 La définition de la chaîne logistique :

Le terme « chaîne logistique » vient de l'anglais Supply Chain qui signifie littéralement « chaîne d'approvisionnement ». Il existe une multitude de définitions de la « chaîne logistique » : il n'y a pas une définition universelle de ce terme.

Une chaîne logistique peut être vue comme un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution des produits finis vers le client (Lee et Billington, 1993). Cette définition structure la chaîne logistique autour d'un produit fini et de ses composants en se focalisant sur les fonctions nécessaires à sa production. La figure représente une chaîne logistique selon cette vision. Elle montre les différentes fonctions par rapport aux acteurs (fournisseur, producteur, assembleur, distributeur, client) sans pour autant distinguer qui est en charge de la réalisation de chaque fonction.

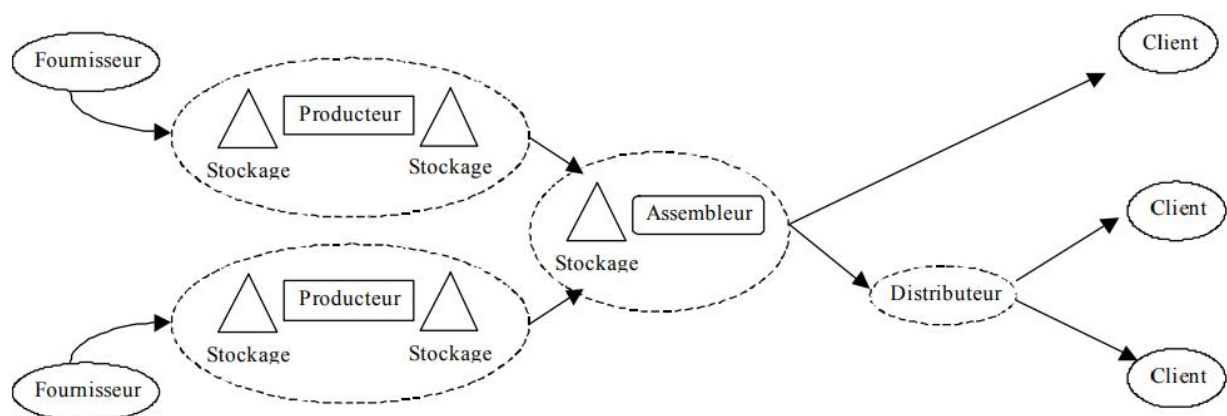


Figure I-2 : Représentation d'une chaîne logistique.

Un complément peut être apporté à cette définition en notant que les chaînes logistiques existent aussi bien dans les organisations de service que de production (Ganeshan et al., 1995).

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

Au-delà de l'aspect produit, la chaîne logistique peut être définie comme un système de sous-traitants, de producteurs, de distributeurs, de 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 (Tayur et al., 1999). Cette définition qui conserve les activités liées à l'élaboration des produits fait apparaître la notion de flux matériel et de flux d'information comme élément reliant les entités constituant la chaîne logistique.

Plus récemment, Génin (2003) définit la chaîne logistique comme un réseau d'organisations ou de fonctions géographiquement dispersées sur plusieurs sites qui coopèrent, pour réduire les coûts et augmenter la rapidité des processus et activités entre les fournisseurs et les clients. Cette définition met en valeur un point clé dans l'organisation des chaînes logistiques : la dispersion géographique des centres de fabrication de la chaîne logistique. Cette dispersion entraîne des besoins de coopération entre ces sites pour améliorer, de façon globale, l'efficacité de la production.

Bien que ces définitions mettent en évidence une cohérence quant à la finalité de la chaîne logistique (la prise en compte de toutes les étapes de l'élaboration d'un produit), elles se distinguent par leur approche. Dans (Thierry et al., 2001) sont distinguées notamment les approches définissant les chaînes logistiques pour des produits de celles définissant les chaînes logistiques des entreprises. Les chaînes logistiques orientées produit se basent sur les flux de matière nécessaires à l'élaboration d'un produit ou d'une famille de produits. Les approches considérant la chaîne logistique d'une entreprise considèrent l'entreprise comme élément central, puis l'ensemble des acteurs avec qui elle est en relation^[9].

I.3.3 Les acteurs de la chaîne logistique :

Toute organisation qui participe à l'acheminement des flux du point de départ jusqu'à sa destination dans les meilleures conditions est appelée maillon ou acteur dans la chaîne logistique. Dans n'importe quelle structure de la chaîne logistique, les organisations prennent des rôles spécifiques : fournisseurs, producteurs, prestataires, détaillants ou client final.

Le nombre d'organisations impliquées définit la structure et le type de la chaîne logistique étudiée. Selon (Mentzer et al., 2001), une chaîne logistique peut prendre trois formes possibles^[10] :

I.3.3.1 Une chaîne logistique directe :

Une CLD se compose d'une entreprise, d'un fournisseur et d'un client impliqués dans les flux de produits, de services, de finances et/ou d'informations en amont et/ou en aval.

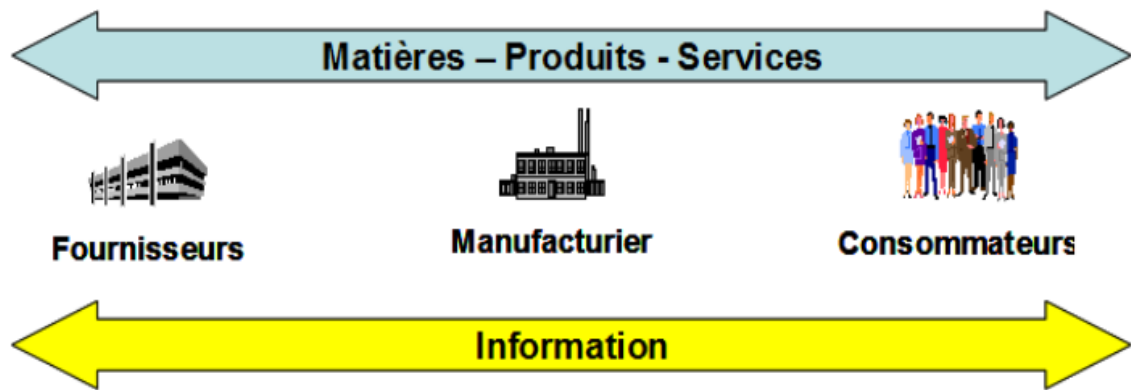


Figure I-3 : La chaîne logistique directe (CLD)^[11].

I.3.3.2 Une chaîne logistique étendue :

Une CLE comprend les fournisseurs du fournisseur immédiat et les clients du client immédiat, tous impliqués dans les flux en amont et/ou en aval de produits, de services, de finances et/ou d'informations.

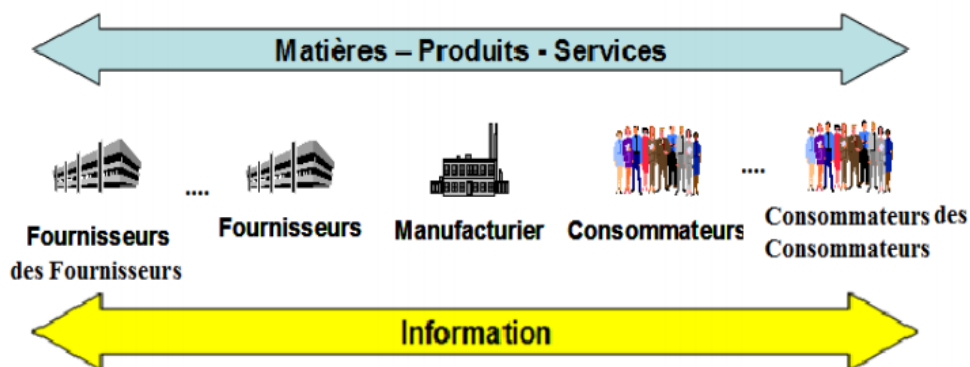


Figure I-4 : La chaîne logistique étendue (CLE).

I.3.3.3 Une chaîne logistique globale :

Cette forme de réseau tient compte de toutes les organisations impliquées dans la chaîne logistique. Ce type de réseau est très complexe à étudier. Cette complexité est due d'une part au nombre de maillons présents et d'une autre part à la variété des relations existantes.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

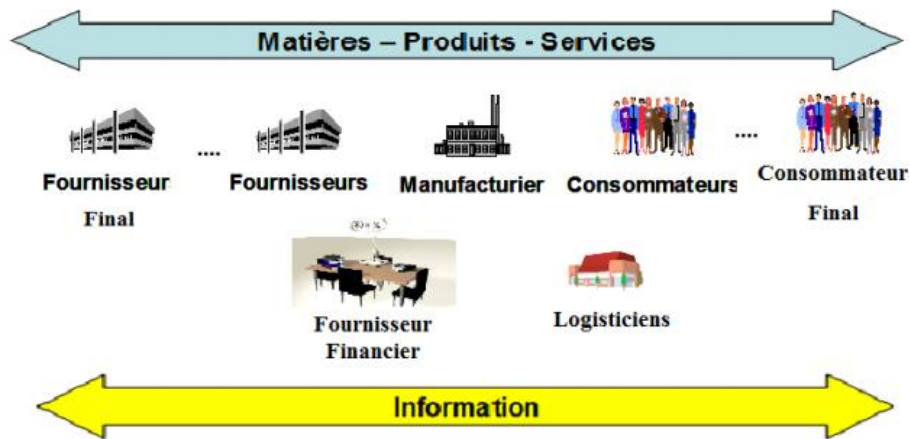


Figure I-5 : La chaîne logistique globale (CLG).

I.3.4 Les trois flux de la chaîne logistique :

Nous détaillons 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, prévoyant notamment des pénalités en cas de retard de livraison d'un fournisseur ou de rupture de stock, déterminant qui gère le transport et les stocks entre deux « maillons » de la chaîne, ...

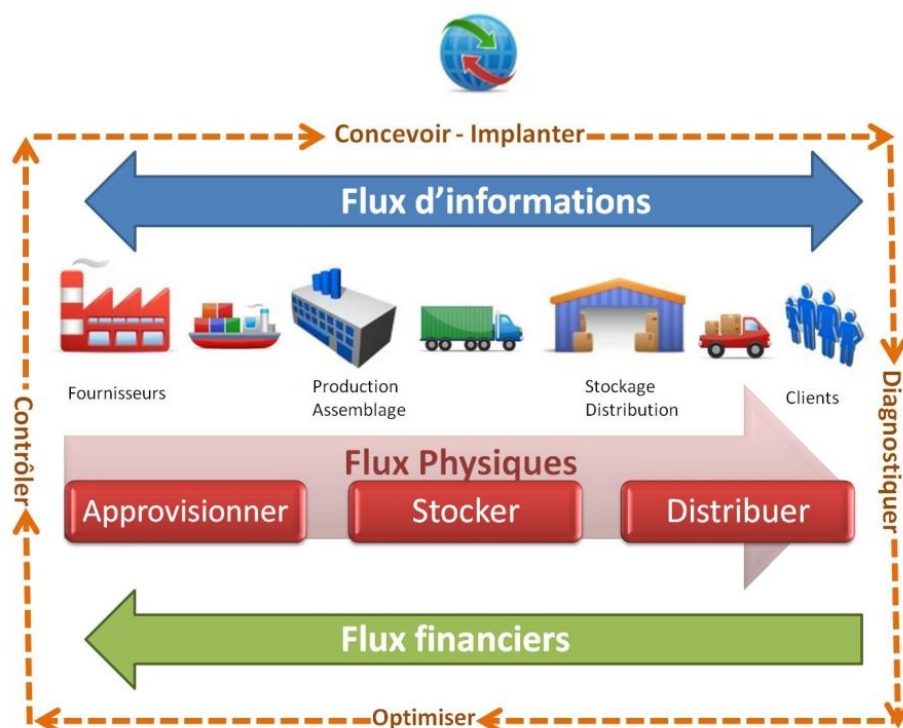


Figure I-6 : Les flux de la chaîne logistique.

I.3.4.1 Le flux d'information :

Le flux d'information représente l'ensemble des transferts ou échanges de données entre les différents acteurs de la chaîne logistique. Il s'agit en premier lieu des informations commerciales, notamment les commandes passées entre clients et fournisseurs. Une commande comprend généralement la référence du produit, la quantité commandée, la date de livraison souhaitée et le prix éventuellement négocié lors de la vente. D'autres éléments peuvent s'ajouter à cette liste : la liste des options désirées pour le produit, la fréquence de livraison si besoin, ... Mais les entreprises s'échangent aussi des informations plus techniques : paramètres physiques du produit, gammes opératoires, capacités de production et éventuellement de transport, informations de suivi des niveaux de stock. Ces dernières sont de plus en plus réclamées par les clients qui souhaitent connaître l'état d'avancement de fabrication de leur produit. De manière plus générale, le principe de traçabilité se traduit par un droit de regard accru du client envers le fournisseur (Dupuy et al., 2004).

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.3.4.2 Le flux physique :

Le flux physique est constitué par le mouvement des marchandises transportées et transformées depuis les matières premières jusqu'aux produits finis en passant par les divers stades de produits semi-finis. Il justifie l'organisation d'un réseau logistique, c'est-à-dire les différents sites avec leurs ressources de production, les moyens de transports pour relier ces sites et les espaces de stockage nécessaires pour pallier les aléas et faire tampon entre deux activités successives. En bref, l'écoulement du flux physique résulte de la mise en œuvre des diverses activités de manutention et de transformation des produits quel que soit leur état.

Le flux physique est généralement considéré comme étant le plus lent des trois flux.

I.3.4.3 Le 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. Sur le long terme, il correspond aussi aux investissements lourds tels que la construction de nouveaux bâtiments et de lignes de fabrication. Encore s'agit-il d'échanges avec des organismes bancaires extérieurs au réseau d'entreprises^[12].

I.3.5 Les flux de matière et d'information dans la chaîne logistique :

Certains auteurs (voir par exemple) définissent la chaîne logistique comme un ensemble de fournisseurs, producteurs, distributeurs, et de clients où les flux de matières circulent des fournisseurs aux clients et les flux d'informations circulent dans les deux sens.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

Deux principaux types de flux sont mis en évidence dans une chaîne logistique : les flux physiques (flux de matière) et les flux d'information. Traditionnellement, l'enchaînement des flux d'information et des flux de matière est ordonné et séquentiel comme le suggère la figure suivante

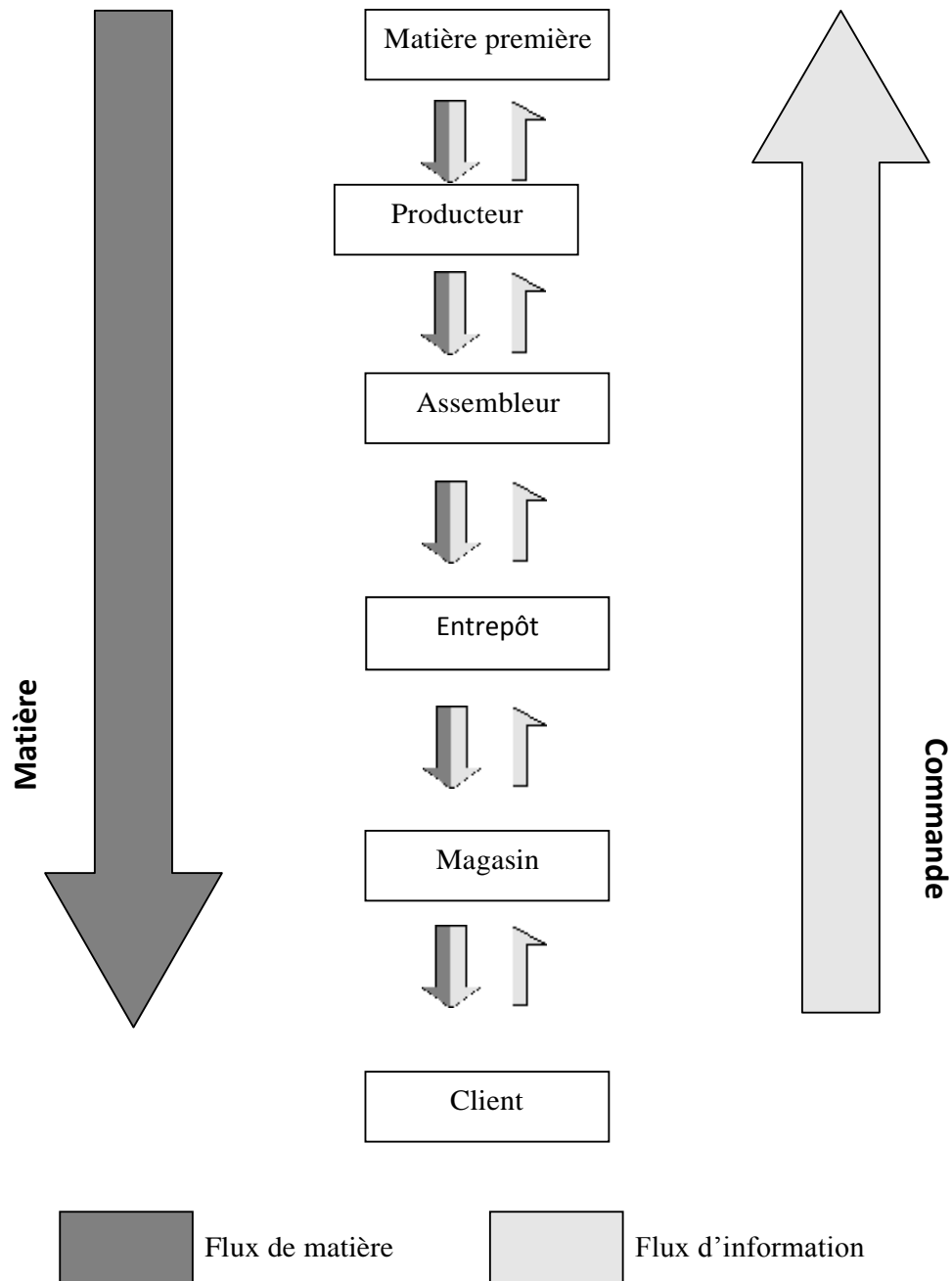


Figure I-7 : Découpage traditionnel des flux de matière et d'information dans la chaîne ^[13].

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

Aujourd'hui, le flux d'information et le flux de matière ne suivent plus une forme linéaire depuis le fournisseur jusqu'au client (figure 1). Avec l'évolution des nouvelles technologies d'information, le flux d'information ressemble aujourd'hui plutôt à un échange simultané, grâce à des échanges électroniques entre l'ensemble des partenaires (figure 2).

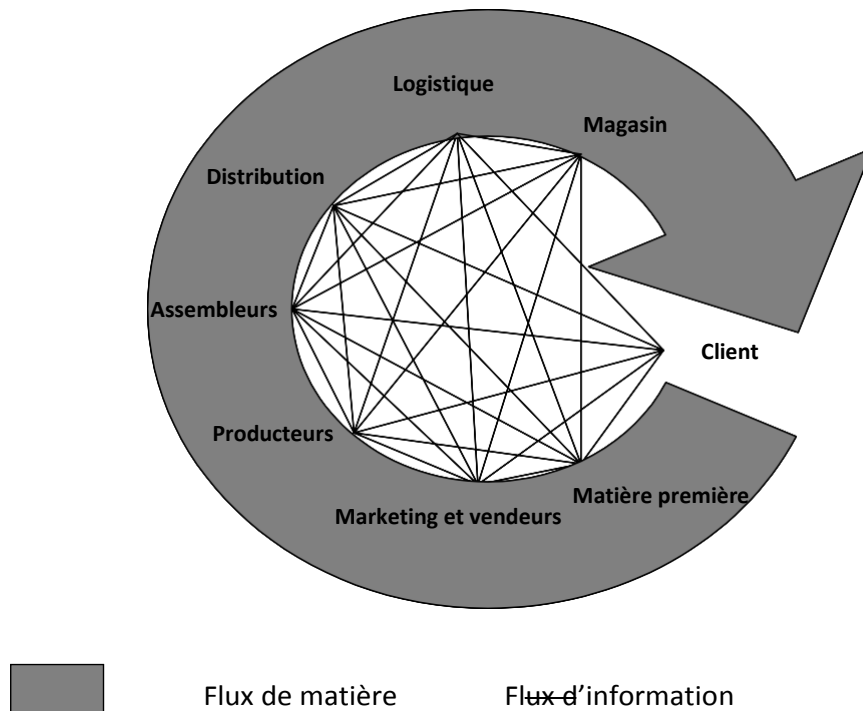


Figure I-8 : la nouvelle répartition des flux dans la chaîne logistique ^[13].

I.3.6 Structure des chaînes logistiques :

Il est important d'identifier une structure qui permet de caractériser les entités qui interagissent pour former une chaîne logistique [Mahmoudi, 2006]. Toutefois et vu la grande variété des types de fabrication et des périmètres des chaînes, il est difficile de cerner l'ensemble des cas réels des structures des chaînes logistiques [Galasso, 2007].

Dans la littérature scientifique, on distingue un ensemble de typologies usuelles, sur lesquelles sont fondées les modélisations existantes. [Huang et al, 2003] décomposent par exemple, ces structures en : série, dyadique, divergente, convergente et réseau.

Les structures de base sont présentées ci-dessous :

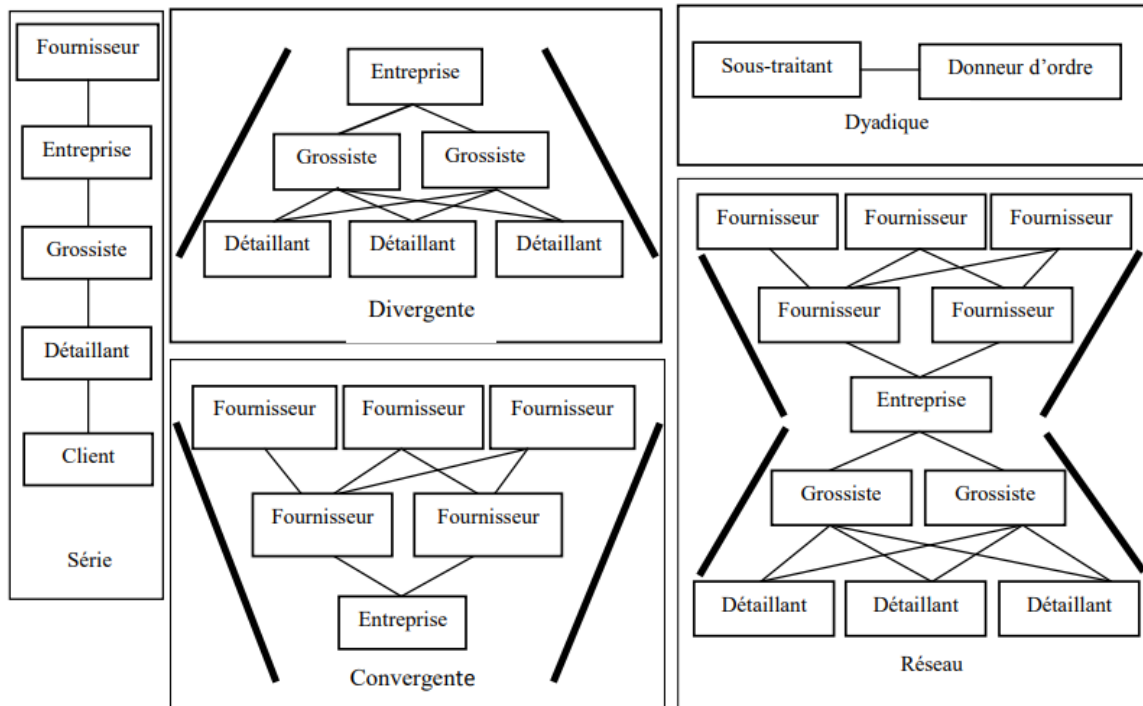


Figure I-9 : Différentes structures de la chaîne logistique.

I.3.6.1 La structure série :

Elle 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.

I.3.6.2 La structure dyadique :

Elle peut être vue comme un cas particulier d'une CL en série, limitée à 2 étages. Elle peut servir de base à l'étude de relations client/fournisseur ou donneur d'ordre/sous-traitant.

I.3.6.3 La structure divergente :

Elle permet de représenter un réseau de distribution où la matière part d'un point unique et se distribue à travers la chaîne. L'industrie électronique est un bon exemple de ce type de chaîne. Un exemple de configuration possible sera composé par un fournisseur de cristaux de silicium, les clients de rang 1 sont des constructeurs de puces, les clients de rang 2 sont des constructeurs de circuits intégrés et des assembleurs de téléphones mobiles en ce qui concerne le rang 3.

I.3.6.4 La structure convergente :

Elle permet de modéliser un processus d'assemblage. Dans une chaîne convergente, la matière qui circule entre les sites converge vers un seul et même site qui est logiquement le lieu d'assemblage final. L'industrie automobile est un bon exemple de ce type de chaîne. Une usine de construction de voitures aura des fournisseurs d'équipements (carrosserie, siège, pare-brise, ...) dans le rang 1, des fournisseurs de textile (pour les sièges, ...) dans le rang 2, etc.

I.3.6.5 La structure réseau :

Elle est une combinaison des deux structures précédentes. Elle permet de considérer à la fois les aspects approvisionnements et distribution, mais peut s'avérer plus complexe par le nombre d'acteurs impliqués, en particulier pour des produits complexes.

[François, 2007] indique que « la topologie d'une chaîne logistique est généralement de type « réseau », avec des ramifications plus ou moins grandes. En effet, une structure purement convergente signifie l'absence des réseaux de distribution pour la vente des produits. De même, une structure purement divergente est improbable, car cela signifierait que le produit fini ne découle que d'un fournisseur amont... ».

Ainsi certaines CL peuvent s'avérer très étendues, en particulier pour des produits complexes, une entreprise peut ainsi se trouver en rapport avec plusieurs fournisseurs, pour les grands réseaux, le classement des acteurs de la chaîne se fait en deux catégories :

I.3.6.5.1 Les membres essentiels :

(Acteurs industriels majeurs contribuant à l'élaboration du produit)

I.3.6.5.2 Les membres secondaires :

(Consultant, banque, partenaires de recherche,)

Pour la recherche de performance, on propose alors de se concentrer sur les membres essentiels seulement et même sur certaines relations uniquement, notamment les relations avec les fournisseurs des composants les critiques. On peut restreindre le réseau à optimiser^[14].

I.3.7 Les Niveaux de décisions d'une 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 (Ouzizi, 2005).

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 montre un tel schéma. Une telle hiérarchie est basée sur la portée temporelle des activités et sur la pertinence des décisions.

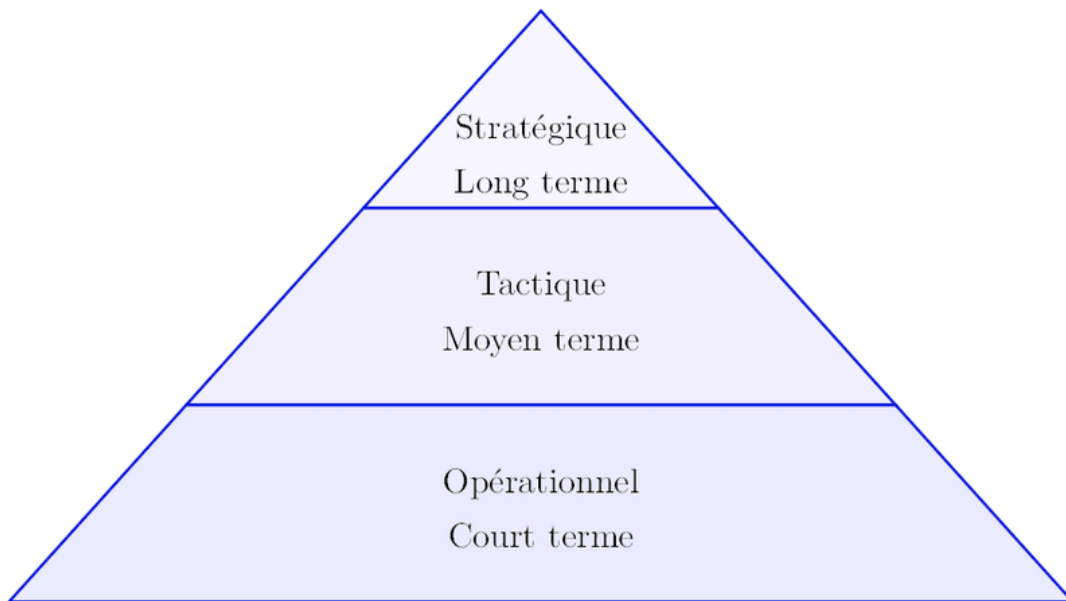


Figure I-10 : La pyramide des décisions ^[15].

I.3.7.1 Le niveau stratégique :

Ce niveau, aussi appelé Strategic management par Croom et al. (2000) ou encore Strategic planning par Thomas et Griffin (1996), regroupe toutes les décisions stratégiques de l'entreprise. Ces décisions, prises par la direction générale, sont des orientations sur le long terme (de 6 mois à plusieurs années), comme, par exemple, la recherche de nouveaux partenaires industriels, la sélection des fournisseurs et sous-traitants, mais aussi les décisions d'ouverture ou de fermeture de certains sites de production ou leur délocalisation, l'affectation d'une nouvelle zone de marché à un centre de distribution (entrepôt), le développement d'un nouveau produit, la configuration de l'usine, son mode de fonctionnement, ainsi que les objectifs financiers à atteindre (volume de production, nouveaux marchés, ...)^[16].

I.3.7.2 Le niveau tactique :

Le niveau décisionnel tactique s'intéresse aux décisions à moyen et long terme (de quelques semaines à quelques mois) qui devront être mises en application pour déployer la stratégie décidée par l'entreprise. Les décisions de ce niveau sont prises par les cadres de la production et les chefs d'atelier. Elles portent sur les problèmes liés à la gestion des ressources de l'entreprise, en particulier la planification des activités sur ces ressources. Shapiro (1999) considère que ce niveau tactique a été très peu étudié par les industriels et les scientifiques ^[17].

I.3.7.3 Le niveau opérationnel :

En ce qui concerne le niveau opérationnel, ou Operational planning selon Thomas et Griffin (1996), les décisions ont une portée plus limitée dans l'espace et dans le temps (décisions sur la journée ou sur la semaine).

Elles sont prises par les chefs d'équipe et éventuellement les opérateurs de production. A ce niveau, les décisions tactiques génèrent un plan détaillé de production applicable au niveau d'un atelier ou même d'un poste de travail ^[18].

I.3.8 La différence entre les niveaux des décisions :

Il n'existe pas de méthode générique valable pour toutes les CL 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. 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 tactiques 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^[19].

I.4 Section 3 : La notion de la gestion de la chaîne logistique :

I.4.1 De la logistique à la gestion de la chaîne logistique :

La logistique est une fonction, plus ou moins mature dans les entreprises aujourd'hui, mais aussi une discipline et un objet d'étude pour les chercheurs. Plus précisément, l'objet le plus étudié dans notre population est la chaîne logistique ou supply chain (SC) et sa gestion ou supply chain management (SCM), soit le développement le plus récent de la logistique.

Cela est conforme à l'observation de Fabbe-Costes et Lancini (2009). L'évolution de la logistique dans les entreprises a conduit à une évolution de la recherche sur l'entreprise : « l'évolution dans la manière de concevoir la gestion des chaînes logistiques, depuis une vision technique égo-centrée jusqu'à une approche plus globale par les processus, a progressivement fait glisser l'attention des chercheurs de l'entreprise vers la chaîne dans son ensemble, avec un intérêt particulier pour l'articulation des entreprises entre elles. ^[20] »

I.4.2 La gestion de la chaîne logistique :

Dans un environnement logistique complexe émerge le besoin d'un outil pour appréhender et modéliser cette complexité et apporter une aide à la décision. En effet, les anciens outils de gestion de production, de planification et de pilotage des entreprises sont devenus insuffisants car dépassés par les demandes nouvelles et la réorganisation des entreprises en réseaux. En effet, l'émergence de la chaîne logistique a fait naître des besoins en matière d'intégration des entreprises et de coordination des flux des matières, des flux d'informations et des flux financiers à des niveaux jamais atteints auparavant. C'est le supply chain management qui englobe les approches, les méthodes et les outils permettant de satisfaire ces besoins.

L'adoption de la démarche supply chain management apparaît comme un outil de performance pour l'entreprise, puisque son ambition affichée est de répondre au triple objectif d'amélioration des niveaux de services, de réduction des coûts et de création de valeur, en gérant les relations, tant en amont qu'en aval, avec les fournisseurs et les clients ^[21].

I.4.3 Définition:

Le terme supply chain management a vu sa définition évoluer depuis qu'il existe et aujourd'hui des dizaines de définitions différentes ont été recensées. Certaines définitions présentent le SCM comme un ensemble de processus.

En 1982, Oliver R.K et Weber M.D, indiquent que le SCM couvre le flux de produits du fournisseur à l'utilisateur final en passant par les chaînes de production et de distribution.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

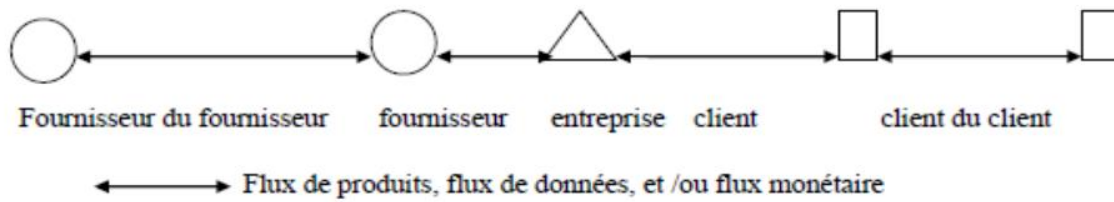


Figure I-11 : Représentation de la gestion de la chaîne logistique.

La littérature propose plusieurs définitions pour le processus de gestion de la chaîne logistique (ou Supply Chain Management (SCM) en anglais). Le Supply Chain Council définit le SCM comme : « contrôler l'approvisionnement et la gestion des commandes, approvisionner les matières premières et les composants, fabriquer et assembler les produits, piloter l'entreposage et le stockage, noter et diriger les commandes, effectuer la distribution en travers le réseau des entreprises, et livrer les produits finis aux clients » [Lummus and Vokurka, 1999].

Fondamentalement le SCM intègre donc la gestion de l'offre et de la demande dans l'entreprise et entre les entreprises. Mentzer et Alii, définissent le SCM comme « La coordination systémique, stratégique des fonctions opérationnelles classiques et de leurs tactiques respectives à l'intérieur de la même entreprise et entre des partenaires au sein de la chaîne logistique, dans le but d'améliorer la performance à long terme de chaque entreprise membre de l'ensemble de la chaîne ».

Une autre définition propose de considérer le SCM comme le design et le management d'un processus continu inter-organisationnel qui porte de la valeur ajoutée, afin de satisfaire les demandes réelles des clients finaux [Lambert et al, 1998].

L'enjeu du SCM est d'optimiser le fonctionnement de la chaîne logistique, optimiser étant pris au sens d'augmenter les profits nets pour chaque partenaire. Pour ce faire, un pilote global doit être mis en place pour coordonner les différentes activités commerciales des entreprises membres. Ce pilote dirige le processus commun (qui est l'objectif pour lequel la chaîne logistique a été construite) source de la valeur créée. Le processus commun est composé à partir de plusieurs processus "individuels" (ou privés) appartenant à au moins deux partenaires de la chaîne globale. Ce processus commun permet donc l'échange de données efficace entre les partenaires et offre ainsi un support fonctionnel pour le partage de l'information au sein de la chaîne logistique^[22].

I.4.4 Les enjeux du Supply Chain Management :

Les enjeux du supply Chain management sont devenus si sensibles que des organisations sont créées autour de cette problématique : Directeur supply Chain, chef de flux ou supply Chain manager, supply Chain développement manager ... etc. Rares sont les fonctions qui ont émergé au cours des années 80 non seulement au niveau des entreprises mais aussi au niveau des comités de direction. Ces fonctions présentent la caractéristique d'évoluer de manière constante afin de s'adapter aux équilibres nouveaux dans laquelle la gestion des opérations et la supply Chain doivent s'inscrire. Ainsi, il a fallu disposer de gestionnaires opérationnels pour pouvoir faire face au management d'unités opérationnelles de plus en plus grandes. Mais également il faut disposer des compétences en matière de système d'information et gestion de projets.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

Les enjeux associés à la bonne maîtrise du Supply Chain sont trois ordres :

- Une contribution directe à la création d'avantages concurrentiels
- Un appui à la mise en œuvre de la stratégie de l'entreprise
- -Une diminution des capitaux immobilisés dans les opérations logistiques ; Envisageons chacun d'entre eux.

I.4.4.1 Une contribution directe à la création d'avantages concurrentiels :

La compétition entre entreprises a pris des formes diverses, mais l'accession rendue beaucoup plus facile pour toutes, aux technologies et aux capacités de production les plus performantes et les moins chères ont conduit à exacerber, d'une part, le rôle différenciateur des services proposés aux clients et, d'autre part, la capacité à maîtriser l'ensemble de la chaîne des opérations au moindre coût, c'est sur ces critères que le supply Chain a acquis une dimension stratégique. Les avantages concurrentiels qui y sont recherchés sont relatifs soit à des services fournis (disponibilités, délai, ... etc.) soit à la maîtrise des coûts opérationnels. Les services proposés de nos jours pris une importance autant plus grande que la notion même de services. Les consommateurs ont tendance à abandonner l'achat d'un produit physique en leurs substituant l'achat de services (fonctionnalité attachée aux produits physique). Quant aux coûts du supply Chain, ils recouvrent les principaux postes suivants :

- Les coûts de transport, qu'ils soient amont (entre le fournisseur et l'entreprise), internes (entre des entités opérationnelles de l'entreprise) ou aval (distribution).
- Le coût financier des stocks.
- Les coûts de l'entreposage (instructeurs et personnels).
- Le coût des systèmes d'informations dédiées au supply Chain management.
- Le coût de l'organisation et des traitements administratifs.

I.4.4.2 Appui à la mise en œuvre de la stratégie de l'entreprise :

L'appui aux stratégies qu'elles soient de distribution ou industrielles rendent la supply Chain de plus en plus intimement lié à la stratégie globale de l'entreprise.

Dans le domaine industriel, les coûts générés par la délocalisation des productions ou par la spécialisation des usines n'ont d'intérêt que c'est les surcoûts logistiques qu'elles génèrent (relocalisation et groupage des produits sur les zones de consommation) ne viennent pas atténuer les économies ainsi réalisées. Pour maintenir cet avantage (baisse des coûts industriels) l'entreprise devra veiller autant aux coûts qui peuvent être maîtrisés au niveau de la logistique que ceux dans le domaine industriel.

De même les distributeurs ont associé leur stratégie achat et leur stratégie commerciale au développement des solutions logistiques qui les rendent possible.

Les fournisseurs ne doivent pas livrer directement les points de ventes, mais les plates-formes de groupage et de dégroupage permettent d'obtenir des diminutions des prix de vente (livraisons massifiées, par contenant homogène et sur un faible nombre de points). Ainsi, dans le secteur de la grande distribution, des plates-formes cross-docking ont été mises en place. Elles réceptionnent sur des durées très brèves (quelques heures) provenant de livraisons multiples pour recomposer des

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

chargements multi - fournisseurs à destination des points de vente. Elles ont permis de passer pour le même volume de marchandises quelques 80 livraisons quotidiennes des hypermarchés à une douzaine aujourd'hui, grâce à des remplissages de camions bien meilleurs. Permettant ainsi de rentabiliser les moyens de transport utilisés.

Le distributeur doit savoir mettre en place une solution supply Chain, en interposant entre ses points de vente et ses fournisseurs des entrepôts qu'il gère. Si le surcoût que représente pour lui la prise en charge de l'entrepôt et de la distribution terminale n'excède pas l'économie d'achat réalisé auprès des fournisseurs justifiés par la livraison non pas des points de vente, mais des entrepôts intermédiaires, le différentiel est une économie nette pour lui.

De même une tendance de fond, en métier de stratégie commerciale, est de focaliser le point de vente sur ses missions commerciales. Le rôle historique du point de vente combinant à la fois fonction commerciale et fonction logistique de proximité (stockage des produits) tend à se dissimuler au seul profit de la fonction commerciale, deux raisons à cela :

- Afin de pouvoir continuer à bénéficier des meilleurs prix relatifs à des livraisons massives.
- Afin de trouver un palliatif à la disparition des surfaces de stockage au sein même des points de vente. Des entrepôts sont développés en amont ces réseaux consolident la somme des micro-surfaces initialement situées dans les points de vente et permettant un approvisionnement à grande fréquence des points de vente, tout en continuant à bénéficier des meilleurs tarifs des fournisseurs pour des commandes groupées.

I.4.4.3 La diminution des capitaux immobilisés dans les opérations logistiques :

Le niveau des capitaux immobilisés dans les opérations logistiques peut être considérable. Ces capitaux immobilisés sont dus essentiellement :

- Au montant des stocks avec les risques de dépréciation qui y sont attachés
- À l'investissement immobilier (le mètre carré d'entrepôt non équipé est à valoriser, hors foncier, pour des entrepôts de base), un groupe de distribution qui décide de créer un réseau d'entrepôts doit prendre en compte le prix d'acquisition de la surface non équipée à qui il faut ajouter le prix de l'équipement de l'entrepôt et le prix d'acquisition du foncier ;
- Ou aux investissements dans des outils logistiques tels que la flotte de camion ou processus automatique en entrepôt.

À l'égard de cette intensité capitaliste des opérations logistiques, l'entreprise cherche à minimiser les montants investis, en particulier en achetant les prestations logistiques auprès de prestataires dédiés à ses métiers^[23].

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

I.4.5 Les objectifs de SCM :

Les objectifs de la chaîne logistique sont :

- La gestion de la chaîne logistique vise l'optimisation et l'intégration globales des flux physiques et d'informations.
- La gestion de la chaîne logistique couvre les fonctions suivantes (prévision, planification et exécution), depuis l'acquisition des matières premières jusqu'à la distribution des produits finis aux clients.
- La mise en place de la gestion de la chaîne logistique permet une meilleure circulation des informations entre les fournisseurs et les clients. Pour l'entreprise, c'est une garantie de réactivité et l'assurance de pouvoir répondre aux attentes des clients et la possibilité de se démarquer des concurrents.
- La mise en place de la gestion de la chaîne logistique permet la réduction des stocks.
- La gestion de la chaîne logistique permet d'affiner les prévisions de matière à mieux tenir compte des réalités du terrain, de relancer le plan de production pour la quantité requise et de livrer à temps et à l'heure chez les clients.
- La gestion de la chaîne logistique assure une meilleure adaptation entre l'offre et la demande.
- La gestion de la chaîne logistique permet à l'entreprise de produire au meilleur rapport qualité-prix tout en réduisant au minimum les stocks^[24].

I.4.6 La différence entre la gestion de la logistique et la gestion de la chaîne logistique :

Les concepts gestion de la logistique et gestion de la chaîne d'approvisionnement ou supply chain management sont parfois utilisés de façon interchangeable au quotidien. Certains disent qu'il n'y a pas de différence entre les deux concepts, D'autres soutiennent que la gestion de la chaîne d'approvisionnement est la « nouvelle » logistique.

D'autres encore appuient l'idée selon laquelle la gestion de la chaîne d'approvisionnement s'étend du fournisseur au client d'une même entreprise.

Toutes ces divergences de points de vue ne peuvent que nous amener à nous poser la question de savoir : Qu'en est-il réellement ? Bien que ces deux concepts aient des similitudes, ne sont-ils pas en fait différents dans le fond ?

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

BASE DE COMPARAISON	GESTION DE LA LOGISTIQUE	Gestion de la chaîne logistique
Sens	Le processus d'intégration du mouvement et de la maintenance des biens dans et hors de l'organisation est la Logistique.	La coordination et la gestion des activités de la chaîne d'approvisionnement sont connues sous le nom de Supply Chain Management.
Objectif	Satisfaction du client	Avantage compétitif
Evolution	Le concept de logistique a été évolué plus tôt.	La gestion de la chaîne d'approvisionnement est un concept moderne.
Combien d'organisation participe ?	Unique	Plusieurs
L'un dans L'autre	La gestion logistique est une fraction de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.	Supply Chain Management est en partie une évolution du concept de la Logistics Management.

Tableau I-1 : La comparaison des deux concepts.

Différences clés :

Il est important de se rappeler que les termes ne doivent pas être utilisés de façon interchangeable, ils se complètent. Un processus ne peut exister sans l'autre.

Voici quelques différences clés entre les deux termes qui vous aideront à éviter de brouiller les lignes entre eux.

- La gestion de la chaîne d'approvisionnement est un moyen de lier les principaux processus métiers au sein et à travers les entreprises en un modèle économique performant qui stimule l'avantage concurrentiel ;
- La logistique désigne le mouvement, le stockage et le flux de biens, de services et d'informations à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisation.
- L'objectif principal de la chaîne d'approvisionnement est l'avantage concurrentiel, tandis que l'objectif principal de la logistique est de répondre aux besoins des clients ;
- La logistique est un terme qui existe depuis longtemps, émergeant de ses racines militaires, alors que la gestion de la chaîne d'approvisionnement est un terme relativement nouveau ;
- La logistique est une activité dans la chaîne d'approvisionnement.

La logistique est un terme très ancien, tout d'abord utilisé dans l'armée, pour la maintenance, le stockage et le transport des personnes et des marchandises de l'armée.

De nos jours, ce terme est utilisé dans de nombreuses sphères, pas spécifiquement dans l'armée après l'évolution du concept de gestion de la chaîne d'approvisionnement. Il a également été dit que SCM est une addition sur la gestion logistique ainsi que SCM comprend de la logistique. Les deux sont inséparables. Par conséquent, ils ne se contredisent pas, mais se complètent ^[25].

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

I.5 Section 4 : La logistique agroalimentaire :

Nous définissons la logistique agroalimentaire (LAG) comme la pratique des méthodes traditionnelles de la logistique dans la gestion des flux des produits agroalimentaires. Nous comptons parmi ces produits, les produits des exploitations agricoles (tubercules, fruits, légumes...), les produits de l'élevage (viande, lait et produits dérivés), les produits de la pêche (poissons, fruits de mer...), les produits de la forêt à leur état brut ou ayant subis une transformation.

I.5.1 Les principales caractéristiques de la logistique agroalimentaire :

Le domaine de l'agro-industrie intègre l'extraction des matières premières, la transformation, la conservation. Ce qui nous amène à distinguer les principales caractéristiques suivantes :

I.5.1.1 Les segments de transport :

On en décompte trois. Le premier segment concerne l'acheminement des matières premières (du lieu d'extraction au lieu de transformation). Le second segment concerne la transformation proprement dite. Elle est faite pour rendre les produits comestibles mais aussi à des fins de conservation. Le troisième segment englobe les activités de distribution.

I.5.1.2 La nature des produits :

Principalement, il s'agit de produits périssables, leur durée de conservation est limitée. Tout au long de la chaîne logistique, ces produits nécessitent l'utilisation de moyens particuliers (entrepôts et conteneurs à température contrôlée, équipements spécifiques pour le personnel, des lieux de stockage soigneusement contrôlés, l'utilisation de méthodes de gestions particulières et de technologies avancées permettant de répondre aux exigences des dates limites de conservation.

I.5.1.3 Les contrôles obligatoires :

Compte tenu des risques sanitaires très élevés, différents points de contrôle sont installés le long de la chaîne logistique afin de vérifier que les opérations de stockage, et transport sont réalisées dans le respect des conditions de température ; que la qualité des produits est maintenue à un niveau acceptable ; et enfin, que les différentes normes relatives à la manipulation desdits produits sont scrupuleusement respectées (procédés de transformation, qualité sanitaire, valeur nutritionnelle, étiquetage, marquage...).

I.5.2 Enjeux de la logistique agroalimentaire :

Les lieux de production et de consommation sont très souvent distants pour différentes raisons. La production des denrées agricoles dépend de la qualité des eaux, du sol et du climat. Ce qui se traduit par le fait que certains produits ne peuvent être produits que dans certaines régions géographiques.

Le savoir-faire dans la transformation (maîtrise et respect des normes de qualité) est parfois détenu par des industries qui vont se localiser soit dans le lieu où se trouvent les matières premières, soit dans le lieu de consommation ou alors dans une position intermédiaire. Dans tous les cas, il y a des

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

flux physiques de marchandises à gérer en amont (approvisionnement) dans les industries (transformation) et en aval (distribution).

I.5.3 Contraintes de la logistique agroalimentaire :

I.5.3.1 La qualité des produits :

Elle doit être garantie sur toute la chaîne logistique. Ce qui se traduit par le strict respect des normes et procédés, la réalisation des contrôles obligatoires et l'information des consommateurs.

I.5.3.2 Le temps :

Très souvent ces produits ont une date limite de conservation au-delà de laquelle toute consommation est proscrite. Tout ralentissement ou retard dans sa distribution réduit le temps imparti pour la consommation des produits.

I.5.3.3 Les moyens :

À cause de leur caractère périssable, ces produits exigent l'emploi de moyens spécifiques pour leur conservation et leur acheminement^[26].

I.5.4 Le système agro-alimentaire mondial :

Plusieurs tendances récentes, notamment la mondialisation, l'urbanisation et l'industrialisation de l'agriculture, exigent de plus en plus d'organisation de la part des chaînes et des réseaux agroalimentaires. Les chaînes et les réseaux de production alimentaire et des agro-industries – qui étaient surtout caractérisés par l'autonomie et l'indépendance de leurs acteurs – évoluent rapidement vers des systèmes mondialement interconnectés et liés par des relations variées et complexes.

Cela influence aussi les façons dont la nourriture est produite, transformée et fournie au marché. Les produits alimentaires périssables peuvent de nos jours être expédiés à l'autre bout du monde à des prix assez concurrentiels. L'offre et la demande ne se limitent plus à des nations ou à des régions, mais sont devenues des processus internationaux. Le marché exerce une double pression sur les chaînes agroalimentaires en les obligeant à mieux coordonner les acheteurs et les vendeurs et à effectuer des innovations continues. Ces innovations consistent à améliorer les systèmes d'information, la qualité et la logistique.

Les compagnies doivent satisfaire les exigences accrues des consommateurs dans le monde, celles des Organisations non gouvernementales (ONG) et d'autres acteurs des chaînes agroalimentaires, et doivent réagir aux modifications des réglementations gouvernementales^[27].

I.5.5 La chaîne d'approvisionnement agricole :

L'agriculture est un terme générique, employé pour désigner les nombreuses façons dont les plantes sont cultivées, les cultures et les animaux domestiques subviennent aux besoins de la population mondiale en fournissant des denrées alimentaires, des aliments pour bétail, de la bioénergie et des

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.

matériaux pour différents produits industriels. Ce secteur couvre un large spectre d'activités telles que la culture des plantes, la domestication, l'horticulture, l'arboriculture et la végéculture. Il porte aussi sur un vaste éventail d'organisations de la gestion du bétail comme la polyculture-élevage, le pastoralisme et la transhumance (Harris and Fuller, 2014).

Dans cet ordre d'idées, distinguons les quatre principaux domaines d'utilisation industrielle de la production agricole non-transformée, qui sont d'ailleurs en compétition pour attirer les agriculteurs : l'alimentation humaine, animale, production de biomasse et de matériaux industriels.

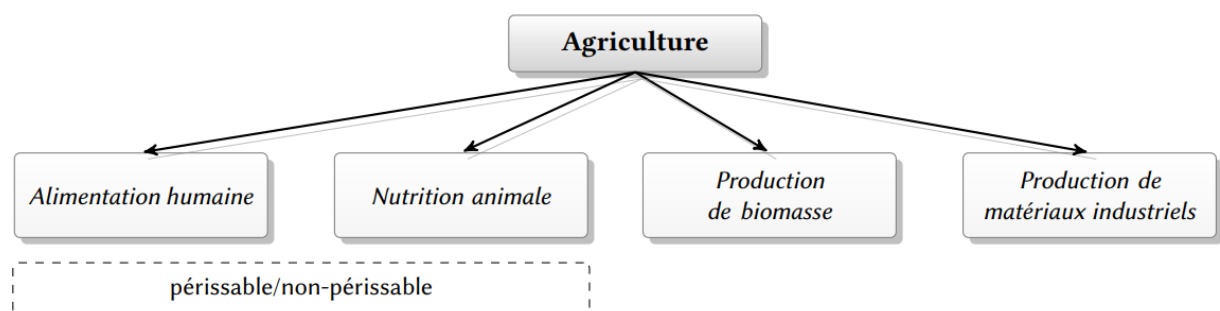


Figure I-12 : Filière agricole : les principaux domaines d'utilisation.

Actuellement, la filière agricole subit une double et accrue pression : (i) d'une part, elle doit être gérée de manière durable pour pouvoir obéir aux besoins du présent sans compromettre pour autant la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins, et (ii) d'autre part, elle doit fournir de la nourriture, de l'énergie et des ressources industrielles pour satisfaire aux exigences de la population mondiale, toujours croissante (El Bassam et al., 1998).

Il n'est donc pas surprenant qu'au cours des deux dernières décennies, cette filière suscite un vif intérêt des praticiens et de la communauté scientifique^[28].

Plus particulièrement, la CAG vise la planification et la gestion de l'ensemble de processus et d'activités, allant de la préparation du sol et plantation jusqu'à la commercialisation et/ou le traitement des produits récoltés. L'organisation des coordinations entre maillons au sein de la chaîne concerne à la fois le pilotage et le contrôle des flux de matières premières et d'information, les opérations logistiques associées ainsi que les dispositifs mis en place pour établir et réguler les relations entre les acteurs impliqués : fournisseurs, industriels, distributeurs et commerçants (**Figure I-13**).

À titre d'exemple, la Figure 3 schématise les principales décisions à prendre par une exploitation agricole aux trois niveaux : stratégique, tactique et opérationnel.

Chapitre I : Généralités sur la logistique et les chaînes logistiques.



Figure I-13 : Chaîne logistique agricole : les principaux acteurs.

En amont, l'offre de la matière première agricole est quantitativement et qualitativement confrontée aux conditions météorologiques y incluant les inégalités interrégionales quant au climat, à la composition des sols, aux politiques agricoles ainsi qu'aux divers facteurs saisonniers (maladies végétales, ravages causés par les organismes nuisibles, etc.).

En aval, le marché agricole est un marché particulier, hétérogène, instable et sensible aux aléas (prix, qualité, etc.), caractérisé par une instabilité structurelle, par une financiarisation croissante et par de nouvelles formes de régulation (Roux, 2013). Sur un tel fond, la pluralité de visions de la chaîne d'approvisionnement agricole qui s'y imposent, génère souvent une multitude de problématiques représentant en même temps des champs d'action potentiels ^[29].

Étant donné la complexité et la nature des questions et des problèmes à traiter en matière de management agricole, c'est surtout la recherche opérationnelle qui propose des méthodologies et des outils appropriés pour la gestion quantitative des opérations et d'aide dans la prise de décisions (Thornley and France, 2007 ; Higgins et al., 2010), en faisant le pont entre la théorie et la mise en pratique industrielle. De surcroît, la simulation semble être une méthodologie efficace, tel qu'attesté par Woodward et al. (2008) en se penchant sur la modernisation et l'innovation dans l'organisation des systèmes agricoles.

Dans cette direction, plusieurs études et recherches ont été effectuées avec l'intention de guider, optimiser et éventuellement reconfigurer l'organisation et la gestion des CAG, ainsi que de gérer les aspects inhérents à leurs environnements disparates.

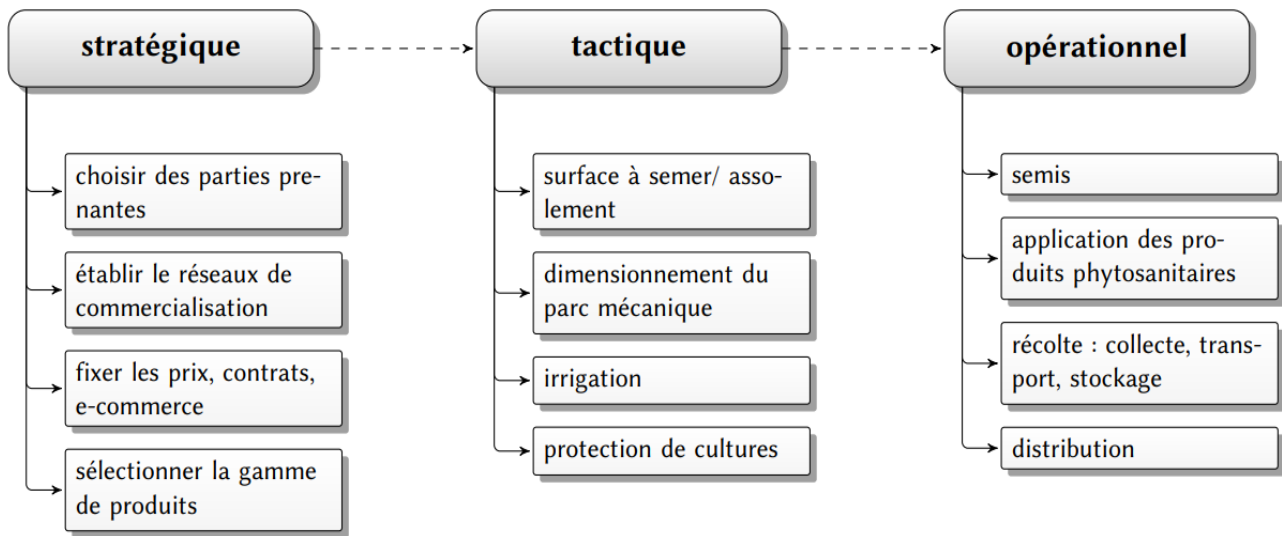


Figure I-14 : Exploitation agricole : les décisions à prendre du stratégique à l'opérationnel ^[30].

CHAPITRE II

II Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.1 II.1. Introduction :

Dans ce deuxième chapitre, nous commençons par l'examinassions de la culture de la pomme de terre. De son histoire, de son développement et sa diffusion au niveau mondial. Nous passons ensuite à sa description botanique, les structures et les caractéristiques des tubercules des pommes de terre aussi que les différentes variétés qui existent et les exigences de la plante. Dans la deuxième partie, nous nous concentrons sur la production de pomme de terre à partir de la préparation du sol, le choix des semences et les méthodes de plantation et nous terminons avec les conditions de récolte, les stocks ainsi que les maladies et les ravageurs qui se produisent. Et dans la troisième partie, nous fournissons une analyse approfondie de chaque variété que nous avons décidé de choisir dans notre recherche.

II.2 Section 1 : La culture de pomme de terre :

II.2.1 La pomme de terre :

La culture de la pomme de terre est une culture prometteuse qui offre de nombreux atouts, d'un point de vue agronomique, sa culture est aisée, son potentiel de rendement est important (20 à 30t/ha).

D'un point de vue nutritionnel, elle se classe parmi les plantes à tubercule les plus nutritives avec une teneur énergétique élevée.

D'un point de vue commercial, elle est très appréciée par les populations (l'Algérie consomme 98 kg de pommes de terre par personne et par an) et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs.

La place qu'elle occupe comme aliment de base pour la population mondiale a conduit l'Organisation des Nations Unies à déclarer l'année 2008 « Année internationale de la pomme de terre ». D'après Jacques Diouf directeur général de la FAO (2008) la pomme de terre est en première ligne dans la lutte contre la faim et la pauvreté dans le monde.

Par conséquent, on peut présumer que l'extension de sa culture débouchera sur un accroissement de la sécurité alimentaire des pays producteurs.

En Algérie, la filière pomme de terre dans tous ses volets semences et consommation occupe aujourd'hui une place stratégique dans la nouvelle politique du renouveau agricole et rural, où sa culture reste parmi les espèces maraichères, qui occupe une place stratégique tant par l'importance qu'elle occupe dans l'alimentation, les superficies qui lui sont consacrées, l'emploi qu'elle procure que par les volumes financiers qui sont mobilisés annuellement pour sa production locale et/ou son importation (consommation et semence).

A l'inverse de la production de pomme de terre de consommation qui a connu une augmentation remarquable ces dernières années, la production de semences de cette culture connaît depuis longtemps, une stagnation avec une production médiocre qui est destinée essentiellement à l'arrière-saison et une partie de la tranche primeur, d'où les importations qui couvrent la moitié des besoins nationaux 220 000 t/an soit un coût d'importation qui varie entre 65 et 70 millions d'euros selon les années. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises pour nos conditions edapho-climatiques, et dans certains cas les semences importées sont à des âges physiologiques très avancés ce qui influencera sur leur rendement.

Pour prendre ce problème à bras le corps, une enveloppe budgétaire importante lui est consacrée, notamment en ce qui concerne la production des semences, et ce par la construction de trois

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Laboratoires moderne et l'introduction de nouvelles techniques comme la culture in vitro et la culture hors-sol qui est l'une des technologies modernes utilisées Introduction 2 aujourd'hui pour de nombreuses cultures ; et parmi elles la production de mini tubercules de qualité sanitaire supérieure à partir de vitro plantules, car une meilleure productivité est impossible autrement qu'avec cette technique.

C'est dans cette optique, que nous avons jugé intéressant d'étudier la production de semences de pomme de terre avec cette nouvelle technique, pour tirer un meilleur parti de cette technologie dans le but de la maîtriser et de l'utiliser selon notre stratégie et nos objectifs.

II.2.2 Histoire de la pomme de terre :

II.2.2.1 Origines :

La pomme de terre est originaire des Andes où elle a été domestiquée et cultivée probablement depuis l'époque Néolithique. Les plus anciens restes de tubercules de pommes de terre (et aussi de patates douce), datés de 8000 ans avant Jésus-Christ, ont été retrouvés dans des grottes du canyon Chilca au Pérou (à 65 km au sud-est de Lima)^[31].

Les Incas utilisaient pour planter les pommes de terre un outil traditionnel, la chaquitacla, encore en usage aujourd'hui.

II.2.2.2 Diffusion dans le monde :

La première description connue date de 1533, que l'on doit à Pedro de Cieza de León dans sa Chronique du Pérou. Introduite en Espagne en 1534, elle est cultivée par des moines de Séville en 1573 pour nourrir des personnes malades, également sous le nom de papa. Elle aurait été introduite en France vers 1540 et cultivée à Saint-Alban-d'Ay (il s'agissait de "las trifolas" (nom générique) que l'on retrouve aujourd'hui repris avec la variété dite « Truffole »). En deux siècles, la pomme de terre va conquérir l'Europe : d'abord en Espagne où elle prendra le nom de patata (sous l'influence de batata, patate douce^[32] et le mot papa ayant vraisemblablement entraîné une confusion avec le mot Papa désignant le Pape^[33]), puis l'Italie taratouffi (petite truffe), l'Irlande potato, l'Allemagne puis la France. Elle est figurée pour la première fois par Gaspard Bauhin dans Pinax Theatri Botanici de 1596. Elle est décrite en 1600 par Olivier de Serres, qui la nomme cartoufle (à relier à l'allemand Kartoffel) et déclare à son sujet : « Cet arbuste dit cartoufle porte fruit de mesme nom, semblable a truffes. » Tandis qu'en Italie, Belgique, Allemagne, Pologne et Russie on mangeait déjà la pomme de terre, en France elle ne fut utilisée que pour nourrir le bétail pendant plus de deux siècles. Les Anglais avaient de leur côté découvert le tubercule en 1586, au retour d'une campagne contre les Espagnols dans l'actuelle Colombie. Propagée aussi bien par les Anglais que par les Espagnols, la pomme de terre gagne le reste de l'Europe, et les nombreuses disettes du XVIII^e siècle vont encourager sa consommation par les Européens, l'Allemagne figurant au rang des précurseurs.

Concernant la France, en 1757 elle fut cultivée en Bretagne, alors en période de disette, dans la région de Rennes par Caradec de bientôt suivi dans le Léon par monseigneur de la Marche, surnommé « l'évêque des patates » (*eskobar patatez*). Jean-François Mustel, agronome rouennais (auteur d'un Mémoire sur les pommes de terre et sur le pain économique), encourage sa culture

En Normandie : en 1766 on cultive la pomme de terre à Alençon, à Lisieux et dans la baie du Mont Saint-Michel^[34].

Mais c'est surtout Antoine Parmentier, de retour d'un séjour en captivité en Prusse, qui fait la promotion de la pomme de terre comme aliment humain et réussit à développer son usage dans toutes les couches de la société française. Il avait été capturé par les Prussiens pendant la guerre de Sept Ans (1756-1763) et avait découvert à cette occasion la pomme de terre, principale nourriture fournie aux prisonniers. À la suite d'une terrible disette survenue en 1769, l'académie de Besançon lance en 1771 un concours sur le thème suivant : « Indiquez les végétaux qui pourraient suppléer en

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

cas de disette à ceux que l'on emploie communément à la nourriture des hommes, et quelle en devrait être la préparation. » Parmentier remporte le premier prix, devant d'autres concurrents qui avaient eux aussi rédigé un mémoire sur la pomme de terre, preuve que l'usage de ce tubercule était vraiment à l'ordre du jour.

Plus d'un siècle avant Parmentier, grâce à Jean Bauhin (1541-1612) et frère de Gaspard Bauhin, directeur des « Grands-Jardin » de Montbéliard, la patate était consommée pour pallier la famine qui sévissait dans le Comté de Montbéliard indépendant et devenu français en 1793.

Par la suite, Parmentier réussit à obtenir l'appui des autorités pour inciter la population à consommer des pommes de terre. Il fait notamment usage d'un stratagème resté célèbre : il fait monter une garde (légère) autour d'un champ de pommes de terre, donnant ainsi l'impression aux riverains qu'il s'agit d'une culture rare et chère, destinée au seul usage des nobles. Certains volent des tubercules, les cuisinent et les apprécient. Le roi Louis XVI le félicite en ces termes : « La France vous remerciera un jour d'avoir inventé le pain des pauvres ». Leur emploi dans la cuisine populaire se développe alors très rapidement.

La fin du XVIII^e siècle, 45 km² étaient consacrés en France à la culture de la pomme de terre. Un siècle plus tard, en 1892, cette surface était passée à 14500 km², chiffre considérable dont il faut cependant souligner qu'il a nettement baissé par la suite. Actuellement, la production de pommes de terre n'occupe plus que 1800 km², d'une part parce que la consommation humaine a fortement diminué, de l'autre parce que la consommation animale a disparu. Dans le monde, la production annuelle est d'environ 300 millions de tonnes, pour une surface cultivée supérieure à 20000` km². Peu avant la Révolution, l'agronome Jean Chanorier développe cette culture sur ses terres de Croissy-sur-Seine.

En France, le 25 nivôse an II (13 janvier 1794), la Convention, confrontée à l'insuffisance des réquisitions de blé et aux émeutes, adopte la loi relative à la culture de la pomme de terre^[35] qui demande la généralisation de cette culture dans le pays. L'article premier de cette loi dispose que :

Les autorités constituées sont tenues d'employer tous les moyens qui sont leur en pouvoir dans les communes où la culture de la pomme de terre ne serait pas encore établie, pour engager tous les cultivateurs qui les composent à planter, chacun selon ses facultés, une portion de leur terrain en pommes de terre. »

Développement depuis le XIX^e siècle, la pomme de terre était devenue l'aliment prédominant chez les Irlandais. L'épidémie de mildiou dans les années 1840 est à l'origine d'une grande famine et d'une importante émigration vers les États-Unis et le Canada. Un des problèmes était la conservation des tubercules qu'il fallait notamment protéger contre le gel et la pourriture ; on trouve dans le Bulletin de Lille, de décembre 1915 une recette de conservation des pommes de terre, qui selon le lecteur qui la communique, « a paru naguère dans une revue scientifique »^[36].

La pomme de terre commence à s'imposer dans la haute cuisine. En 1870, le cuisinier français Adolphe Dugléré, alors chef du Café Anglais, crée la recette des pommes Anna, ainsi nommées en l'honneur d'Anna Deslions, courtisane du Second Empire^[37].

Brevetée en 1903, la plaque autochrome, premier procédé de photographie en couleur inventé par Louis Lumière, utilisait pour capter la lumière des grains de fécule de pomme de terre teints^[38].

En 1971, est fondé à Lima au Pérou dans le berceau historique de la pomme de terre, le la pomme(CIP)^[39]. Cette institution internationale vise à améliorer la sécurité alimentaire des pays en voie de développement en misant sur l'amélioration des rendements et de la production de la pomme de terre et d'autres tubercules alimentaires.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

En 1995, la NASA expérimente pour la première fois la culture de pommes de terre dans l'espace lors d'une mission de la navette spatiale Columbia ^[40].

L'Organisation des Nations unies a déclaré l'année 2008, l'année de la pomme de terre afin de « renforcer la prise de conscience du rôle clé de la pomme de terre, et de l'agriculture en général » ^[41].

II.2.3 Description botanique :

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia.

II.2.3.1 Classification :

Cette espèce appartient à la classification par ces rangs taxonomiques :

- Règne : Métaphytes (Végétaux supérieurs).
- Embranchement : Spermatophytes.
- Classe : Dicotylédone.
- Ordre : Solanales.
- Famille : Solanaceae.
- Genre : *Solanum*.
- S/Genre : *Petota*.
- Série : *Tuberosa*.
- Espèce : *Solanum tuberosum* L.

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des solanacées. Le genre *Solanum* groupe environ 2000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses ^[42]. Elle s'adapte aux différentes zones climatiques tropicales et extra tropicales.

II.2.3.2 Description morphologique :

II.2.3.2.1 La partie aérienne :

La pomme de terre est une plante composée d'une ou plusieurs tiges (tiges principales et latérales) herbacées, de port plus ou moins dressé et portant des feuilles alternes disposées en spirale ^[43]. Le fruit est une baie sphérique contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique avec des graines petites et plates ^[44].

Les inflorescences sont des cymes axillaires, composées de 8 à 10 fleurs, de couleurs violettes, bleutées et rouge violacé. Elles sont autogames et ne produisent pas de nectar, elles peuvent être visitées par les insectes ^[44].

II.2.3.2.2 La partie souterraine :

L'appareil souterrain comprend les tubercules qui donnent à la pomme de terre sa valeur alimentaire ^[45]. Cette partie composant le tubercule mère desséchée avec des racines et des stolons qui prennent naissance au niveau des nœuds basaux des tiges ^[44].

Les racines de pomme de terre sont constituées par des entre nœuds, courts et portent des bourgeons ce qu'on appelle les « yeux » situés dans des petites dépressions. Ces bourgeons se développent et donnent les germes et les futures tiges aériennes.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Les racines prennent naissance au niveau des nœuds enterrées par des tiges feuillées, et au niveau des nœuds des stolons ou au niveau des yeux du tubercule.

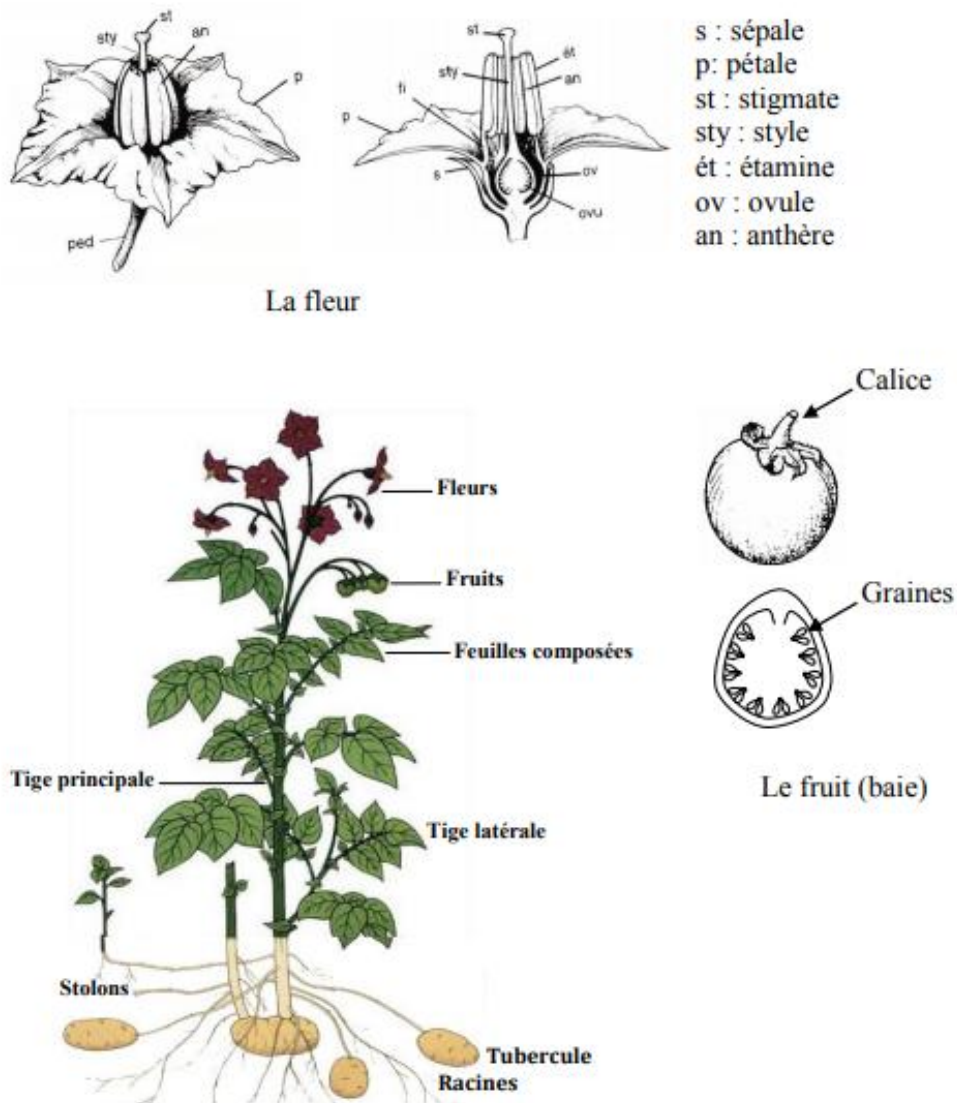


Figure II-1 : Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre.

II.2.3.3 Structure du tubercule :

II.2.3.3.1 Structure externe :

Le tubercule de la pomme de terre est une tige souterraine contient des entre nœuds courts et épais. Il on y a deux extrémités :

- Le talon (ou hile) qui est rattachée par la plante mère par le stolon.
- La couronne c'est un bourgeon terminal à extrémité apicale du tubercule opposée au talon.
- Les yeux sont nombreux, disposés en spirale sur la surface ou le calibre du tubercule, sont fréquents surtout dans la région de la couronne. Ces yeux présentent plusieurs bourgeons

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

qui donnent des germes. Ces derniers produisent des tiges principales et latérales, des stolons et des racines ^[46].

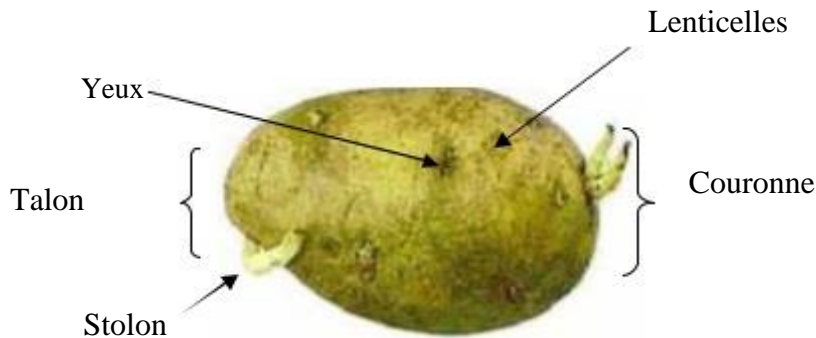


Figure II-2 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre.

II.2.3.3.2 Structure interne :

D'après une coupe longitudinale d'un tubercule à maturité on observe de l'extérieur vers l'intérieur les organes suivants :

Le périoderme ; est la peau du tubercule ou le tissu de revêtement qui devient ferme et imperméable aux produits chimiques, gazeux et liquides en maturité et protéger le tubercule contre les micro-organismes et la perte d'eau. Les lenticelles assurent la communication entre l'extérieur et l'intérieur du tubercule et la respiration de cet organe. Après on trouve le cortex et la zone péri-médullaire qui présente les plus gros grains d'amidon en suite la moelle qui contient des grains d'amidon de moindre taille que le péri-médullaire ^[46].

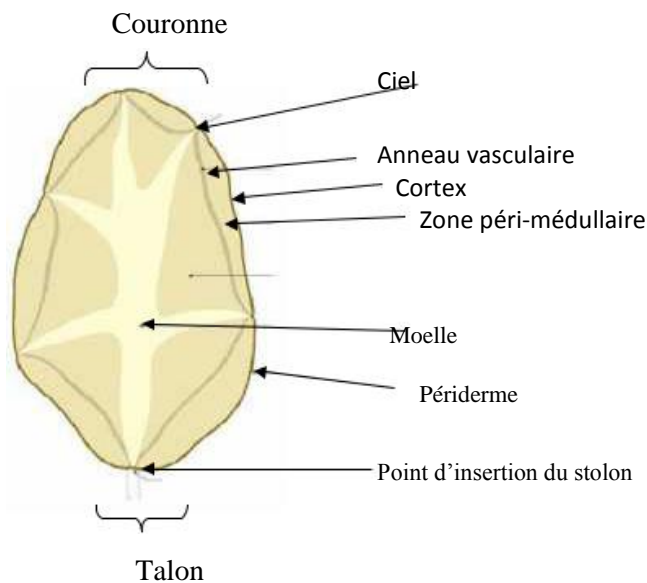


Figure II-3 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.2.3.4 Caractéristiques du tubercule :

II.2.3.4.1 La forme :

Les tubercules sont classés en trois classes selon la forme :

- **Les arrondis** : qui sont bosselés, destinées à la production de la fécula.
- **Les claviformes** : sont plus ou moins de forme de rein.
- **Les oblongs** : de forme allongée (comme un kiwi).



Figure II-4 : Les différentes formes des tubercules de pomme de terre.

II.2.3.4.2 La couleur :

En distingue deux :

- **La couleur de la peau** ; généralement les tubercules sont de couleur de peau jaune, mais peut être rouge, noire, brune ou rosée ^[46].
- **La couleur de la chair** ; elle est de couleur blanche, jaune plus ou moins foncée, rose ou violette selon les variétés.

II.2.3.4.3 Composition chimique du tubercule :

Le tubercule est composé de 75 à 82 % d'eau et 18 à 25 % de matière sèche (acides aminés, protéines, amidon, sucres (saccharose, glucose, fructose), vitamines (C, B1), sels minéraux (K, P, Ca, Mg), acides gras et organiques (citrique, ascorbique) ^[47].

Eau (72-78%)



Amidon (16-20%)

Protéines (2-2,5%)

Fibres (1-1 ,8%), Acide gras (0,15%)

Figure II-5 : Composition chimique du tubercule de pomme de terre (U.S. National Nutriment Data base).

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

La pomme de terre est pleine de vitamine et de minéraux essentiels, le tableau suivant présente la valeur nutritionnelle moyenne de la pomme de terre pour 100g ;

Eau (g)	Valeur Calorifique (kcal)	Protides (g)	glucides (g)	Lipides (g)	Provit (mg)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit PP (mg)	Fe (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	K (mg)	Na (mg)
77	70	2	19	0,1	5	0,11	0,04	0,25	1905	1,2	1,8	9	10	26	255	2,4

Tableau II-1 : La valeur nutritionnelle moyenne de la pomme de terre pour 100g^[48].

La pomme de terre apporte des quantités notables en vitamines du groupe B ; B1, B2, B6 et vitamine C de 1905 mg qui dépend de la maturité de la pomme de terre; Elle contient aussi une quantité intéressante des Minéraux ; Fer essentiel à la formation des globules rouges, manganèse, potassium est de 255 mg qui aide à réguler la tension artérielle; en plus des glucides, des protéines,... avec une valeur calorifique de 70 kcal dans 100 g de pomme de terre.

La pomme de terre peut apporter d'autres intérêts dans le plan agronomique et économique :

- Plan agronomique :
 - Apports de fertilisant.
 - Excellente tête d'assolement dans les rotations culturales
 - Mécanisable rendant ainsi facile son intensification.
- Plan économique :
 - Mobilisation des postes de travail pour la surface cultivée.
 - Superficie importante de la sole maraîchère.

II.2.3.5 Les variétés de la pomme de terre :

Bien que les pommes de terre cultivées dans le monde entier appartiennent à la même espèce botanique, *Solanum tuberosum*, il existe des milliers de variétés, qui sont très différentes de par leur taille, leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût ^[49].

Les variétés de la pomme de terre sont déterminées par ^[50] :

- La forme du tubercule.
- La couleur de la peau et de la chair.
- La durée de conservation.
- La date de mise sur le marché.
- La durée de culture.

II.2.3.5.1 Choix de la variété :

Les plants achetés sont imposés d'origine biologique par le cahier des charges européen en fonction de leur disponibilité sur le marché.

Si une variété n'est pas disponible, elle peut provenir de l'agriculture conventionnelle sans que le plant soit traité. Pour le choix de la variété, plusieurs critères doivent être considérés :

- a. La résistance au mildiou du feuillage et du tubercule, - le choix alimentaire du consommateur,

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

- b. Le débouché commercial existant,
- c. La disponibilité des plants biologiques sur le marché,
- d. La vigueur de la variété. Vis-à-vis des variétés disponibles,

On citera par exemple :

- a. Ditta : chair ferme, résistant au mildiou du tubercule, forme régulière
- b. Nicola : chair ferme, feuillage touffu permettant la maîtrise des adventices
- c. Desirée : consommation, tubercule résistant au mildiou, régulière en rendement
- d. Naturella : consommation, résistante au mildiou du feuillage.
- e. Agria : pour la frite, moyennement sensible au mildiou, demi-tardive, sensible à la gale.

II.2.3.5.2 Les variétés principales cultivées :

Les variétés de pomme de terre sont nombreuses. Le tableau 05 présente les variétés les plus cultivées en Algérie :

Variétés rouges	Variétés blanches
Brentina	Safran
Amorosa	Spunta
Cardinal	Diamant
Désirée	Sahel
Condor	Lola
Cléopatra	Appolo
Resolie	Ajax
Thalassa	Yesmina

Tableau II-2 : Les variétés principales de pomme de terre cultivées en Algérie ^[51].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.3 Section 2 : La production de pomme de terre :

La pomme de terre est une culture légumière majeure largement consommée dans le monde, et la production passe par plusieurs étapes :

II.3.1 Préparation du sol :

Le travail en profondeur du sol (labour ou chisel) se fait en automne dans les sols lourds et moyens à lourds, et au printemps dans les sols limoneux à sablonneux. Pour les sols légers, le travail peut être effectué en automne ou au printemps, avec une préférence pour ce dernier. Pour la préparation du lit de plantation, le sol doit être ameubli sur 10-15 cm de profondeur en vue de l'obtention d'une structure fine. La séparation du sol, permet de cultiver des pommes de terre dans des sols à structure grossière ou des sols pierreux.

La technique est toutefois très agressive pour le sol. Les méthodes de travail simplifié du sol ne sont pas encore applicables à la culture biologique car le risque d'invasion par les mauvaises herbes est encore trop important, et pour cela il faut respecter les techniques suivantes :

II.3.1.1 Défrichage :

Etant donné que la pomme de terre demande des terrains vierges et/ou que les rotations sont longues, on peut être amené à travailler des parcelles à défricher. Un défrichage est alors réalisé par un travail répété du sol à la daba ou tout autre instrument tracté ou mécanisé. Plusieurs hersages successifs à une semaine d'intervalle peuvent épuiser les mauvaises herbes à rhizomes.

II.3.1.2 Labour :

Labour profond de 30 à 40 cm nécessaire avec un émottage fin souhaitable

Objectif : permettre un bon développement racinaire et un buttage facile.

Vérifier que le sol soit bien travaillé en profondeur : utiliser des pioches.

II.3.1.3 Préparation du lit de plantation :

3 méthodes utilisées : en butte, en trou individuel ou à plat.

II.3.2 Le Climat et le sol :

Jusqu'à ~1900 m d'altitude, préfèrent un climat équilibré, exigeante en eau.

Culture particulièrement sensible aux périodes prolongées de sécheresse ou d'humidité lors de la formation des fleurs et des tubercules.

Besoin en eau maximal depuis la floraison et pendant la formation des tubercules.

Température minimale du sol au moment de la plantation : 8°C^[52].

Sol favorable :	Sol défavorable :
Léger à mi-lourd.	Compacté.
Profond.	Mal drainé.
PH 6-7.	Caillouteux.
Pauvre en squelette.	
Alimentation en eau constante.	

Tableau II-3 : Le climat et le sol.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Sol minéral	<ul style="list-style-type: none"> - Les besoins en azote varient selon le cultivar, l'irrigation et la texture du sol. Les recommandations du CRAAQ varient entre 125 Kg/ha et 175 Kg/ha mais dans la pratique, les applications peuvent parfois être supérieures. Pour la culture de la primeur, ceux-ci sont plutôt 80 kg/ha à 110 kg/ha. - À la plantation, 65% à 100% du besoin en azote peut être appliqués. Toutefois, pour les variétés tardives, requérant plus de 100 jours de croissance, l'azote doit être fractionné. Il serait souhaitable de le fractionner 30 jours après la plantation. En pratique l'azote peut être fractionné jusqu'à trois fois selon la régie du producteur. Il n'est pas recommandé d'appliquer l'azote sous forme d'urée à la plantation. - Les recommandations en phosphore du CRAAQ varient entre de 50 kg/ha à 200 kg/ha appliqués à la plantation. - Les recommandations en potassium varient de 20 à 240 kg/ha mais en pratique les apports peuvent être plus élevés. Des nouveaux essais en fertilisation sont en cours en ce qui concerne les besoins en potassium. Comme pour l'azote, le potassium est aussi fractionné, souvent en trois applications : avant la plantation à la volée, à la plantation et avant le buttage. Le type de potasse appliqué influence la qualité de la pomme de terre. Pour la pomme de terre de table, il est recommandé d'apporter le tiers de l'apport sous forme de sulfate, soit 0-0-50. Ceci n'est toutefois pas exclusif aux variétés de table. - L'apport en magnésium, sous forme de Sul-Po-Mag ou de chaux (magnésienne ou dolomitique), varie en fonction de la richesse du sol mais aussi selon l'apport en potassium allant de 0 à 60 kg Mg/ha. - Le calcium est aussi important et peut engendrer des symptômes de cœurs creux particulièrement dans les sols sableux. On devrait atteindre 1500 et 2000 kg/ha de calcium dans les sols. Le gypse est recommandé à cet effet et n'a aucune incidence sur le pH des sols. - La pomme de terre est modérément sensible aux carences de bore et de manganèse. - L'apport varie selon la richesse du sol mais aussi en fonction de son pH allant jusqu'à 1,5kg - B/ha et entre 2 et 6 kg Mn/ha.
Sol organique	<ul style="list-style-type: none"> - L'engrais est généralement appliqué en totalité en bande à la plantation - Les recommandations en azote selon le CRAAQ varient entre 25 Kg/ha et 100 Kg/ha. - Les recommandations en phosphore varient de 0 kg/ha à 110 kg/ha - Le potassium varie de 70 à 315 kg/ha. Des nouveaux essais en fertilisation sont en cours en ce qui concerne les besoins en potassium. - L'apport en magnésium, sous forme de Sul-Po-Mag ou de chaux (magnésienne ou dolomitique), varie en fonction de la richesse du sol mais aussi selon l'apport en potassium allant de 0 à 60 kg Mg/ha. - La pomme de terre est modérément sensible aux carences de bore et de manganèse. - L'apport varie selon la richesse du sol mais aussi en fonction de son pH allant jusqu'à 1,5kg - B/ha et entre 2 et 6 kg Mn/ha.

Tableau II-4 : La différence entre le sol minéral et le sol organique ^[53].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.3.3 Plantation :

II.3.3.1 La reproduction de la pomme de terre :

La reproduction de la pomme de terre se fait par la multiplication soit par

- Les graines ; se pratique pour obtenir de nouvelles variétés.
- Les boutures ; se pratique lorsqu'on ne dispose que de quelques tubercules de variétés méritantes.
- Les tubercules ; c'est la multiplication la plus courante.

La figure 06 présente les différentes méthodes de multiplication de la pomme de terre.

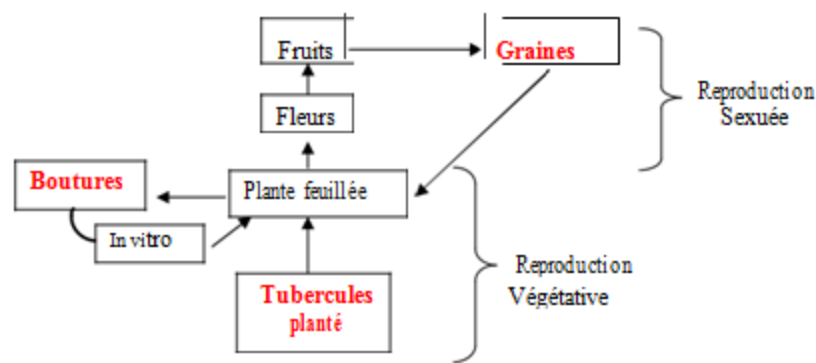


Figure II-6 : Les différentes méthodes de multiplication de la pomme de terre ^[54].

II.3.3.2 Choix de la semence et plantation :

II.3.3.2.1 Choix de la semence :

On utilise les tubercules sélectionnés, certifiés dont la vitesse de croissance est maximale au moment de plantation ^[55].

En effet, la semence est classée selon sa pureté variétale et son état phytosanitaire en :

- Plants de pré base : il constitue les plants de famille de départ.
- Plants de base : classe super-élites et élites issus de plants de pré base.
- Plants certifiés : classe **A** et parfois **B**, issus de plants de base.

La production de pomme de terre de consommation provient principalement de matériel variétal de classe **A** et/ou **B** ^[56].

Le calibre des tubercules a également un effet important sur le rendement. Les gros tubercules donnent des plantes qui produisant un plus grand nombre de tiges et de tubercules filles dont le rendement est plus élevé mais avec une proportion plus grande de petits et moyens tubercules. Par contre, les tubercules de petit calibre donnent moins de tiges et de tubercules-fils et produisent un rendement moins élevé avec une proportion élevée de gros tubercules. La préférence est aux tubercules de grosseur moyenne ^[57].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.3.3.2 La pré germination des tubercules :

C'est une méthode dont les avantages sont nombreux, elle permet :

- Une levée rapide ;
- Une maturité plus précoce ;
- Des fanes plus vigoureuses et plus développées ;
- Un rendement plus élevé.
- De reconnaître et éliminer les plants à germes grêles ou déformés.

Les tubercules doivent être disposés en couche mince, soit à la surface de plancher soit sur des claies ou clayettes superposées ^[58].

II.3.3.3 Exigences climatiques :

La pomme de terre est cultivée dans plus d'une centaine de pays au climat tempéré, subtropical ou tropical. Elle pousse surtout dans les régions au climat tempéré frais, la température étant le principal facteur limitant de la production ^[59].

II.3.3.3.1 Température :

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule. La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8 °C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit ; une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation ^[60].

Influence de la Température :

- ✓ Avant pré germination (conservation des plants) :
 - 2-5°C Æ favorise l'émergence de plusieurs germes à la pré germination.
 - 7-8°C Æ favorise l'émergence d'un à deux germes à la pré germination (dominance apicale).
- ✓ Pré germination :
 - Plus elle est élevée, plus la germination est rapide.
 - Recommandée : 10-12°C.
- ✓ Le calibre :
 - Les gros tubercules ont tendance à germer plus facilement que les petits ^[61].
- ✓ Variétés :
 - La durée de pré germination dépend de la durée d'incubation.
 - Durée d'incubation longue -> durée de pré germination longue -> observé recommandations variétales (cf. 4.4.2 Variétés pour la saison 2007, FiBL et 4.21 Liste suisse des variétés, Swiss patate 2007).
 - Pré germination trop longue -> tubérisation trop précoce, manque de vigueur, bouillage.
 - Pré germination trop courte -> tubérisation retardée, maturité insuffisante.

II.3.3.3.2 Lumière :

La lumière intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique. Les photopériodes courtes sont plus favorables à la tubérisation et les photopériodes longues plus favorables à la croissance. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques comprises entre 13 heures et 16 heures ^[43].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.3.3.3.3 Alimentation en eau :

La pomme de terre est une culture exigeante en eau. Les besoins varient bien sûr en fonction de la durée du cycle végétatif ^[62]. La pomme de terre demande une pluviométrie régulière et bien répartie de 500 à 600 mm d'eau au cours de son cycle végétatif. Elle ne supporte ni un excès d'eau vers la fin de la tubérisation (les tubercules pourrissent facilement), ni la sécheresse (formation de tubercules prématurés). Elle peut être cultivée pendant la saison pluvieuse ou en culture irriguée ^[63].

II.3.3.3.4 Exigences édaphiques :

Selon (BAMOUEH 1999), la plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. La pomme de terre a besoin de sols profonds, sains, riches et bien drainés. En général, elle se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière (texture sableuse ou sablo limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule. Dans les sols légèrement acides (pH = 5 à 6,5), la pomme de terre donne de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la gale commune sur les tubercules ^[63].

II.3.3.3.5 Salinité :

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atténué rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce ^[60].

II.3.3.3.6 Exigences en éléments fertilisants :

En culture de pomme de terre, les pratiques de fertilisation influent grandement sur le rendement et la qualité de récolte, ^[64] la croissance des pommes de terre dépend de l'apport en éléments tels que l'azote, le phosphore ou le potassium. Chacun de ces éléments a une fonction spécifique dans la croissance de la plante. Toute carence entraîne un retard dans la croissance, et une réduction de rendement ^[65].

II.3.3.3.7 L'humidité :

Limite le flétrissement et renforce l'action de la température, l'optimum se situe entre 80-85 %.

II.3.3.4 La plantation de pomme de terre :

La période de plantation dépend de la zone de production, la nature du sol, des conditions climatiques et de la variété. Mais le plus important c'est la température et l'état de ressuyage du sol ^[66].

❖ Les périodes de plantation de pomme de terre en Algérie.

La pomme de terre peut être plantée et récoltée dans n'importe quelle région et à n'importe quel mois de l'année. Elle est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne à climat tempéré. On la trouve aussi à **500 mètres** sur la montagne et les vallées entre la côte et les monts de l'Atlas tellien ainsi que sur les hauts plateaux.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Les périodes de plantation sont données dans le tableau suivant :

Type de culture	Zone de production	Date de plantation
Cultures d'extra-primeurs	-littoral..... -basses plaines.....	– Septembre/octobre.
Culture de primeurs	-littoral..... -basses plaines.....	– Novembre à début janvier.
Culture de demi-primeurs	-littoral..... -basses plaines.....	– Janvier.
Culture de saison "printemps"	-littoral..... -basse plaines -hauts plateaux.....	– fin janvier-fin mars. – fin janvier-fin mars. – fin février -fin avril.
Culture d'arrière-saison "d'été "	-Littoral..... -Hauts plateaux	– Juillet à Août. – Mai-Juin-fin juillet.

Tableau II-5 : Les périodes de plantation.

La plantation ne doit se faire que lorsque la température du sol à **8 h** du matin atteint **8° C** à une profondeur de **10 cm** ^[67].

La plantation doit suivre immédiatement les opérations du travail du sol afin d'éviter le dessèchement du lit de plantation ou leur tassement par les pluies ^[66]. Elle peut se faire manuellement ou par une planteuse semi-automatique ^[68].

La pomme de terre doit être mise en terre à une faible profondeur environ de **0,1 m**, un peu plus dans un sol léger et un peu moins dans un sol lourd ^[55].

Une profondeur trop grande retarde la lavée et expose les jeunes germes à l'attaque de rhizoctone ^[69].

Généralement, on place environ **4 plants /m²** avec une distance de **75 cm** entre la ligne et **33cm** dans la ligne ^[68].

Pour une bonne occupation du sol **15 à 20 tiges /m²** est un optimum recommandé ^[56].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

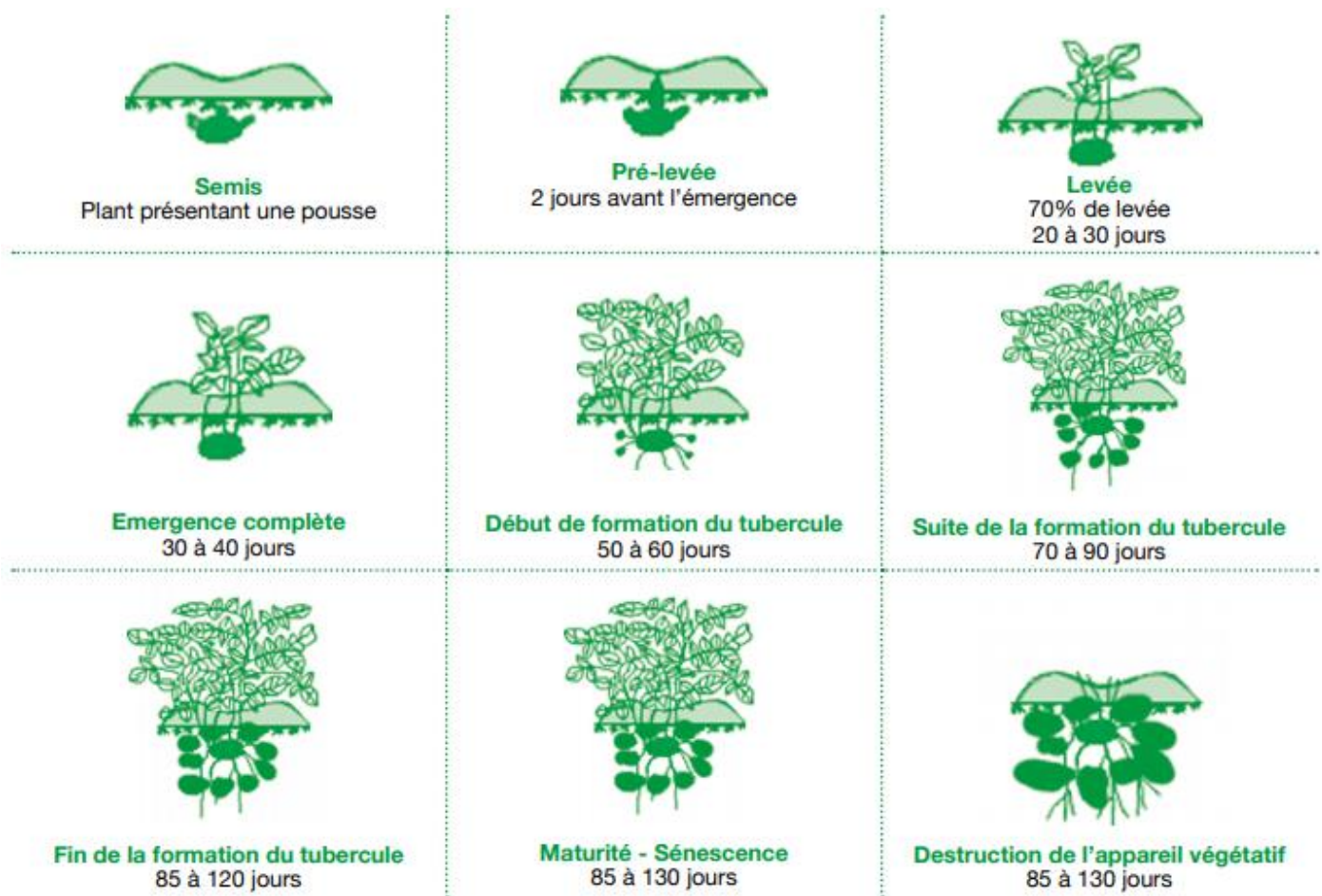


Figure II-7 : Les différentes phases de la plantation de la pomme de terre.

II.3.3.5 Opérations d'entretien :

Assurer des sarclages manuels et des binages (si possible, les associer à l'application de la fumure d'entretien). Butter légèrement en deux fois les plantes après le sarclage et juste avant l'application de la fumure de couverture pour un bon rendement.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Nuisibles	Dégâts et symptômes	Lutte intégrée
Acariens	Araignées invisibles à l'œil nu, face Inférieure des feuilles (déformation Teinte bronzée des feuilles, Affaiblissements)	Lutte préventive et curative au Diméthoate, Extraits d'amande de neem, etc.
Chenilles/teigne	Détruisent les feuilles ; la teigne Attaque les feuilles puis les tubercules (Galleries) en fin de culture et lors de la Conservation	Buttage progressif mais assez profond. Bt (biobit), Deltaméthrine (Décis), Spinosade, tri des tubercules attaqués, etc.
Courtillière (Grillo talpa African.)	Orthoptère du sol qui troue les Tubercules et sectionne les feuilles et tiges.	Piégeage avant plantation ; au besoin une autre application en cours de culture
Nématode (Meloidogynes)	Gale sur les tubercules.	Rotation culturale, culture de l'arachide comme précédent
Alternariose (Alternariasolani)	Taches concentriques sur feuilles nécroses, défoliation.	Traitement préventif et curatif au mancozèbe, (à partir de 15j après plantation)
Pourriture du collet (Rhizoctonia solani)	Champignons de sol, pourriture sèche sur le collet après buttage.	Buttage progressif ; éviter excès d'humidité ; rotation culturale

Tableau II-6 : La gestion des insectes.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

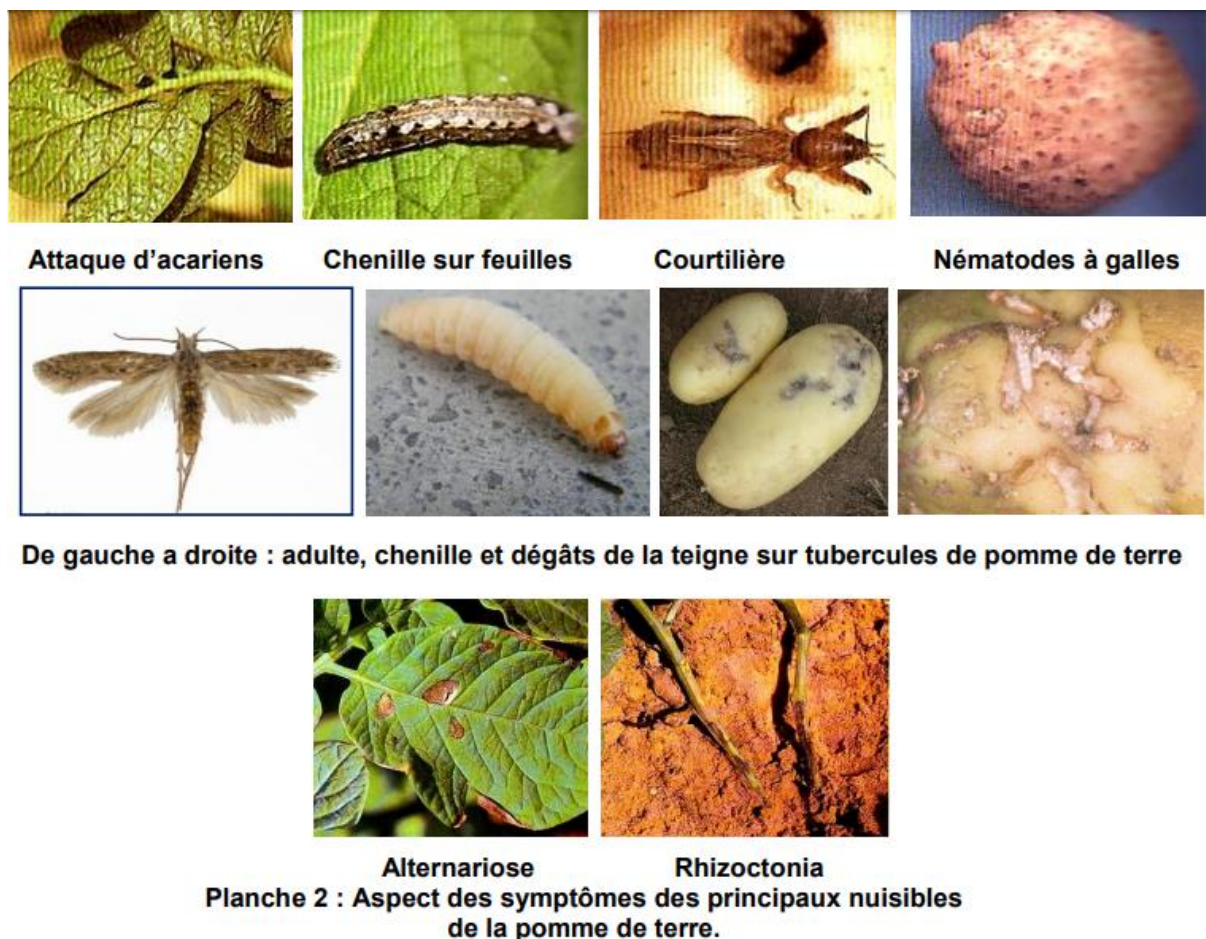


Figure II-8 : Protection : gestion des insectes.

II.3.3.6 Place dans la rotation :

La pomme de terre peut s'introduire dans la rotation sans problème majeur. Elle vient aussi bien après des plantes sarclées qu'après céréales ou prairies. Il est nécessaire de lui réserver un précédent ne dégradant pas la structure du sol.

Grâce aux façons culturales de préparation du sol, d'entretien et de désherbage, la pomme de terre est un excellent précédent (blé, betterave, colza et même parfois maïs). Elle laisse une terre bien ameublie et propre.

Il est recommandé de l'introduire dans la rotation une fois tous les **5 à 6 ans**, pas moins de **4ans**, afin d'éviter le développement de nématodes et de maladies (Rhizoctones, gale, etc.), ainsi que la multiplication des repousses ^[72].

II.3.3.7 Entretien :

- **Arrosages** : ne pas trop arroser en début de culture à cause des risques pourriture. L'arrosage régulier est très important lors de la tubérisation tout en évitant que les tubercules soient immergés, diminuer le rythme en fin de cycle (quand les feuilles commencent à flétrir).
- **Sarclé binage** : important en début de cycle.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

- **Buttage** : Le premier buttage est réalisé lorsque les plantes ont une hauteur de 20 à 25 cm mais toujours avant l'initiation de la tubérisation, Etape déterminante, il consiste à amonceler de la terre au pied des plantes. Il favorise le développement des racines et de tubercules et les protège contre la lumière. Les tubercules exposés à la lumière solaire deviennent verts, donc impropres à la consommation. C'est une opération qui permet également de biner le sol et de détruire les mauvaises herbes. S'assurer que les buttes sont maintenues dans les normes jusqu'à la fin du cycle.
- **Dés herbages** : au besoin.

II.3.3.8 Protection :

Les parcelles doivent être bien protégées contre les animaux en divagation La technique culturale et le choix des variétés (tolérantes) est l'option conseillée pour lutter contre les insectes et les bactéries. Seule dans le cas l'alternariose, causée par un champignon, on recommande le traitement par de mancozèbe7 à raison de 1,5 à 2 kg de matière active à l'hectare dans 600 à 800 litres d'eau/ha.

Selon les informations prises à Sikasso et à Baguineda (périmètre irrigué à 30 km de Bamako), les champs de Pomme de Terre ne sont pas traités car les zones ne sont pas infestées.

II.3.3.9 Fertilisation :

Il est intéressant de privilégier la matière organique par rapport aux engrais minéraux pour les raisons suivantes :

- Elle renforce la fertilité et la vie microbienne du sol ;
- Elle limite les achats d'engrais minéraux ;
- Elle donne une bonne structure au sol pour retenir l'eau et les éléments minéraux ;
- Elle accroît l'aptitude à la conservation de la pomme de terre ;
- Elle permet des économies d'eau.

Attention à bien vérifier que la matière organique soit suffisamment décomposée et sans parasite. Le passage par une phase de compostage est vivement conseillé pour autant que l'on vérifie que le compost « chauffe bien » permettant ainsi une désinfection naturelle.

- a. **Fumure organique** : Apporter 10 à 15 voyages de charrette par ha, soit un minimum de 10 T/ha si la fumure organique est privilégiée. Ceci impactera à la baisse la quantité de fumure minérale apportée (moitié moins).
- b. **Fumure minérale** : Les quantités apportées dépendent de la destination de la production.
 - ✓ **Si elle doit être conservée** : 1 sac de 50 kg de NPK par 2 caisses de semence (25 ou 30 kg), soit des doses variant de 500 à 1000 kg/ha (10 à 20 sacs).
 - ✓ **Si elle est destinée à une mise en marché immédiate** : 2 sacs de 50 kg de NPK pour 2 caisses de plants, soit des doses variant de 1000 à 2000 kg/ha (20 à 40 sacs/ha). Ces normes sont appliquées quelle que soit la forme du complexe (complexe céréales ou complexe pomme de terre).

II.3.4 Symptômes, dégâts et moyens de lutte contre les principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre :

La pomme de terre peut être la cible de plus de 200 maladies [48], qui peuvent être d'origine fongique, bactérienne ou virale et qui peuvent toucher tant les cultures que les tubercules en conservation.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

C'est pour cette raison que les agriculteurs utilisent le plus souvent des « plants certifiés » sans virus même si l'utilisation de plants fermiers (« rata plants », c'est-à-dire des pommes de terre issues de la récolte précédente du fermier) est tolérée.

Maladie où Ravageur	Symptômes et Dégâts	Moyens de lutte
MALADIES CRYPTOGAMIQUES		
Mildiou	<p>Feuillage : Apparition de taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure des feuilles apparaît un duvet fin, blanc, grisâtre qui dissémine les spores. Les tiges attaquées noircissent. La plante peut être détruite en quelques jours.</p> <p>Tubercule : taches diffuses brunâtres sur l'épiderme. La chair présente des zones à texture granuleuse de couleur brun-rouille. Des pourritures secondaires s'installent par la suite.</p>	<p>Méthodes culturales : Eviter les excès d'azote, éliminer les plants malades, éliminer les adventices qui constituent un foyer de contamination, détruire les fanes afin d'éliminer le foyer d'infection primaire, utiliser des semences saines et effectuer un bon buttage.</p> <p>Méthodes chimiques : Lutte préventive avec des produits organoscopiques et les produits organiques de synthèse : mancozèbe, carbatène-propinèbe etc.</p>
Alternarioe	<p>Feuillage : Tâches arrondies, brunes à noires, montrant des cercles concentriques. Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige.</p> <p>Tubercule : La maladie se manifeste à la surface sous forme de plages brunes légèrement déprimées.</p>	<p>Méthode culturale : Brûler toutes les fanes des cultures de la famille des solanacées afin de diminuer l'inoculum primaire, pratiquer une rotation culturale. Méthode chimique : Traitement préventif avec fongicides immédiatement après une pluie.</p>
Rhizoctone noire	<p>Tige : Apparition de plusieurs petits tubercules aériens de couleur violacées. Nécrose des racines et pourriture du collet.</p> <p>Tubercule : Formation de sclérotés noirs, de forme irrégulière. Le périoderme se trouvant en dessous des sclérotés n'est pas affecté.</p>	<p>Méthodes culturales : Utiliser des semences saines, rotation culturale, apport de matière organique.</p> <p>Traitement chimique : Traiter les semences avec des fongicides systémiques tels que thiabendazole, carboxine...etc.</p>
Verticillose	<p>Feuillage : Flétrissement des folioles qui n'atteint qu'un seul côté de la plante. Plus tard, la plante se fane. Sur la tige on note une coloration brune du système vasculaire.</p> <p>Tubercule : Tubercules de petite taille, flasques et ridés, présentant à la coupe un anneau brun sous l'épiderme.</p>	<p>Brûler les débris végétaux avant la culture, utilisation de plants sains, rotation des cultures, variétés résistantes, éviter la salinité du sol et de l'eau d'irrigation, traiter contre les nématodes.</p>
Fusariose	<p>Feuillage : Flétrissement des feuilles en gardant leur couleur verte. Brunissement des vaisseaux conducteurs au niveau de tige d'où le nom "Maladie du fil".</p> <p>Tubercule : La maladie se manifeste par des taches brunes légèrement déprimées, bientôt entourées par des rides concentriques, portant des coussinets blanchâtres.</p>	<p>Destruction des tubercules malades, rotation culturale longue, utilisation de semences saines, variétés résistantes, désinfection des locaux de conservation.</p> <p>NB : Il n'existe pas de traitement chimique</p>
MALADIES BACTERIENNES		
Jambe noire	<p>Feuillage : Enroulement typique du sommet, puis jaunissement généralisé. A la base de la tige (collet) se développe une lésion noire, jusqu'au tubercule mère.</p> <p>Tubercule : Tissu mou de couleur brunâtre, puis pourriture totale du tubercule.</p>	<p>Utilisation de semences indemnes de la maladie, élimination des plants attaqués, rotation culturale, éviter l'excès d'eau, plantation peu profonde.</p>
Galle commune	<p>Tubercule : Présence de pustules à la surface et parfois en profondeur du tubercule.</p>	<p>Emploi de plants sains, variétés résistantes, rotation culturale, éviter le chaulage, maintien d'une humidité du sol relativement élevée.</p>
MALADIES VIRALES		
Virus Y: PVY	Marbrure ou mosaïque nécrosante sur feuilles	Utilisation de semences saines

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Virus X : PVX	Mosaïque rigoureuse sur feuilles	Eliminer les foyers d'infection primaire
Virus de la Luzerne	Mosaïque calico : jaune brillant en forme de tacheture.	Agir contre les vecteurs (pucerons notamment)
Virus de l'enroulement (PLRV)	Enroulement des feuilles qui prennent un port érigé, jaunissement des feuilles, quelques variétés prennent une couleur pourpre ou rougeâtre. Durcissement du tubercule mère.	Utilisation éventuelle de variétés résistantes
INSECTES ET RAVAGEURS		
Pucerons	Vecteurs de maladies virales	Défanage avant la période du vol des pucerons, éviter que la période de levée coïncide avec celle du vol des pucerons, planter à haute densité, traiter avec des aphicides systémiques à base d'endosulfan et de parathion.
Teigne	<p>Feuillage : Les larves vivent en mineuse au niveau des feuilles, généralement les plus basses et les plus larges. Quand les attaques sont importantes la plante flétrit et meurt.</p> <p>Tubercule : Les larves creusent des galeries à l'intérieur du tubercule. Ces galeries constituent des portes d'entrée de champignons et bactéries augmentent le risque de pourriture.</p>	<p>Méthodes culturales : Utilisation de semences saines, rotation culturale, bien couvrir les tubercules au moment de buttage, maintenir une humidité du sol suffisante, ne pas laisser les tubercules dans le champ après récolte, brûlure de fanes (porteur des œuf set de chenilles), ne pas couvrir les caisses avec les fanes après récolte.</p> <p>Lutte chimique : Utilisation d'insecticides, en alternant les produits systémiques avec ceux de contact. Utiliser les produits à base de méthomyl, azinphos-méthyl le méthamidophos etc. ...</p>
Noctuelles	<p>Sur feuilles : les jeunes chenilles dévorent le parenchyme des feuilles. Il ne reste que l'épiderme desséché. Quand l'attaque est avancée, la culture semble grillée.</p> <p>Sur tubercule : les attaques de chenilles laissent des galeries qui évoluent en pourriture.</p>	Traitement au début de l'infestation avec des insecticides de contacta base de méthamidophos, méthomyl, chlorpyriphos de parathion.
Nématodes galles (Plus fréquents)	Les racines infectées présentent des nœud soudes galles. Les tubercules présentent des galles et se déforment perdant ainsi leur qualité commerciale.	Variétés résistantes Désinfection du sol avec des nématicides Travaux du sol adéquats
DESORDRES PHYSIOLOGIQUES		
Verdissement De Tubercule	Accumulation d'un alcaloïde (solanine) qui affecte la qualité culinaire de la pomme de terre.	Pratiquer un buttage adéquat de telle façon à couvrir les tubercules, ne pas exposer trop les tubercules à la lumière après récolte.
Croissance Secondaire	Multiforme de tubercules	Irrigation adéquate, fertilisation adéquate
Tubercule Creux	Cœurs creux des tubercules	Eviter l'apport d'azote excessif Eviter l'humidité très élevée du sol
Craquelure	La peau se subérise et perd son élasticité	Irrigation adéquate, pratiquer un bon buttage
Boulage	Formation de tubercules fils à partir du tubercule mère avant la levée.	Ne pas utiliser les vieux plants physiologiquement Ne pas planter profondément

Tableau II-7 : Le tableau suivant permet d'identifier les symptômes et les moyens de lutte des différentes maladies et ravageurs les plus fréquents ^[73].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.3.5 La récolte :

- Après le défanage (août), attendre impérativement 3 semaines avant de récolter pour que la peau des tubercules soit suffisamment ferme (prélever manuellement des échantillons de pommes de terre avant la récolte pour s'assurer de la fermeté de la peau).
- Cependant, plus la récolte est tardive et plus le risque de dégâts sur les tubercules par le ver fil de fer, les limaces et le dry core est grand.
- Ne récolter que par temps sec et ni trop froid (min.12°C), ni trop chaud.
- Récolter avec ménagement, car certaines variétés sont sensibles aux chocs.
- Éliminer immédiatement par triage les tubercules pourris. Normes de qualité
- Contrôler la qualité à l'aide des "Usages suisses pour le commerce de pommes de terre". Lors du contrôle à l'entrée, les pommes de terre bios sont contrôlées de la même façon que les pommes de terre conventionnelles.
- Les acheteurs exigent une qualité constante. Cependant, pour les pommes de terre bios, de légères variations de calibre sont tolérées.
- Les principales difficultés dans le respect des exigences qualitatives pour les pommes de terre bio sont les dégâts causés par les chocs, par les attaques du ver fil de fer et des limaces, ainsi que les cavités formées par le dry coré.
- Les quantités vendues en bio ne peuvent être augmentées que si la qualité du produit ne faiblit pas.

II.3.6 Le stockage :

- Avant le triage et le stockage, entreposer provisoirement les pommes de terre dans un local sec et aéré, à ~15°C (renforce la fermeté de la peau).
- Température idéale pour le stockage des pommes de terre de consommation : – 4°C pour un stockage de longue durée (attention au risque de sucrage); – 6-7°C pour un stockage de courte durée.
- Température pour le stockage des pommes de terre pour la transformation industrielle : > 8°C.
- La température de stockage et l'aération doivent être régulièrement vérifiées.
- Humidité relative de l'air optimale : 90-95 %.
- Grâce à une dormance élevée, le stockage des variétés Agria, Victoria, Lady Felicia, Désirée, Hermes, Naturella et Panda ne pose pas de problème en l'absence de traitement anti germe. Utilisation de l'huile de cumin Après la période de séchage et de cicatrisation, les pommes de terre peuvent être traitées avec de l'huile de cumin (Talent ® 95% de D-Carvon) pour inhiber la pré germination.
- Nébuliser l'huile de cumin avec de l'air chaud dans le local fermé et étanche à la vapeur.
- Faire la première application quand les premiers points blancs (germes) sont visibles sur la peau des pommes de terre.
- Dosage : 75-100 ml Carvon par 1000 kg de pommes de terre.
- Le local doit rester fermé au moins 48 heures après le traitement.
- Renouveler l'application tous les 10-14 jours, respectivement 4-6 semaines selon le mode d'emploi.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

- Le délai d'attente pour la vente est de 2 semaines.
- Les pommes de terre peuvent avoir un très léger goût de cumin qui n'est perceptible qu'immédiatement après l'ouverture des cornets plastiques et qui disparaît à l'épluchage et à la cuisson.

II.3.7 Déstockage :

Après le déstockage, il faut laisser les pommes de terre se réchauffer jusqu'à 15°C avant de les manipuler (sensibilité élevée aux chocs) ^[74].

❖ Conditionnement /Transformation :

Les tubercules doivent toujours être triés de manière très rigoureuse sur le champ avant conditionnement. Les tubercules défectueux sont détruits au même titre que les plantes malades en culture. Les tubercules doivent être conditionnés dans des filets (type sac à oignons) ou en caisse pour permettre l'aération et limiter l'échauffement.

Lors du transport, on doit veiller à ne pas faire des tas trop importants de sacs de tubercules, car ceux du dessous risquent d'être écrasés et pourrir. Enfin, il faut toujours protéger les sacs du soleil (bâche ou nappe). Dans les conditions locales, les tubercules se conservent 1 à 3 mois au moins (voire un peu plus) sous abris frais, ventilés et obscurs. Le taux de perte est estimé à 30% mais peut atteindre 50% si les conditions de conservation ne sont pas très bonnes ^[76].

II.3.8 Conclusion :

Comme toutes les cultures le rendement fourni par la pomme de terre est lié à un bon suivi de l'itinéraire technique, une bonne protection contre les maladies et les ravageurs et surtout la prise en compte des exigences de la plante : une température convenable, une bonne luminosité, pas d'excès ou une insuffisance en eau et un sol léger à pH compris entre 5,5 à 6,5.

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.4 Section 3 : Les variétés existantes en Algérie :

Le nombre de variétés de pommes de terre est considérable, il en existe au moins 3 000, la plupart ne sont pas utilisées pour l'alimentation.

Un très grand nombre de variétés de pommes de terre qui sont adaptés à des usages alimentaires existent en Algérie, précisément 120 variétés sont inscrites au catalogue algérien des espèces et variétés cultivées. Cette inscription est obligatoire pour leur commercialisation. Elle est précédée de deux ans au cours desquels sont évalués les caractères d'utilisation, le rendement, le comportement vis-à-vis des parasites par le service de Contrôle et certification des semences et plants CNCC.

Dans le cadre de notre mémoire, nous avons sélectionné quatre des variétés les plus utilisées en Algérie avec l'aide des experts du domaine lors de la collecte des données préliminaires au début de la recherche. Après avoir évalué les variétés en Algérie, nous avons fait les choix suivants :

- Pour le type de Pomme de terre rouge nous avons choisis les variétés (Désirée et Kondor).
- Pour le type de Pomme de terre jaune nous avons choisis les variétés (Spunta et Fabula).

Chaque variété de pomme de terre a ses propres caractéristiques, Après le choix des variétés, des recherches approfondies ont été menées pour examiner chacune d'entre elles.

II.4.1 L'étude des variétés :

II.4.1.1 Désirée :

La pomme de terre désirée fait partie des pommes de terre dites "de consommation". Elle a été obtenue par Z.P.C. (Pays-Bas). Elle est à peau rouge, une excellente variété de conservation, très productive. La variété Désirée fait partie des pommes de terre à chair farineuse, idéales pour les purées, frites, et les gratins où elles s'imprègnent du jus de cuisson.

- ✓ **Origine génétique** : Urgenta X Depesche.
- ✓ **Caractères agronomiques** :
 - **Maturité** : mi-précoce à mi-tardive, dormance mi-longue.
 - **Tubercules** : gros, ovale à allongée, forme uniforme à assez uniforme, peau rouge, yeux superficiels ; assez bonne résistance au noircissement interne.
 - **Rendement** : bon ; calibrage uniforme.
 - **Matière sèche** : bon.
 - **Qualité culinaire** : assez bonne tenue à farineuse à la cuisson ; sporadique à faible coloration à la cuisson ; apte à consommation de frais et fabrication de frites.
 - **Feuillage** : bon à assez bon.
 - **Maladies** : assez sensible à mildiou du feuillage, assez bonne résistance à mildiou du tubercule ; assez sensible à virus de l'enroulement, résistance moyenne à virus A, assez bonne résistance à virus X et bonne résistance à virus Yn; résistante à la galle verruqueuse; sensible à la galle commune.



Figure II-9 : Tubercules de la variété Désirée ^[76].

✓ **Caractères morphologiques :**

- **Plante** : taille haute à moyenne, structure feuillage du type intermédiaire ; tiges port semi-dressé à dresser, forte coloration anthocyanique ; feuilles grandes à moyen, vert foncé à vertes, silhouette ouverte ; floraison abondante, coloration abondante sur la face intérieure de la corolle de la fleur.
- **Tubercules** : ovale à allongée ; peau rouge, lisse ; chair jaune pâle ; yeux superficiels.
- **Germe** : grand à moyen, conique, coloration anthocyanique forte à moyenne et moyenne pubescence de la base ; bourgeon terminal moyen et coloration anthocyanique moyenne à faible ; radicelles assez nombreuses à peu nombreuses.



Figure II-10 : La variété de pomme de terre : Désirée ^[76].

II.4.1.2 Kondor :

- ✓ **Origine génétique** : 61333 x Wilja
- ✓ **Caractères agronomiques** :
 - **Maturité** : mi-précoce à mi-tardive, dormance longue
 - **Tubercules** : très gros, ovale à allongée, forme uniforme à assez uniforme, peau rouge, yeux mi-profonds ; bonne résistance au noircissement interne.
 - **Rendement** : très élevé ; calibre uniforme.
 - **Matière sèche** : bas.
 - **Qualité culinaire** : assez bonne tenue à la cuisson ; faible coloration à la cuisson, apte à consommation de frais.
 - **Feuillage** : bon à assez bon.
 - **Maladies** : résistance moyenne à mildiou du feuillage, assez bonne résistance à mildiou du tubercule, résistance moyenne à virus de l'enroulement, résistante à virus A, résistance moyenne à virus X et résistance moyenne à virus Yn, résistante à la galle verruqueuse, assez sensible à la galle commune.



Figure II-11 : Tubercules de la variété Kondor ^[76].

- ✓ **Caractères morphologiques** :
 - **Plante** : taille haute à moyenne, structure feuillage du type intermédiaire, tiges port semi-dressé, coloration anthocyanique forte à moyenne, feuilles grand, vert foncé à vertes, silhouette mi-ouverte ; floraison abondante à modérée, coloration abondante à modérée sur la face intérieure de la corolle de la fleur.
 - **Tubercules** : ovale à allongée ; peau rouge, lisse à assez lisse, chair jaune pâle ; yeux mi-profonds.
 - **Germe** : grand, conique, forte coloration anthocyanique et forte pubescence de la base ; bourgeon terminal grand à moyen et coloration anthocyanique moyenne ; radicelles assez nombreuses.

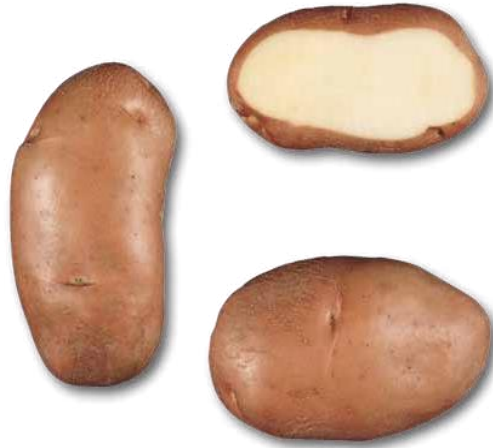


Figure II-12 : La variété de pomme de terre : Kondor ^[76].

II.4.1.3 Spunta :

- ✓ **Origine génétique** : Béa x USDA 96-56
- ✓ **Caractères agronomiques** :
 - **Maturité** : mi-précoce, dormance mi-longue à longue
 - **Tubercules** : très gros, allongée, forme uniforme, peau jaune, yeux très superficiels ; bonne résistance au noircissement interne.
 - **Rendement** : élevé ; calibrage uniforme.
 - **Matière sèche** : bon à moyen.
 - **Qualité culinaire** : assez bonne tenue à la cuisson ; sporadique coloration à la cuisson apte à consommation de frais.
 - **Feuillage** : bon.
 - **Maladies** : assez sensible à mildiou du feuillage, sensible à mildiou du tubercule, assez bonne résistance à virus de l'enroulement, résistante à virus A, résistance moyenne à virus X et assez bonne résistance à virus Yn, résistante à la galle verruqueuse ; assez sensible à la galle commune.



Figure II-13 : Tubercules de la variété Spunta ^[76].

✓ **Caractères morphologiques :**

- **Plante :** taille haute, structure feuillage du type intermédiaire ; tiges port semi-dressé à dresser, coloration anthocyanique moyenne ; feuilles grandes à moyen, vert foncé, silhouette mi-ouverte ; floraison abondante à modérée, coloration abondante à modérée sur la face intérieure de la corolle de la fleur.
- **Tubercules :** allongée ; peau jaune, lisse ; chair jaune pâle ; yeux très superficiels.
- **Germe :** grand, cylindrique et gros, forte coloration anthocyanique et forte à moyenne pubescence de la base ; bourgeon terminal grand à moyen et coloration anthocyanique moyenne à faible ; radicules abondantes à assez nombreuses.

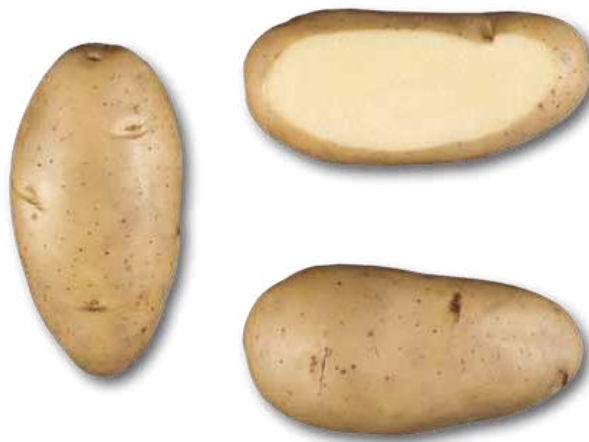


Figure II-14 : La variété de pomme de terre : Spunta ^[76].

II.4.1.4 Fabula :

✓ **Origine génétique :** Monalisa x Hudson

✓ **Caractères agronomiques :**

- **Maturité :** mi-précoce à mi-tardive, dormance très longue
- **Tubercules :** très gros, ovale, forme uniforme, peau jaune, yeux superficiels ; bonne résistance au noircissement interne.
- **Rendement :** très élevé ; calibrage très uniforme à uniforme.
- **Matière sèche :** très bas.
- **Qualité culinaire :** bonne à assez bonne tenue à la cuisson ; inexistante à sporadique coloration à la cuisson ; apte à consommation de frais.
- **Feuillage :** bon.
- **Maladies :** assez sensible à mildiou du feuillage, assez bonne résistance à mildiou du tubercule ; assez bonne résistance à virus de l'enroulement, très bonne résistance à virus A, assez sensible à virus X et bonne résistance à virus Yn; résistante à la galle verruqueuse; résistante à patho type Ro1 du nématode à kyste de la pomme de terre; assez bonne résistance à la galle commune.



Figure II-15 : Tubercules de la variété Fabula ^[76].

✓ **Caractères morphologiques :**

- **Plante :** taille moyenne, structure feuillage du type intermédiaire ; tiges port semi-dressé, coloration anthocyanique moyenne à faible ; feuilles grand, vertes, silhouette mi-ouverte ; floraison abondante à modérée, coloration abondante à modérée sur la face intérieure de la corolle de la fleur.
- **Tubercule :** ovale ; peau jaune, assez rugueuse ; chair jaune pâle ; yeux superficiels.
- **Germe :** grand à moyen, conique, faible coloration anthocyanique et faible pubescence de la base ; bourgeon terminal moyen et faible coloration anthocyanique ; radicelles assez nombreuses à peu nombreuses.

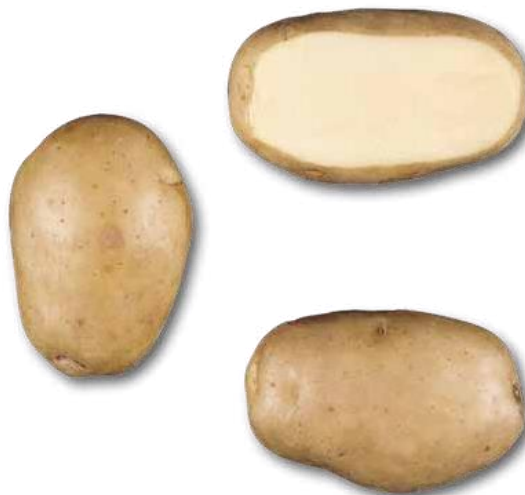


Figure II-15 : La variété de pomme de terre Fabula ^[76].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.4.2 La notation des critères :

II.4.2.1 Les pommes de terre rouges (Désirée et Kondor) :

Caractère	DÉSIRÉE	KONDOR
Maturité	5,5	6
Dormance	5,5	7
Développement du feuillage	7,5	7,5
Couleur de la peau	R	r
Couleur de la chair	6	6
Forme des tubercules	Lo	o
Grosueur des tubercules	8	7
Grosueur des tubercules	8	8,5
Rendement	7	8
Teneur de matière sèche	7	6
Type de cuisson	BC	B
Apte à	Vf	v
Enroulement	5,5	6
Virus A	6,5	9
Virus X	7	5,5
Virus Yn	8	7
Mildiou du feuillage	5	5
Mildiou du tubercule	7,5	6
Galle verruqueuse	0	0
Nématode à kyste Ro1	-	9
Nématode à kyste Ro2/3	-	-
Nématode à kyste Pa2	-	-
Nématode à kyste Pa3	-	-
Galle commune	4	6
Noircissement interne	7	8

Tableau II-8 : Les caractéristiques des pommes de terre rouges (Désirée et Kondor) ^[76].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.4.2.2 Les pommes de terre jaunes (Spunta et Fabula):

Caractère	SPUNTA	FABULA
Maturité	7	6
Dormance	6	9
Développement du feuillage	8	8
Couleur de la peau	G	g
Couleur de la chair	6	6
Forme des tubercules	L	o
Grosseur des tubercules	9	8
Grosseur des tubercules	9	9
Rendement	8	9,5
Teneur de matière sèche	6,5	4
Type de cuisson	B	AB
Apte à	V	v
Enroulement	7	7
Virus A	10	9,5
Virus X	6,5	5
Virus Yn	7,5	8
Mildiou du feuillage	5	5
Mildiou du tubercule	4,5	7
Galle verruqueuse	0	0
Nématode à kyste Ro1	-	9
Nématode à kyste Ro2/3	-	-
Nématode à kyste Pa2	-	-
Nématode à kyste Pa3	-	-
Galle commune	5	7
Noircissement interne	8	8,5

Tableau II-9 : Les caractéristiques des pommes de terre jaunes (Spunta et Fabula) ^[76].

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

II.4.2.3 L'annexe des notations :

Maturité	Les valeurs	Couleur de la chair	Les valeurs
très précoce	9	jaune foncé	9
Précoce	8	Jaune	8
mi-précoce	7	assez jaune	7
mi-précoce à mi-tardive	6	jaune pâle	6
mi-tardive	5	blanc jaunâtre	5
Tardive	4	Blanche	4
très tardive	3		
Dormance	Les valeurs	Forme des tubercules	Les valeurs
très longue	9	Ronde	r
longue à très longue	8	ronde à ovale	ro
Longue	7	Ovale	o
mi-longue à longue	6	Allongée	l
mi-longue	5	ovale à allongée	lo
courte à mi-longue	4		
Courte	3		
Développement du feuillage	Les valeurs	Superficialité des yeux	Les valeurs
très bon	9	très superficiels	9
Bon	8	Superficiels	8
assez bon	7	assez superficiels	7
Moyen	6	mi-profonds	6
		assez profonds	5
		Profonds	4
		très profonds	3
Couleur de la peau	Les valeurs	Apte à	Les valeurs
jaune foncé	dg	consommation de frais	v
Jaune	g	Frites	f
jaune clair	lg	Chips	c
rouge foncé	dr	Salades	s
Rouge	r	faire griller	b
rouge clair	lr	Purée	p
brun roux	br	transformation industrielle	i
jaune avec yeux rouge	g(r)	Féculerie	z
		féculerie uniquement	zz

Chapitre II : La culture et la production des pommes de terre.

Grosueur des tubercules	Les valeurs	Résistance (virus, phytophthora, gale commune, noircissement interne)	Les valeurs
Très gros	9	Résistante	R
Gros	8	Très bonne résistance	9
Gros	7	Bonne résistance	8
Moyen	6	Assez bonne résistance	7
Petit	5	Résistance moyenne	6
Très petit	4	Assez sensible	5
		Sensible	4
		Très sensible	3
Rendement (à l'état mûr) & matière sèche	Les valeurs	Galle verruqueuse (fysio 1)	Les valeurs
Très élevé(e)	9	Résistante	0
Élevé(e)	8		
Bon(ne)	7		
Moyen(ne)	6		
Bas(se)	5		
Très bas(se)	4		
Type de cuisson	Les valeurs	Résistance au nématode à kyste	Les valeurs
Bonne tenue	A	pathotype 1 de Globodera Rostochiensis	Ro1
Assez bonne tenue	B	pathotype 2,3 de Globodera Rostochiensis	Ro2,3
Farineuse	C	pathotype 2 de Globodera pallida	Pa2
Très farineuse	D	pathotype 3 de Globodera pallida	Pa3
		Résistante	7
		Aucun résistance prouvé	-

Tableau II-10 : L'annexe des notations ^[76].

CHAPITRE III

III Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.1 Introduction :

Le secteur agricole est l'un des secteurs les plus importants de presque tous les pays développés.

L'agriculture consiste essentiellement à cultiver des plantes et à domestiquer des animaux dans le but de produire de la nourriture et d'autres éléments nécessaires à la vie humaine. Bien qu'elle soit pratiquée depuis des siècles, elle a évolué au fil du temps et elle est devenue l'un des principaux facteurs de développement de l'économie de plusieurs pays.

Le secteur agricole SCG est également l'un des plus grands employeurs au monde, principalement dans les pays en développement et les pays sous-développés. Des millions de personnes dans le monde entier dépendent directement ou indirectement du secteur agricole pour leur revenu. Il s'agit d'une activité qui répond à nos besoins quotidiens en nourriture, légumes, fruits, épices, etc.

Bien qu'il ya une amélioration dans le SCG en Algérie au cours des dernières années mais il reste largement défavorable. L'Algérie est aujourd'hui fortement dépendante de ses moyens de paiements extérieurs pour assurer ses approvisionnements alimentaires.

Pour une meilleure compréhension, nous fournissons des statistiques concernant les produits d'importation et d'exportation en général, puis nous nous concentrons sur le secteur agricole sur une période de 17 ans (entre 2001 et 2017).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Importations totales	9946	12010	13545	18303	20357	21456	27631	39475	39258	41000	47220	50369	54910	58618	51803	47091	46053
Importations de produits agricoles	2617	3038	3060	4028	3956	4146	5516	8510	6465	6747	10837	10081	10557	11880	10085	9065	9416
% de produits agricoles	26%	25%	23%	22%	19%	19%	20%	22%	16%	16%	23%	20%	19%	20%	19%	19%	20%

Tableau III-1 : Tableau d'importation agricole sur une période de 17 ans (entre 2001 et 2017).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Exportations totales	19147,62	18832,41	24653,66	32076,79	46001,74	54612,72	60163,16	79297,59	45193,92	57050,97	73436,31	71865,75	65998,14	60387,69	34795,95	29992,1	35191,12
Exportations de produits agricoles	28,702	43,714	51,885	61,696	70,497	88,031	98,632	127,483	116,324	319,932	358,818	320,015	405,253	325,957	237,324	331,006	352,287
% de produits agricoles	0,15%	0,23%	0,21%	0,19%	0,15%	0,16%	0,16%	0,16%	0,26%	0,56%	0,49%	0,45%	0,61%	0,54%	0,68%	1,10%	1,00%

Tableau III-2 : Tableau d'exportation agricole sur une période de 17 ans (entre 2001 et 2017).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Interprétation des résultats : d'après les tableaux, on remarque que l'importation en Algérie généralement augmente entre 2001 et 2017. Notamment l'importation des produits agricole **PAG** qui enregistre une fluctuation entre 2001 et 2010 puis une augmentation à partir de 2011 atteignant sa valeur maximale en 2014 (11,8 milliards USD de PAG).

D'une première vue, on remarque que les valeurs d'importation sont catastrophiques et n'ont pas montrées aucun signe d'amélioration pour une période de 17 ans. Les statistiques montrent clairement que sans mesures correctives, la situation restera aussi catastrophique qu'elle l'était pour plusieurs années.

Les produits agricoles présentent une moyenne de 25% des importations algériennes pour 17 ans. Un pourcentage assez élevé que le gouvernement algérien doit travailler afin de le diminuer.

Passant à l'exportation, entre 2001 et 2017 cette dernière à connu une augmentation remarquable, alors que l'exportation des produits agricoles est très faible, et n'augmente que par des petites valeurs.

Pour 17 ans d'exportation, le pourcentage des PAG n'a pas dépassé 1%, qui est très faible par rapport aux valeurs d'exportation totales ainsi que par rapport au pourcentage de produits agricoles importés

La différence de ces valeurs n'est pas stable et nécessite un changement pour réaliser un équilibre.

Face à la baisse des prix des hydrocarbures et à l'augmentation continue des prix de l'importation des produits alimentaires, la politique commerciale en Algérie vise à assurer la sécurité alimentaire de pays en augmentant la production nationale et en se diminuant la dépendance à l'égard des importations. L'étape suivante consiste à faire le saut et à commencer à exporter l'excédent de la production nationale une fois que nous aurons atteint l'autosuffisance.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.2 L'importance de la chaîne logistique agricole en Algérie :

III.2.1 Les fluctuations des prix :

L'instabilité des prix est une caractéristique majeure des marchés de produits agricoles. Le phénomène a provoqué beaucoup de travaux d'économistes, à partir de deux idées complètement différentes, conduisant à des politiques opposées.

Dans la première interprétation, l'instabilité est exclusivement le résultat de chocs exogènes – aléas climatiques, aux attaques de ravageurs et plus généralement à l'ensemble des conditions naturelles et sociales, choc macroéconomique lié à une mauvaise gouvernance, etc.

Dans la seconde, le fonctionnement même des marchés est susceptible d'entraîner des fluctuations qui s'ajoutent aux chocs extérieurs au système et qui peuvent apparaître même en l'absence de tout choc extérieur.

En Algérie, nous pouvons constater que la situation actuelle est un mélange des deux idées économiques.

En ce qui concerne la première, qui est celle des effets extérieurs, l'agriculteur algérien travaille de manière inefficace pour diverses raisons, dont la première est le manque de matériel technologique nécessaire pour un meilleur rendement. Les ravageurs et maladies est un grand problème aussi dans l'agriculture nationale, L'interception de ces maladies nécessite une vaste connaissance et l'accès à différents composants chimiques ainsi que l'expérience des spécialistes dans ce domaine pour administrer les bonnes quantités, dicter les normes correctes et superviser l'ensemble du processus, ce qui n'est tout simplement pas à la portée de l'agriculteur ordinaire aujourd'hui.

Le gouvernement a sa part de responsabilité dans les fluctuations des prix dans le secteur agricole, également pour différentes raisons. Le facteur le plus important est sans doute l'inexistence d'une chaîne logistique fiable. Souvent, les agriculteurs ont du mal à trouver un moyen de transport pour leurs produits, parfois dans les cas extrêmes, ces produits vont tout simplement pourrir, car en plus de la chaîne logistique non fiable. Le stockage est presque inexistant, le stockage à froid pour être exact. Dans notre cas, pour les pommes de terre, il n'y a qu'un million de mètres cubes dans l'ensemble du territoire national de stockage à froid pour les pommes de terre, ce qui ne peut couvrir que 4% de la production totale.

À l'intérieur du marché, les fluctuations de prix sont régies par l'offre et la demande. Dans le secteur agricole algérien, en particulier dans l'industrie de la pomme de terre, l'offre ne répond pas toujours à la demande des consommateurs.

Pendant certaines périodes, les quantités qui arrivent sur le marché sont inférieures à la demande réelle, ce qui entraîne une augmentation des prix. Et à d'autres périodes, les quantités sur le marché sont supérieures à la demande, ce qui entraîne un excédent de pommes de terre, et comme nous l'avons déjà mentionné, puisqu'il n'est pas possible de stocker cet excédent de produits, le prix finira par baisser.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

La raison de ce phénomène d'incohérence est que le calendrier de production des pommes de terre n'est pas correctement planifié. Différentes quantités seront disponibles sur le marché d'une manière aléatoire, il n'existe pas de système de planification qui garantisse que les quantités répondront toujours à la demande souhaitée et élimine tout excédent ou manque de pommes de terre.

III.2.2 La raison de ces difficultés et comment faire face :

Alors que les exportations d'hydrocarbures diminuent, la stratégie nationale consiste actuellement à diversifier les flux commerciaux en se concentrant particulièrement sur le développement du commerce interrégional et en se basant sur la compétitivité et l'avantage comparatif de l'Algérie dans certains secteurs à fort potentiel d'exportation.

L'objectif visé est la diversification de l'économie algérienne afin de réduire sa vulnérabilité aux risques du marché extérieur et d'améliorer sa compétitivité dans les secteurs prioritaires.

Cela ne sera possible que par l'amélioration de la chaîne logistique globale à partir d'augmenter la production des produits dans les secteurs essentiels jusqu'à la partie distribution en passant par le contrôle de qualité etc.

Atteindre cet objectif, ne sera pas facile vu la situation actuelle des performances logistiques de l'Algérie, pour plus de contexte nous examinons l'Indice de performance logistique.

III.2.3 L'indice de performance logistique :

L'indice de performance logistique de la Banque mondiale classe les pays selon six dimensions du commerce :

- La performance douanière.
- La qualité des infrastructures de transport.
- La facilité d'organiser des envois à des prix compétitifs.
- La compétence et la qualité de services logistiques.
- Le suivi et la traçabilité des envois.
- La rapidité des envois et le respect des délais.

Pour chaque critère une note sur 5 est affectée.

En 2018, la banque mondiale a publié le dernier rapport concernant l'indicateur de performance logistique. L'édition de 2018 de « Connecting to complete » évalue 160 pays avec un outil de mesure appelé Logistics Performance Index.

Publié pour la première fois en 2007 le LPI est devenu un outil d'analyse comparative très utile pour comparer les performances logistiques entre les pays.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Country	Year	LPI Rank	LPI Score	Customs ?	Infrastructure ?	International shipments ?	Logistics competence ?	Tracking & tracing ?	Timeliness ?
Zambia	2018	111	2.53	2.18	2.30	3.05	2.48	1.98	3.05
Bahamas, The	2018	112	2.53	2.68	2.41	2.50	2.27	2.52	2.75
Jamaica	2018	113	2.52	2.42	2.32	2.53	2.54	2.48	2.79
Nepal	2018	114	2.51	2.29	2.19	2.36	2.46	2.65	3.10
Congo, Rep.	2018	115	2.49	2.27	2.07	2.87	2.28	2.38	2.95
Moldova	2018	116	2.46	2.25	2.02	2.69	2.30	2.21	3.17
Algeria	2018	117	2.45	2.13	2.42	2.39	2.39	2.60	2.76
Togo	2018	118	2.45	2.31	2.23	2.52	2.25	2.45	2.88
Georgia	2018	119	2.44	2.42	2.38	2.38	2.26	2.26	2.95
Congo, Dem. Rep.	2018	120	2.43	2.37	2.12	2.37	2.49	2.51	2.69

Tableau III-3 : Tableau de classement mondial LPI 2018 ^[77].

L'Algérie occupe actuellement la 117ème place mondiale sur 160 pays évalués en termes de performances logistiques. En d'autres termes, l'Algérie est actuellement sur les 25 % de performances logistiques les plus mauvaises au monde.

Me s'il semble attrayant de faire le saut direct pour améliorer la position de la nation dans le département logistique, nous devons d'abord nous efforcer d'avoir des produits qui valent la peine d'être exportés autres que les hydrocarbures. Voici le but de cette thèse, considérant comment le secteur agricole peut être un jour une source fiable de revenus économiques, en se concentrant sur l'industrie de la pomme de terre en particulier. En visant d'abord à atteindre l'autosuffisance qui est la première étape pour l'exportation.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.3 Notre démarche pour la résolution du problème :

Dans cette section, nous présentons notre démarche déclarative pour la résolution du problème de planification d'une chaîne logistique basée sur la programmation par contraintes.

Quelques étapes sont nécessaires pour résoudre ce problème à savoir :

- Description le problème à résoudre.
- Modélisation basique du problème par le choix de la configuration la plus adaptée.
- Formulation mathématique se la configuration de base.
- Choisir l'outil informatique le plus adéquat pour résoudre le problème.
- Interpréter les résultats, par des discussions discuter pour tirer des conclusions sur notre travail.

III.3.1 Présentations de notre problème :

La première étape de la résolution du problème de mise au point d'un planning pour une chaîne logistique consiste à décrire ce problème en langage basique.

La population Algérienne consomme la pomme de terre en grande quantité par rapport aux autres pays avec une moyenne de 98kg/an pour un seul individu. Mais les fluctuations des prix restent un problème majeur en Algérie dans des périodes souvent aléatoires et qui sont un peu difficile à prédire.

Certes que ces fluctuations des prix sont difficiles à prédire mais la raison principale de ce problème est bien connue, c'est que les agriculteurs en Algérie n'ont pas une planification exacte qui suit une demande de marché régulier.

Face à ce grand problème même si la production de pommes de terre tout au long de l'année est suffisante pour satisfaire la demande mais les périodes de récolte des pommes de terre sont irrégulières, ce qui explique précisément les fluctuations des prix. Parfois, les pommes de terre sur le marché sont plus que la demande, ce qui fait baisser leur prix, et parfois, les pommes de terre sur le marché ne répondent pas à la demande, ce qui fait monter le prix.

Parfois, les agriculteurs ne suivent pas les bonnes procédures de plantation, ce qui signifie qu'elles ne suivent pas la voie de la qualité. De ce fait, des quantités importantes de pommes de terre pourrissent, ce qui conduit à ne pas répondre à la demande du marché.

Ces pratiques ouvrent la porte à d'autres agriculteurs appartenant à d'autres zones de production pour entrer dans cette zone de marché, ce qui entraîne des frais supplémentaires en raison du transport nécessaire pour acheminer les pommes de terre vers cette zone ce qui signifie que le prix des pommes de terre augmentera considérablement dans ces situations.

Un autre problème qui peut entraîner des fluctuations de prix est que les agriculteurs n'ont pas d'organisation précise qui assure que leur récolte sera achetée quand elle sera prête.

Parce qu'il n'y a pas d'organisations qui réglementent la récolte des cultures d'une manière efficace, beaucoup de problèmes sont générés, l'un d'eux est qu'il n'y a pas de transport disponible pour ces produits récoltés.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Ce qui conduit souvent à des récoltes de pommes de terre gaspillées pour la simple raison qu'il n'y a personne pour transporter ces produits, et que le stockage de ces pommes de terre est presque impossible du fait que les chambres froides en Algérie sont estimées à 1 million de mètres cubes, ce qui représente seulement 4% de la production totale.

L'objectif de notre étude est de faire une planification sur un horizon de périodes qui nous permette de réduire au minimum les charges qui pourraient se produire tout au long de la chaîne logistique, tels que le prix du transport, le prix d'achat et les frais d'entreposage.

Nous visons alors à résoudre le problème en question et à faire en sorte que la demande du client soit satisfaite dans des conditions favorables et à un prix raisonnable. Nous pouvons atteindre cet objectif en calculant la quantité minimale requise pour répondre à la demande du marché.

III.3.2 Modélisations de notre problème :

A première étape de la modélisation et de la résolution d'un problème consiste à décrire le problème en langage naturel, en identifiant les variables de décision et les contraintes placées sur ces variables.

Décrivez le problème en langage naturel. Répondez à ces questions :

- Quelles sont les informations connues dans ce problème ?
- Quelles sont les variables ou les inconnues de ce problème ?
- Quelles sont les paramètres qui nous permettent de résoudre le problème ?
- Quelles sont les contraintes placées sur ces variables ?
- Quel est l'objectif ?

III.3.2.1 Quelles sont les informations connues dans ce problème ?

- La culture de la pomme de terre en générale depuis la plantation jusqu'à la récolte sans oublier de tenir en compte des variétés et du calibre.
- La chaîne logistique actuelle de pomme de terre et son fonctionnement.
- Les zones de plantations de pomme de terre en Algérie et leurs capacités de production et leurs rendements.
- Les zones de stockages disponibles dans le territoire national et les charges du transport.
- La demande du marché Algérien de pomme de terre.

III.3.2.2 Quelles sont les variables ou les inconnues de ce problème ?

- La quantité de pommes de terre récoltées depuis la zone de plantation pendant la fin de période de production « récolte ».
- La quantité de pomme de terre distribuée depuis les zones de stockage vers le marché de gros.
- La surface de plantation de pomme de terre nécessaire pour atteindre la demande de marché.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

- La quantité de pomme de terre achetée depuis la zone de plantation qui est ensuite conservée dans les zones de stockage.
- La quantité de pomme de terre sortant des zones de stockage.
- La quantité de pomme de terre entrant dans les zones de stockage.

III.3.2.3 Quelles sont les paramètres qui nous permettent de résoudre le problème ?

- Le Prix de vente de pomme de terre.
- Le coût de transport depuis les zones de plantation vers les zones de stockage.
- Le prix d'achat de pomme de terre.
- Les différentes variétés de pomme de terre et leur calibre.
- Le prix du stockage unitaire d'un tonne de pomme de terre.
- La demande de pomme de terre du marché du gros.
- La durée maximale de stockage de pomme de terre dans les zones de stockage.
- Le pourcentage des pommes de terre en bonne qualité.
- Le pourcentage d'un calibre selon la variété.
- Le rendement d'un hectare de sol.
- La surface maximale de plantation de pomme de terre dans la zone désirée.
- La surface minimale de plantation de pomme de terre dans la zone désirée qu'il faut respecter pour attendre la demande du marché du gros.

III.3.2.4 Quelles sont les contraintes placées sur ces variables ?

- Il faut respecter que la surface de plantation réelle ne dépasse pas la surface de plantation maximale disponible. En même temps il faut qu'elle soit supérieure à la surface minimale disponible.
- Les flux des quantités entrants doivent être égaux aux flux des quantités sortants dans la zone de stockage.
- La quantité sortie des zones de stockages doit atteindre la demande du client.

III.3.2.5 Quel est l'objectif ?

L'objectif de ce mémoire est de conceptualiser une planification dans l'horizon d'une année de tous les processus (La production, La récolte, Le stockage et la distribution) de la chaîne logistique de pomme de terre en Algérie afin de maximiser le coût de revient tout en minimisant les charges qui peuvent se produire.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.4 Le modèle mathématique :

La transformation du problème qui se pose par un modèle mathématique est la première étape concrète de notre recherche. Nous avons établi quelques expressions mathématiques simples et nous les avons améliorés au fur et à mesure de la collecte de données. Ce modèle a été modifié à chaque fois jusqu'à ce que nous trouvions finalement le bon modèle.

III.4.1 Les Indices :

- ✓ Z : l'indice des zones de plantation de pomme de terre dans le territoire national.
Dans notre étude on a divisé la surface de production disponible en deux zones (la zone du nord et la zone du sud).
- ✓ S : L'indice des zones de stockage de pomme de terre choisies.
On a décidé de prendre 5 zones dans le territoire national parmi ces zones deux sont situées dans le sud (Ouedsouf, Adrar.) et trois dans le nord (Bouira, Ain Defla, Mostaganem).
- ✓ P : l'indice des variétés de pomme de terre utilisées.
Il y a plus de centaine de variétés de pomme de terre qui peuvent être produites dans l'Algérie, on a choisi les 4 variétés qui circulent le plus dans le territoire national.
De ces quatre variétés on peut distinguer deux types (Rouge et jaune).
Pomme de terre rouge : Désirée, Kondor.
Pomme de terre jaune : Spunta, Fabula.
- ✓ C : L'indice du calibre de pomme de terre (la taille du tubercule).
Le calibre est généralement dépendu de plusieurs critères qui peuvent influencer sur lui.
L'un des critères le plus important et influant sur le calibre est la variété plantée.
C'est généralement très compliqué de définir le calibre de manière précise donc on nous fait satisfaire par les notations suivantes. (Calibre petit, calibre moyen, calibre grand)
- ✓ T1 : L'indice de la période de récolte de pomme de terre.
On a fait une étude sur une année, qui est divisée sur deux périodes de six mois.
Chaque mois est ensuite divisé sur deux périodes de quinze jours.
Alors sur ces conditions le T1= 12 périodes de quinze jours.
- ✓ T2 : L'indice de la période de vente de la pomme de terre depuis la zone de stockage.
Le même principe de calendrier s'applique sur T2 alors T2= 12 périodes de quinze jours.
- ✓ T3 : L'indice de la période de stockage, d'une manière simplifiée on peut expliquer cette période par la durée entre le moment du stockage de la pomme de terre et le moment de sa vente.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.4.2 Les variables de décision :

- $QD_{s,p,c,t1,t2}$: La quantité de pomme de terre distribué du zones de stockage vers le marché de gros.
Elle dépend de la zone de stockages (S), les variétés (P), le calibre (C), la période d'achat (T1) et la période de vente (T2).
La quantité distribuée peut aussi dépend sur les périodes de récoltes aussi.
- $QA_{z,s,p,c,t1}$: La quantité de pomme de terre acheté depuis la zone de plantation (Z) qui est ensuite conserver dans les zones de stockage (S).
Elle dépend aussi sur les variétés (P), le calibre (C), la période d'achat (T1).
- $QR_{z,p,c,t1}$: La quantité de pommes de terre récolté depuis la zone de plantation (Z) pendant la fin de période de production « récolte » (T1).
Elle dépend sur les variétés (P) et le calibre (C).
- $QE_{s,p,c,t1}$: La quantité de pomme de terre entrant dans les zones de stockage (S).
Elle dépend sur les variétés (P) et le calibre (C) et la période (T1).
- $QS_{s,p,c,t2}$: La quantité de pomme de terre sortant des zones de stockage (S).
Elle dépend sur les variétés (P) et le calibre (C) et la période de vente (T2).
- $SR_{z,p,t1}$: La surface de plantation de pomme de terre nécessaire pour atteindre la demande de marché.
Elle dépend de la zone de plantation (Z), les variétés (P) et la période de récolte (T1).

Remarque :

- Les quantités sont mesurées en tonnes.
- La surface est mesurée en hectares.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.4.3 Les paramètres :

- ❖ $PV_{p,c,t2}$: Prix de vente de pomme de terre depuis les zones de stockage vers les marchés de gros.
Le prix de vente dépend sur la variété (P), le calibre (C), la période de vente (T2).
- ❖ $CT_{z,s}$: Le cout de transport depuis les zones de plantation (Z) vers les zones de stockage (S).
- ❖ $PA_{p,c,t1}$: le prix d'achat de pomme de terre depuis les zones de plantation.
Le prix d'achat dépend sur la variété (P), le calibre (C), la période de récolte (T1).
- ❖ PS_{t3} : le prix du stockage unitaire d'un tonne de pomme de terre pendant la période de stockage (T3) qui aura lieu dans les zones de stockage.
- ❖ $Dem_{s,p,c,t2}$: La demande de pomme de terre du marché du gros qui sera satisfait par les zones de stockage (S).
Elle se fait selon les variétés (P), le calibre (C), la période de vente (T2).
- ❖ DLp_p : La durée maximale de stockage de pomme de terre dans les zones de stockage (S).
Cette durée dépend sur les variétés (P).
- ❖ $PO_{p,t1,t2}$: Le pourcentage des pomme de terre en bonne qualité, c'est-à-dire un produit dans les normes agroalimentaire. Qui est près d'être vendue.
Cela dépend de la variété (P), la période de récolte (T1), la période de vente (T2).
- ❖ $PoC_{p,c}$: Le pourcentage d'un calibre(C) selon la variété (P).
Chaque variété possède son propre calibre, ce pourcentage décrit la quantité qu'on va avoir des trois catégories des calibre (petit, moyen et grand).
- ❖ $R_{z,p,t1}$: le rendement d'un hectare de sol, qui se mesure en (Tonnes/hectares).
Ce rendement dépend de la zone de plantation (Z), la variété (P) et la période de récolte (T1).
- ❖ $Smax_z$: La surface maximale de plantation de pomme de terre dans la zone désirée.
Elle dépend de la zone de plantation (Z).
Dans notre étude on a découpé chaque zone sur quatre parties de plantation, on plante les semences sur une zone unique de ces quatre pour une durée de six mois pendant que les autres zones restent libres. Ensuite la deuxième plantation se fait dans une des zones qui ont été libre et on fait la rotation selon ce principe.
- ❖ $Smin_z$: La surface minimale de plantation de pomme de terre dans la zone désirée qu'il faut respecter pour attendre la demande du marché du gros.
Elle dépend de la zone de plantation (Z), ainsi on fait la rotation de même principe.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.4.4 La fonction objective :

Dans notre étude on a décidé de faire une planification d'une année, cette planification nous permettre de réduire au minimum les charges qui pourraient se produire tout au long de la chaîne d'approvisionnement, tels que le prix du transport, le prix d'achat et les frais d'entreposage.

En même temps on cherche à satisfaire la demande de marché de gros d'une manière efficace ce qui signifie que nous cherchons à déterminer la quantité exacte planter qui nous permet de satisfaire la demande de marché de gros.

Le but de la fonction objective de notre modèle mathématique est de maximiser le coût de revient de la chaîne logistique de pomme de terre conçus tout en minimisant les charges qui se produire.

$$Z = \max (\text{le profit} - \text{les charges})$$

$$Z = \max (\text{le profit} - (\text{les couts de transports} + \text{le prix d'achat} + \text{le prix de stockage}))$$

$$\begin{aligned} Z = \text{MAX} & \left(\sum_s^{is} \sum_p^{ip} \sum_c^{ic} \sum_{t2}^{it2} Q_{S_{spct2}} * PV_{pct2} \right. \\ & - \left(\sum_z^{iz} \sum_s^{is} \sum_p^{ip} \sum_c^{ic} \sum_{t1}^{it1} (QA_{zspct1} * (CT_{zs} + PA_{pct1})) \right. \\ & \left. \left. + \sum_s^{is} \sum_p^{ip} \sum_c^{ic} \sum_{t1}^{it1} \sum_{t2}^{it2} \left(\sum_{t3=t1+1}^{t3=t2-1} PS_{t3} \right) * QD_{spct1t2} \right) \right). \end{aligned}$$

III.4.5 Les contraintes :

III.4.5.1 Au niveau de la zone de plantation z :

- a. Dans cette contrainte il faut spécifier que la surface de plantation ne dépasse pas la surface de plantation maximale disponible de la zone (Z).

$$\sum_p^{ip} \sum_{t1}^{it1} SR_{zpt1} \leq S_{max_z} \quad \forall z.$$

- b. La quantité récoltée de pomme de terre en plus de ces déchets de la zone (Z) doit être égale à la quantité réelle plantée dans cette zone.

$$QR_{zpct1} = SR_{zpt1} * PoC_{pc} * R_{zpt1}. \quad \forall z, \forall p, \forall c, \forall t1.$$

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.4.5.2 Au niveau de la zone de plantation (Z) vers la zone de stockage(S) « Régulation » :

- a. Cette contrainte dit que la somme de toutes les quantités de pomme de terre achetée depuis les zones de plantation (Z) doit être égale à la quantité totale récoltée des zones (Z).

$$\sum_S^{is} (QA_{zspct1}) = QR_{zpct1}. \quad \forall z, \forall p, \forall c, \forall t1.$$

- b. La somme de toutes les quantités achetées des zones de plantation (Z) doit être égale à la quantité de pomme de terre entrant dans les zones de stockage (S).

$$\sum_Z^{iz} (QA_{zspct1}) = QE_{spct1}. \quad \forall s, \forall p, \forall c, \forall t1.$$

III.4.5.3 Au niveau des zones de stockages (S) « Régulation » :

- a. La somme de toutes les quantités distribuées de pomme de terre pendant la période de vente (T2) doit être égale à la quantité totale d'entrée dans les zones de stockages (S).

$$\sum_{t2=t1}^{t2=t1+Dlp[p]} (QD_{spct1t2}) = QE_{spct1}. \quad \forall s, \forall p, \forall c, \forall t1.$$

- b. La somme de toutes les quantités de bons produits distribués dans la période de récolte (T1) jusqu'à la période de vente (T2) doit être égale à la quantité sortant depuis les zones de stockages (S) vers le marché de gros.

$$\sum_{t1=t2-Dlp[p]}^{t1=t2} (QD_{spct1t2} * PO_{pt1t2}) = QS_{spct2}. \quad \forall s, \forall p, \forall c, \forall t2.$$

- c. Cette contrainte représente la partie la plus importante du modèle mathématique car le but de celui-ci est d'atteindre la demande du client. Telle que la quantité sortie des zones de stockages (S) doit atteindre la demande du client.

Ce qui est préférable car si vous dépassez la demande, les pertes seront importantes dans le produit et il prendra de l'espace supplémentaire dans les entrepôts qui peut même endommager les pommes de terre dans cette zone.

$$QS_{spct2} \leq Dem_{spct2}. \quad \forall s, \forall p, \forall c, \forall t2.$$

- d. La somme des quantités récoltées dans les zones de plantation (Z) doit être égale à la Quantité entrant dans les zones de stockage (S).

$$\sum_S^{is} (QR_{zpct1}) = \sum_S^{is} (QE_{spct1}). \quad \forall p, \forall c, \forall t1.$$

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.5 CPLEX Studio IDE :

Nous devons traduire notre modèle mathématique en un langage de programmation, mais nous utilisons de préférence un solveur pour faciliter l'obtention de résultats et d'une manière beaucoup plus rapide. Il existe beaucoup de solveurs dans ce domaine.

Nous avons choisi Prolog III (CPLEX Studio IDE) en raison de la simplicité et ces hautes performances et de la familiarité qu'il possède.

III.5.1 Introduction :

< CPLEX > est un outil informatique d'optimisation commercialisé par IBM depuis son acquisition de l'entreprise française ILOG en 2009. Son nom fait référence au langage C et à l'algorithme du simplexe. Il est composé d'un exécutable (CPLEX interactif) et d'une bibliothèque de fonctions pouvant s'interfacer avec différents langages de programmation. <CPLEX > est un des solveurs les plus performants du marché pour résoudre des problèmes de programmation linéaire LP et la programmation linéaire en nombre entier PLNE de grande taille. Il utilise l'arithmétique flottante pour effectuer ses différents algorithmes et l'utilisateur a accès à certains leviers pour changer les paramètres des algorithmes, mais ça reste une boîte noire.

Programmation linéaire PL Un programme linéaire est un problème d'optimisation qui consiste à optimiser une fonction linéaire de n variables réelles, x_j ($j = 1, \dots, n$) liées entre elles par des équations ou inéquations linéaires appelées contraintes. La programmation linéaire consiste en la détermination de l'optimum (minimum ou maximum) d'un programme linéaire. En 1947, Dantzig découvrit l'algorithme du simplexe [3], qui s'est imposé depuis comme principal outil de résolution des programmes linéaires. Cet algorithme eut un retentissement extraordinaire dans le domaine de l'optimisation et engendra de nombreux développements théoriques, informatiques et pratiques. La programmation linéaire est devenue ainsi, l'un des plus importants outils de modélisation en recherche opérationnelle. C'est aussi la source des principales méthodes avancées de la programmation mathématique, qui permettent de résoudre les programmes quadratiques, entiers, stochastiques, etc.

IBM ILOG CPLEX Optimisation Studio regroupe un ensemble d'outils pour la programmation mathématique et la programmation par contraintes. Il associe :

- Un environnement de développement intégré (Integrated Development Environment - IDE) nommé CPLEX Studio IDE (sous Windows) ou oplide (sous Linux),
- Un langage de modélisation : le langage OPL (Optimization Programming Language),
- Deux solveurs : IBM ILOG CPLEX pour la programmation mathématique (résolution de programmes linéaires en nombres fractionnaires, mixtes ou entiers et de programmes quadratiques) et IBM ILOG CP Optimizer pour la programmation par contraintes. Par défaut c'est le solveur <CPLEX > qui est activé.

Le langage utilisé dans Cplex Studio IDE est OPL (Optimization Programming Language). Il s'agit d'un langage de modélisation qui permet d'écrire facilement des programmes linéaires (ou quadratiques) grâce à une syntaxe proche de la formulation mathématique. Par ailleurs OPL offre à l'utilisateur la possibilité de séparer le modèle des données, de ce fait un même modèle peut être facilement testé avec différents jeux de données.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

OPL fonctionne par projets : pour résoudre un modèle l'utilisateur doit créer un projet OPL dans CPLEX Studio IDE qui doit contenir au minimum un fichier "modèle" et un fichier de "configuration d'exécution". En effet chaque projet est constitué de plusieurs types de fichiers :

- Un fichier modèle (.mod) qui contient le modèle à résoudre,
- Un fichier de données (*facultatif*) qui contient les données pour un modèle,
- Un fichier de paramètres (.ops) (*facultatif*) qui permet de paramétrer le solveur CPLEX,
- Un fichier de configuration d'exécution (.oplproject) qui indique à l'IDE ce qu'il doit faire quand l'utilisateur demande l'exécution du projet. C'est à dire quel est le modèle à résoudre et quels sont les paramètres et les données (s'il y en a).

La section suivante montre comment créer un projet pour résoudre un petit problème linéaire à 2 variables.

III.5.2 Création du projet et du modèle :

Tout d'abord il faut créer un projet OPL dans lequel on pourra définir notre modèle.

Pour cela dans <CPLEX > Studio il faut cliquer sur Fichier / Nouveau / Projet OPL. Une fenêtre s'ouvre: entrez un nom de projet, choisissez son emplacement (dossier parent) et cochez "Création d'UN modèle" ainsi que "ajouter une configuration d'exécution par défaut".

III.5.2.1 Exemple :

Variables x et y sont des nombres réels

Fonction objective :

$$\text{Minimiser } 3x + 2y$$

Les contraintes :

$$x - y \geq 5$$

$$3x + 2y \geq 10$$

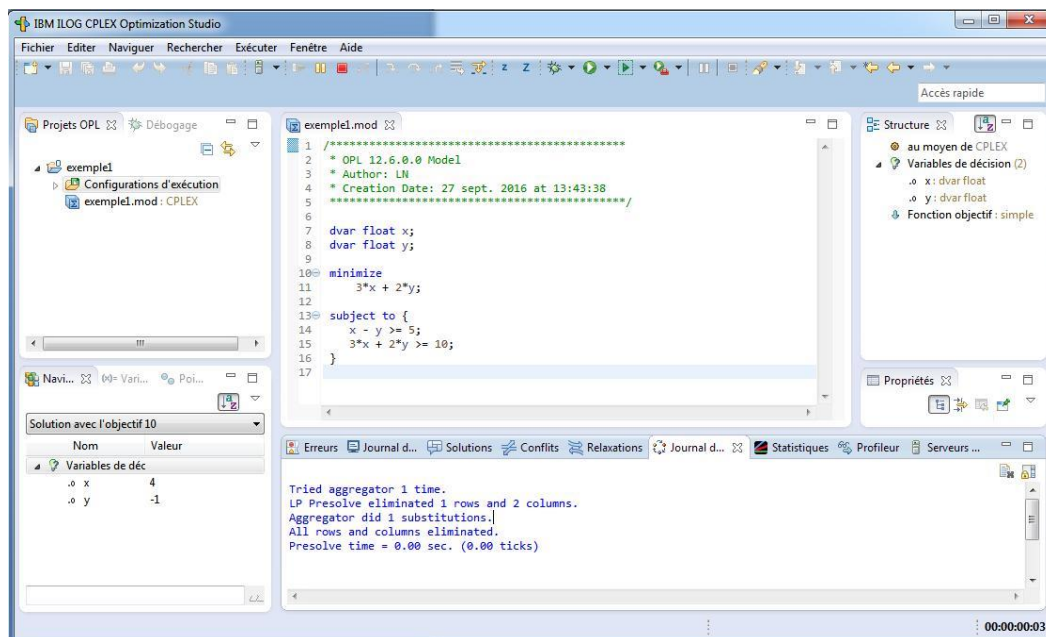



Figure III-1 : Exécution de l'exemple.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.5.2.2 Résolution :

Pour lancer la résolution il faut faire un clic droit sur "Configuration d'exécution" dans l'onglet Projets OPL situé à gauche de la fenêtre principale puis "exécuter / configuration d'exécution

Par défaut". Le bouton exécuter  dans la barre d'outils permet de lancer une nouvelle fois la dernière configuration exécutée.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6 La méthodologie de l'insertion des data :

III.6.1 Le choix des zones :

Le choix des zones que nous avons choisi pour notre recherche a été fait sur la base des données réelles de production de pomme de terre dans l'Algérie. Nous avons décidé d'inclure les zones qui ont un excédent de production, ce qui signifie qu'elles peuvent couvrir leur propre demande et ont encore un excédent de pommes de terre en grande quantité qui peut couvrir d'autres wilayas si nécessaire.

Le tableau suivant indique la production annuelle de pomme de terre ainsi que la consommation, excédent et déficit et la population pour des différentes wilayas productrices en Algérie.

Wilaya	Production (2017)	Population estimée (2017)	Consommation estimée (2017)	Excédent (quintaux)	Déficit (quintaux)
EL OUED	11 530 000	870 000	852 224	10 677 776	
AIN DEFLA	5 093 440	930 000	910 998	4 182 442	
MOSTAGANEM	4 399 760	900 000	881 611	3 518 149	
MASCARA	3 464 010	990 000	969 772	2 494 238	
BOUIRA	1 452 530	785 000	768 961	683 569	
BATNA	371 250	1 368 000	1 340 049		968 799
BEJAIA	29 990	1 040 000	1 018 751		988 761
BLIDA	286 305	1 306 000	1 279 316		993 011
CONSTANTINE	30 400	1 138 000	1 114 748		1 084 348
TIZI.OUZOU	130 170	1 270 000	1 244 051		1 113 881
M'SILA	134 400	1 290 000	1 263 643		1 129 243
SETIF	541 543	1 832 000	1 794 568		1 253 025
ORAN	33 893	1 820 000	1 782 814		1 748 921
ALGER	354 140	3 700 000	3 624 401		3 270 261
TOTAL	41 342 662	42 205 000	41 342 662		

Source : MADRP-DRDPA

Tableau III-4 : La production annuelle de pomme de terre ainsi que la consommation, excédent et déficit et la population pour des différentes wilayas productrices en Algérie^[78].

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.2 Les wilayas choisies sont :

➤ EL OUED :



Figure III-2 : La carte de la wilaya EL OUED.

➤ AIN DEFLA :



Figure III-3 : La carte de la wilaya AINDEFLA.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

➤ MOSTAGANEM :



Figure III-4 : La carte de la wilaya de MOSTAGANEM.

➤ MASCARA :



Figure III-5 : La carte de la wilaya de MASCARA.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

➤ BOUIRA :



Figure III-6 : La carte de la wilaya de BOUIRA.

III.6.3 Schéma descriptif des zones de la plantation, le stockage et la distribution de la pomme de terre entre les wilayas :

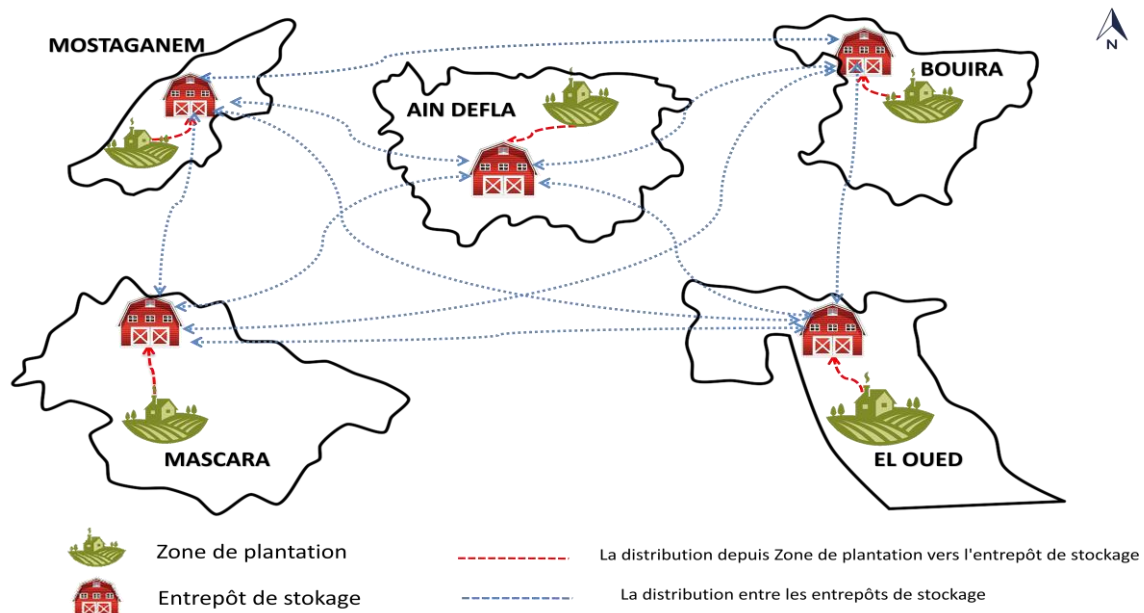


Figure III-7 : Schéma descriptif de notre concept de la chaîne logistique de la pomme de terre en Algérie.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.4 Les surfaces de plantation maximale (S_{max_z}) :

La surface de la plantation est un facteur important à prendre en compte lors de l'insertion des données, Nous avons choisi ces valeurs de surfaces dans le but de satisfaire la demande.

Les surfaces maximales de plantation de pomme de terre dans les zones désirées sont les suivants :

Les zones de plantation	MASCARA	MOSTAGANEM	AIN DEFLA	BOUIRA	EL OUED
Value	50000	40000	60000	30000	90000

Tableau III-5 : La surface maximale de plantation (S_{max_z}).

III.6.5 Les prix unitaires de stockage (PS_{t3}) :

Le prix du stockage est un élément important des charges qui se produisent dans le cycle de vie de la pomme de terre, ces prix ne sont pas toujours les mêmes tout au long de l'année et peuvent fluctuer de temps en temps. Nous devons donc prendre cela en considération dans nos travaux de recherche. À l'aide de recherches sur le terrain et de documentation, nous avons pu obtenir une estimation approximative de ces coûts.

Notre unité de mesure est la tonne, nous avons donc procédé à une estimation du prix du stockage d'une tonne de pomme de terre par 15 jours.

Il est à noter que les frais de stockage de sécurité de la pomme de terre de consommation en vrac sont évalués à 1,2 DA /kg par mois, le stockage en filet et en palox pour les stocks de régulation est fixé à 1,80 DA/kg /mois.

Alors 1 tonne de pomme de terre de stockage pendant 15 jours se varie entre 600DAet900DA.

Les prix unitaires du stockage d'un tonne de pomme de terre pendant chaque période de stockage sont représentés dans le tableau ci-dessous :

T3	1/2 janvier	2/2 janvier	1/2 février	2/2 février	1/2 mars	2/2 mars	1/2 avril	2/2 avril	1/2 mai	2/2 mai	1/2 juin	2/2 juin
Value	800	700	600	700	900	700	600	900	900	600	700	600

T3	1/2 juillet	2/2 juillet	1/2 août	2/2 août	1/2 septembre	2/2 septembre	1/2 octobre	2/2 octobre	1/2 novembre	2/2 novembre	1/2 décembre	2/2 décembre
Value	600	800	600	800	700	600	900	700	800	800	900	600

Tableau III-6 : Le prix du stockage unitaire d'un tonne (PS_{t3}).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.6 Le Pourcentage d'un calibre ($PoC_{p,c}$) :

Le pourcentage d'un bon calibre signifie la quantité de pommes de terre que vous obtiendrez de chaque catégorie en termes de taille, dans notre exemple de recherche, nous avons choisi d'avoir trois types de tailles différentes (Petit, Moyenne, Grand).

Les pommes de terre ont de nombreuses formes et tailles, à cause de la variété, les conditions de plantation et même les conditions de stockage. Ces différences influencent directement le prix et c'est pourquoi il est nécessaire d'ajouter ces éléments tangibles au programme pour plus de précision.

On générale les calibres d'une variété seront 40% de taille petit et 30% de taille moyen et 30% de taille grande. Le pourcentage de chaque calibre selon ça variété précise est représenter par le tableau suivant :

CA\VA	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA
Taille petit	0.4	0.4	0.4	0.4
Taille moyenne	0.3	0.3	0.3	0.3
Taille grands	0.3	0.3	0.3	0.3

Tableau III-7 : Le pourcentage d'un calibre(C) selon la variété (P) ($PoC_{p,c}$).

III.6.7 Les couts de transport ($CT_{z,s}$) :

Le prix du transport est la principale source des frais qui se produisent dans notre chaîne logistique de pommes de terre.

Pour estimer le prix du transport nous avons utilisé « google maps » pour déterminer les distances entre les zones de plantations et les zones de stockage dans chaque wilaya, Ensuite après avoir examiné de nombreuses sources, nous avons opté pour une tarification simple de 1000 DA pour 100 Km par camion.

Les couts de transport depuis chaque zone de plantation vers chaque zone de stockage sont représentés au tableau suivant :

ZP\ZP	MASCARA	MOSTAGANEM	AIN DEFLA	BOUIRA	EL OUED
MASCARA	0	8000	22500	46100	79600
MOSTAGANEM	8000	0	20300	42500	89000
AIN DEFLA	22500	20300	0	20700	72200
BOUIRA	46100	42500	20700	0	53400
EL OUED	79600	89000	72200	53400	0

Tableau III-8 : Le cout de transport depuis les zones de plantation (Z) vers les zones de stockage (S) ($CT_{z,s}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.8 Durée maximale de stockage (DL_p) :

Le cycle de vie des pommes de terre est en constante évolution depuis le moment de la récolte jusqu'à l'arrivée au domicile du consommateur final, le stockage réfrigéré ralentit le processus mais ne le suspend pas. C'est pourquoi chaque variété de pomme de terre a une certaine période de stockage que nous ne devons pas dépasser, qui dépend d'une multitude de conditions.

La durée maximale de stockage signifie le temps pendant lequel les pommes de terre peuvent rester dans les entrepôts de stockage sans qu'aucun défaut de qualité ou de calibre ne se produise. Ce qui signifie que le produit est conservé dans une bonne qualité et prêt à être commercialisé.

Généralement la durée de stockage de chaque variété de pomme de terre a sa propre durée maximale de stockage, et ces valeurs se varient d'un mois et demi jusqu'à 3 mois. Dans le cadre de nos recherches, nous avons choisi les valeurs suivantes comme une estimation approximative pour chaque variété utilisée dans le programme.

Le tableau suivant représente la durée de stockage maximale pour chaque variété.

Les variétés	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA
Valeur	3(1/2)	6(1/2)	5(1/2)	4(1/2)

Tableau III-9 : La durée maximal de stockage (DL_p).

III.6.9 Le pourcentage de bonne qualité ($PO_{p,t1,t2}$) :

La pomme de terre est soumise à de nombreuses opérations tout au long de sa chaîne logistique, à partir du moment de la récolte, elle est exposée à diverses procédures de manipulation qui peuvent influencer la qualité de ces pommes de terre. On peut donc anticiper certaines pertes de la quantité initiale récoltée.

De plus, lorsque ces quantités atteignent les entrepôts, une autre série de manipulations aura lieu afin de les entreposer et des pertes supplémentaires se produisent également au cours de cette étape. Et enfin, lorsque le moment viendra pour transporter ces quantités, nous pouvons prévoir d'autres pertes supplémentaires.

Il est donc essentiel de prendre en considération ces variables dans la structure de notre recherche. Il faut également noter que certaines variétés de pommes de terre sont plus susceptibles à ces pertes que d'autres, sur la base de ces informations nous avons fait quelques estimations approximatives de la bonne qualité de chaque variété sous la forme d'un pourcentage de bons produits.

Pour l'insertion des données on a créé un simple programme de lagunage python, on a importé la bibliothèque « Random.uniform » et créé une liste de tableaux afin de construire le tableau général.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

```
import random
def generate(boundaries):
    list_4 = []
    for a in range(1,2):
        list_3 = []
        for b in range(1):
            list_2 = []
            for c in range(24):
                list_1 = []
                for d in range(24):
                    list_1.append(round(random.uniform(boundaries[a][0],boundaries[a][1]),2))
                list_2.append(list_1)
            list_3.append(list_2)
        list_4.append(list_3)
    return list_4
boundaries = {1:[0.95,0.99]}
print(generate(boundaries))
```

Figure III-8 : code python pour l’insertion des donnés de $PO_{p,t1,t2}$.

Les pourcentages de pomme de terre qui sont en bonne qualité en considérant la période de récolte (T1) et la période de vente (T2) de toutes les variétés confondues sont représenté au tableau suivant :

Désirée	Fabula	Kondor	Spunta
0.84—0.89	0.95—0.99	0.91—0.95	0.93—0.96

Tableau III-10 : Les pourcentages de pomme de terre qui sont en bonne qualité ($PO_{p,t1,t2}$)

III.6.10 Le prix d’achat ($PA_{p,c,t1}$) :

Le prix d'achat initial depuis la zone de plantation après la récolte est un facteur qui est directement décisif pour la détermination de prix final des pommes de terre qui arrivent sur les marchés. Nous pouvons considérer ce prix comme la base du processus de tarification, une fois que les fournisseurs ont acheté les pommes de terre, ils sont confrontés à des frais supplémentaires qui influencent le prix sur le marché final.

C'est pourquoi il est important que le prix d'achat initial ne soit pas trop élevé, de façon à ce que, même en ajoutant les frais supplémentaires (transport, manipulation, stockage...) il soit toujours abordable pour les consommateurs à la fin de la chaîne logistique.

Le prix des pommes de terre peut varier en fonction d'une multitude de raisons, telles que les conditions de plantation, le calibre, mais surtout le prix dépend de la variété. Dans le cadre de nos recherches, nous avons proposé une série des prix pour chacune des variétés utilisées dans notre

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

programme, ces valeurs ont été établies pour garantir que le prix final des pommes de terre dans les marchés soit un prix raisonnable dans la zone de 40 à 45 DA/Kg.

Pour l'insertion des données on a créé un simple programme de lagunage python, on a importé la bibliothèque « random.randint » et créé une liste de tableaux afin de construire le tableau générale.

```
import random
def generate(boundaries):
    list_4 = []
    for a in range(1,6):
        list_3 = []
        for b in range(4):
            list_2 = []
            for c in range(3):
                list_1 = []
                for d in range(24):
                    list_1.append(random.randint(boundaries[a][0],boundaries[a][1]))
                list_2.append(list_1)
            list_3.append(list_2)
        list_4.append(list_3)
    return list_4
boundaries = {1:[21000,25000],2:[29000,33000],3:[24000,29000],4:[28000,32000]}
print(generate(boundaries))
```

Figure III-9 : code python pour l'insertion des données de $(PA_{p,c,t})$.

Les prix d'achat de pomme de terre depuis les zones de plantation de chaque variété et chaque calibre dans des différents périodes tout au long de l'année sont représenté par le tableau suivant :

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands
1/2 janvier	22300	22700	23900	32900	31500	31000	28400	27900	25100	28100	30500	29800
2/2 janvier	21800	22300	24700	30000	30700	32500	27000	28100	28800	30900	28600	28500
1/2 février	24100	24200	21100	32400	32100	32800	25900	26400	28800	31600	31100	28900
2/2 février	22100	21700	21700	31000	33000	29100	26100	27100	26400	29300	30000	29400
1/2 mars	23000	24900	23700	31100	30200	31000	24000	26900	28100	31900	28200	30000
2/2 mars	23100	24900	24600	30000	30500	30300	25200	29000	27300	28000	30800	31000
1/2 avril	22100	22000	23500	32600	30400	30800	28200	26800	26300	29700	32000	30800
2/2 avril	24900	22100	23200	30200	30000	30200	26200	26200	24900	31100	28000	32000
1/2 mai	25000	23600	22700	30200	29200	29100	28800	28800	24000	29000	31900	29800
2/2 mai	22200	24600	21900	30200	29800	30200	24100	24200	24300	31600	30400	30100
1/2 juin	23500	21400	22900	29600	31400	32400	24500	26600	28000	31800	28900	29900
2/2 juin	24200	25000	24000	30900	32500	31600	25500	27700	28600	30400	28100	29400
1/2 juillet	23800	24100	21000	30800	29100	31000	26800	25000	25300	30800	30300	29700
2/2 juillet	23300	24800	23400	30900	31500	32500	24700	27100	27700	28500	31300	29100
1/2 août	21300	24800	22800	31400	31500	33000	26700	27100	26900	30800	29500	28600
2/2 août	24400	21400	23700	29600	31000	31700	26900	28500	28500	31900	30300	29800
1/2 septembre	21500	21000	24100	31800	29900	31800	27700	24700	24800	29300	30500	29900
2/2 septembre	24000	24200	23200	29700	29300	30900	24100	25600	25500	31000	29200	29800
1/2 octobre	21400	22900	23500	29400	33000	29000	28600	25600	26400	30800	29500	29000
2/2 octobre	24600	21300	24100	31300	32900	29100	24800	26900	24200	31800	30100	30400
1/2 novembre	22200	23600	22200	29800	31000	30600	28600	28400	24300	28500	30400	31000
2/2 novembre	24300	23600	24800	31300	32300	30500	24300	27100	25500	32000	31500	28200
1/2 décembre	23400	21100	24700	31000	31300	31700	28400	24400	25500	30100	28300	29700
2/2 décembre	21300	22100	21000	31100	31400	30100	28100	27800	26100	29200	31300	31200

Tableau III-11 : Le prix d'achat de pomme de terre (PA_{p,c,t1}).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.11 Le prix de vente ($PV_{p,c,t2}$) :

Le prix de vente est l'avant dernière étape avant que les pommes de terre soient à la portée des consommateurs, et comme nous avons commencé avec un prix d'achat relativement bas, le prix de vente suivra. Même avec les frais supplémentaires qui se produiront, nous serons toujours dans une marge raisonnable.

Après que les pommes de terre passent un certain temps dans les entrepôts de stockage, nous passons à l'étape suivante, qui consiste à recevoir les ordres de vente. À ce moment, ils sont manipulés pour être transportés vers les marchés de gros afin d'être vendus au consommateur final.

Comme nous l'avons déjà mentionné, certains frais supplémentaires sont facturés pendant cette période, ce qui signifie que les prix vont augmenter. Dans le cadre de notre étude, nous avons fait quelques estimations sur ces frais supplémentaires et leurs réflexions sur le prix de vente. Nous avons compilé une nouvelle série de prix pour chaque variété utilisée dans notre programme et nous avons obtenu les résultats suivants.

Pour l'insertion des données on a créé un simple programme de laguage python, on a importé la bibliothèque « random.randint » et créé une liste de tableaux afin de construire le tableau générale.

```
import random
def generate(boundaries):
    list_4 = []
    for a in range(1,6):
        list_3 = []
        for b in range(4):
            list_2 = []
            for c in range(3):
                list_1 = []
                for d in range(24):
                    list_1.append(random.randint(boundaries[a][0],boundaries[a][1]))
                list_2.append(list_1)
            list_3.append(list_2)
        list_4.append(list_3)
    return list_4
boundaries = {1:[26000,29000],2:[34000,39000],3:[30000,33000],4:[33000,39000]}
print(generate(boundaries))
```

Figure III-10 : Code python pour l'insertion des données de ($PV_{p,c,t2}$).

Les prix de vente de pomme de terre depuis les zones de stockage vers les marchés de gros de chaque variété et chaque calibre dans des différentes périodes tout au long de l'année sont représenté par le tableau suivant :

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands
1/2 janvier	27000	26900	27900	37900	38500	38500	32800	32500	30800	37800	33700	35000
2/2 janvier	27100	27500	28600	35300	38400	37100	31400	31300	31000	33800	33300	36800
1/2 février	26600	28700	26900	36900	35600	37900	30800	32900	30000	33000	35600	35700
2/2 février	28700	28800	27100	37100	38500	38800	31100	30100	32500	34800	34300	33700
1/2 mars	27000	26700	28200	36200	34700	35100	30200	32000	32800	36900	36300	34400
2/2 mars	28800	28400	26500	35100	34100	37800	32000	30300	32900	33500	33000	33200
1/2 avril	26400	26400	26000	38800	34700	38000	31900	31300	32100	33900	35800	36300
2/2 avril	26500	26000	28700	38500	38800	36500	30000	31500	31000	33800	37900	35600
1/2 mai	28700	26500	26000	36900	37800	38200	32900	30100	31300	33600	35500	36300
2/2 mai	27300	26000	28900	34200	38700	38600	32600	30600	30800	34900	36300	34700
1/2 juin	27800	27000	27200	38800	35800	38500	30300	31700	30500	34900	34500	37700
2/2 juin	27300	28600	29000	35300	34900	35200	31100	30400	30700	35300	34500	33500
1/2 juillet	28500	26200	27800	35100	35600	34400	30100	33000	31900	37800	37300	35700
2/2 juillet	28700	28700	27400	34400	38900	34800	32300	30400	31100	36600	33500	37500
1/2 août	28700	26000	27700	34600	37500	39000	31800	30200	32900	33600	36800	33500
2/2 août	29000	28500	27100	38200	39000	37400	31100	30400	32700	37300	34300	35800
1/2 septembre	26500	28600	27500	36400	35900	36600	32800	33000	30900	36500	33200	38000
2/2 septembre	27200	28900	28200	35000	35100	34500	32200	31200	32700	35200	37400	37500
1/2 octobre	26200	29000	26900	36800	36900	36400	32100	31100	33000	34700	34500	36200
2/2 octobre	28600	26900	27400	36400	36500	34900	31000	31300	30100	37100	37200	35300
1/2 novembre	27400	26300	27400	36900	38600	36000	31900	32100	31500	34200	36100	36600
2/2 novembre	27300	28600	26300	37800	38700	36100	30900	32800	32600	38000	34000	34000
1/2 décembre	26000	28800	28300	38200	37100	36000	31600	30300	30800	36700	35600	37500
2/2 décembre	26100	27700	28200	38800	35400	36000	31900	32300	30900	33100	33300	34800

Tableau III-12 : Le prix de vente de pomme de terre (PV_{p,c,t}).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.6.12 Le rendement ($R_{z,p,t1}$) :

Le rendement est l'un des facteurs les plus importants à prendre en compte lors du commencement de la culture de la pomme de terre, Le rendement potentiel est le rendement maximal d'une espèce donnée qui peut être obtenu dans les conditions existantes de densité de flux de rayonnement solaire, la qualité de sol, les conditions climatiques... etc.

En générale dans l'Algérie la production de saison commence dans le mois d'Avril jusqu'à Octobre et elle a le plus grand rendement. La production de l'arrière-saison commence de novembre jusqu'à Avril avec un rendement un petit moins de la production de saison. La production de primeur commence de Janvier jusqu'à Mai et elle a le plus petit rendement.

En plus de ça chaque wilaya possède un rendement différent due au la qualité de sol et les conditions climatiques. Dans le cadre de nos recherches, nous avons effectué une estimation des rendements de chacune des wilayas sélectionnées.

Les rendements de pomme de terre d'un hectare de sol dans les zones de plantation de MASCARA et MOSTAGANEM pour chaque variété plantée dans ces zones aux différents périodes tout au long de l'année sont représentés au tableau suivant :

(T1\VA)\ZS	S_MASCARA				S_MOSTAGANEM			
T1\VA	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA
1/2 janvier	40	40	40	40	48	48	48	48
2/2 janvier	40	40	40	40	48	48	48	48
1/2 février	30	30	30	30	40	40	40	40
2/2 février	30	30	30	30	40	40	40	40
1/2 mars	0	0	0	0	13	13	13	13
2/2 mars	0	0	0	0	13	13	13	13
1/2 avril	0	0	0	0	9	9	9	9
2/2 avril	0	0	0	0	9	9	9	9
1/2 mai	28	28	28	28	32	32	32	32
2/2 mai	28	28	28	28	32	32	32	32
1/2 juin	41	41	41	41	48	48	48	48
2/2 juin	41	41	41	41	48	48	48	48
1/2 juillet	50	50	50	50	52	52	52	52
2/2 juillet	50	50	50	50	52	52	52	52
1/2 août	21	21	21	21	24	24	24	24
2/2 août	21	21	21	21	24	24	24	24
1/2 septembre	16	16	16	16	16	16	16	16
2/2 septembre	16	16	16	16	16	16	16	16
1/2 octobre	10	10	10	10	13	13	13	13
2/2 octobre	10	10	10	10	13	13	13	13
1/2 novembre	0	0	0	0	3	3	3	3
2/2 novembre	0	0	0	0	3	3	3	3
1/2 décembre	0	0	0	0	44	44	44	44
2/2 décembre	0	0	0	0	44	44	44	44

Tableau III-13 : Le rendement d'un hectare de MASCARA et MOSTAGANEM ($R_{z,p,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Remarque :

Ici nous avons seulement présenté la wilaya de MASCARA et MOSTAGANEM pour éviter la redondance car le but est juste de montrer la méthodologie utilisée dans la saisie des données.

Toutes les autres données seront disponibles dans un fichier Excel.

III.6.13 La demande ($Dem_{s,p,c,t2}$) :

L'évaluation de la demande dans une économie est l'une des variables décisionnelles les plus importantes qu'une entreprise doit analyser si elle veut survivre et se développer sur un marché concurrentiel. Le système de marché est régi par les lois de l'offre et de la demande, qui déterminent les prix des biens et des services.

La demande est la contrainte la plus importante de la saisie des données considérant que le but du programme et de notre recherche est de satisfaire la demande du marché. L'estimation était basée sur les statistiques réelles de la consommation annuelle de pommes de terre en Algérie dans les différentes wilayas.

Ces valeurs sont établies comme suit :

$$\text{La demande de deux semaines} \approx \frac{\text{la consommation annuel de la wilaya}}{12\text{mois} \times 2 \text{ semaines} \times 4\text{variétés} \times 3\text{calibres}}$$

Pour l'insertion des données on a créé un simple programme de lagunage python, on a importé la bibliothèque « random.randint » et créé une liste de tableaux afin de construire le tableau générale.

```
import random
def generate(boundaries):
    list_4 = []
    for a in range(1,6):
        list_3 = []
        for b in range(4):
            list_2 = []
            for c in range(3):
                list_1 = []
                for d in range(24):
                    list_1.append(random.randint(boundaries[a][0],boundaries[a][1]))
                list_2.append(list_1)
            list_3.append(list_2)
        list_4.append(list_3)
    return list_4
boundaries = {1:[320,350],2:[280,310],3:[290,320],4:[250,280],5:[270,310]}
print(generate(boundaries))
```

Figure III-11 : Code python pour l'insertion des données de ($Dem_{s,p,c,t2}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

La demande de pomme de terre du marché de gros EL OUED selon les variétés DESIRÉE, FABULA, KONDOR et SPUNTA et ces différents calibres dans des différentes périodes tout au long de l'année sont représentés au tableau suivant :

(T2\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T2\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	277	272	300	276	306	300	307	290	270	270	298	286
2/2 janvier	275	298	281	307	309	296	305	296	279	277	275	296
1/2 février	274	275	276	292	283	277	301	274	284	282	289	303
2/2 février	293	273	299	275	303	282	310	303	275	289	303	273
1/2 mars	292	296	290	300	279	310	294	308	304	270	301	283
2/2 mars	305	295	296	307	271	272	281	297	296	307	307	287
1/2 avril	284	294	283	296	270	276	308	294	290	301	306	280
2/2 avril	307	299	287	310	280	277	288	281	279	297	298	298
1/2 mai	272	275	301	299	283	270	304	279	308	292	290	281
2/2 mai	275	286	298	304	295	303	278	290	281	293	292	297
1/2 juin	287	274	280	282	270	295	297	278	287	278	299	295
2/2 juin	285	288	292	281	300	271	295	292	294	274	309	273
1/2 juillet	287	302	294	301	304	300	299	271	300	274	279	281
2/2 juillet	275	284	271	289	299	308	274	287	276	293	280	272
1/2 août	308	306	299	305	298	292	304	309	275	306	270	299
2/2 août	287	270	288	304	272	300	309	276	278	275	292	279
1/2 septembre	297	281	303	304	292	298	281	271	300	300	279	282
2/2 septembre	278	302	281	293	282	283	298	281	295	293	282	300
1/2 octobre	275	290	285	289	290	284	294	293	299	276	282	280
2/2 octobre	281	283	287	289	283	272	284	298	287	292	297	292
1/2 novembre	291	298	276	293	296	278	303	304	291	296	287	298
2/2 novembre	271	276	305	283	278	293	273	280	304	286	293	283
1/2 décembre	275	275	295	310	288	289	270	295	290	299	286	287
2/2 décembre	270	284	276	287	290	301	308	291	307	279	275	293

Tableau III-14 : La demande de pomme de terre d'EL OUED (Dem_{s,p,c,t2}).

Remarque :

De la même manière ici, nous avons choisi de ne présenter que la demande de la wilaya du mascara et seulement avec les variétés de pommes de terre.

Toutes les autres données seront disponibles dans un fichier Excel.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7 Les résultats d'exécution :

III.7.1 L'exécution de programme dans CPLEX Studio IDE :

Après la vérification de toutes les contraintes, le solveur nous donne ces valeurs :

```
// solution (optimal) with objective 1328218797.14766
// Quality Max. unscaled (scaled) bound infeas.      = 9.09495e-013 (9.09495e-013)
// Max. unscaled (scaled) reduced-cost infeas. = 7.27596e-012 (7.27596e-012)
// Max. unscaled (scaled) Ax-b resid.      = 2.88765e-011 (2.88765e-011)
// Max. unscaled (scaled) c-B'pi resid.    = 1.45519e-011 (1.45519e-011)
// Max. unscaled (scaled) |x|              = 2398.11 (2398.11)
// Max. unscaled (scaled) |slack|          = 80970.8 (80970.8)
// Max. unscaled (scaled) |pi|             = 38259.4 (113676)
// Max. unscaled (scaled) |red-cost|       = 44976.9 (44976.9)
// Condition number of scaled basis        = 1.2e+004
```

Figure III-12 : Exécution du modèle.

III.7.1.1 Les statistiques de programme :

Statistic	Value
▲ Cplex	solution (optimal) with objective 1328218797.14766
Constraints	8933
▲ Variables	46561
Other	46561
Non-zero coefficients	41874
Iterations	6644

Figure III-13 : La complexité de programme.

III.7.1.2 La nature de ce modèle est :

Programmation Linéaire Mathématiques en Nombre Entier.

III.7.1.3 La solution optimale est :

Le cout de revient de la chaîne logistique de pomme de terre après l'exécution de programme est :

132 821 8797.14 DA.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2 Les variables de décision :

III.7.2.1 La surface de plantation ($SR_{z,p,t1}$) :

Les surfaces de plantation nécessaires pour atteindre la demande de marché EL OUED selon chaque variété dans la zone de plantation aux différents périodes tout au long de l'année sont représenté au tableau suivant :

T1\VA	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA
1/2 janvier	4,61	11,67	13,84	10,92
2/2 janvier	11,06	13,61	2,73	7,50
1/2 février	7,69	0	8,31	6,93
2/2 février	17,78	6,99	8,61	8,56
1/2 mars	15,37	18,86	91,94	42,86
2/2 mars	0	37,20	0	42,40
1/2 avril	84,95	11,78	27,17	13,71
2/2 avril	41,52	43,21	38,57	52,71
1/2 mai	3,27	35,48	9,14	21,27
2/2 mai	26,37	4,03	19,90	2,88
1/2 juin	8,16	7,25	5,16	1,93
2/2 juin	0	0	0	11,50
1/2 juillet	9,33	6,53	13,00	0
2/2 juillet	0	4,32	8,97	8,05
1/2 août	11,05	0	0	11,23
2/2 août	11,71	17,49	0	6,86
1/2 septembre	24,71	4,84	33,30	30,63
2/2 septembre	5,03	31,14	13,53	4,91
1/2 octobre	34,90	29,87	8,12	38,78
2/2 octobre	27,94	12,02	31,48	0,17
1/2 novembre	174,90	171,10	94,90	154,80
2/2 novembre	31,90	35,26	152,20	91
1/2 décembre	0	90,60	194,40	178,80
2/2 décembre	0	184,10	0	118,40

Tableau III-15 : La surface de plantation de pomme de terre EL OUED ($SR_{z,p,t1}$).

Exemple :

La surface de plantation nécessaire pour atteindre la demande de marché dans la période (15-29 Février) est de : 17.78 tonnes de variété DESIREE, 6.99 tonnes de FABULA, 8.61 tonnes de KONDOR et 8.56 tonnes de SPUNTA.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2.2 La quantité récolté ($QR_{z,p,c,t1}$):

Les quantités de pomme de terre récoltée depuis la zone de plantation EL OUED selon les différentes variétés et leurs différents calibres dans tous les périodes tout au long de l'année sont représentées aux tableaux suivants :

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	325	320	0	287	630	895	333	629	1189	878	313	301
2/2 janvier	626	654	319	1212	606	1	335	0	0	0	918	308
1/2 février	0	0	975	0	0	0	323	623	0	0	0	878
2/2 février	679	1000	347	0	0	886	333	0	647	591	0	297
1/2 mars	346	0	0	0	566	0	1579	653	0	0	968	318
2/2 mars	0	0	0	624	0	284	0	0	0	954	0	0
1/2 avril	979	677	0	0	275	0	0	319	315	0	0	320
2/2 avril	0	640	329	322	291	288	0	604	296	0	1230	0
1/2 mai	0	0	338	308	1176	2080	0	0	945	1198	0	601
2/2 mai	1295	0	999	313	0	0	616	930	305	0	0	298
1/2 juin	0	1333	0	889	0	0	633	0	0	0	13	303
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	1200	295
1/2 juillet	312	0	1326	0	1217	2	0	1221	1206	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	606	0	0	1257	0	0	916	0	283
1/2 août	691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	626
2/2 août	0	632	344	629	0	619	0	0	0	0	290	282
1/2 septembre	661	684	0	0	307	0	0	1155	954	1221	0	312
2/2 septembre	0	0	319	583	907	288	643	0	0	0	311	0
1/2 octobre	975	0	329	603	0	590	0	379	0	0	896	914
2/2 octobre	0	1304	0	0	0	561	634	0	624	0	8	0
1/2 novembre	315	0	1329	861	563	0	0	0	949	930	308	0
2/2 novembre	0	319	0	44	0	294	921	294	0	0	0	910
1/2 décembre	0	0	0	0	302	0	0	629	19	0	596	0
2/2 décembre	0	0	0	5	297	310	0	0	0	296	0	0

Tableau III-16 : La quantité récolté de la zone de plantation EL OUED ($QR_{z,p,c,t1}$).

Exemple :

La quantité de pomme de terre de variété SPUNTA récolté depuis la zone de plantation EL OUED dans la période (15-31 Juin) est : 288 tonnes de calibre petit, 1200 tonnes de calibre moyen et 295 tonnes de calibre grand.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2.3 La quantité achetée ($QA_{z,s,p,c,t1}$):

Les quantités de pomme de terre achetées depuis la zone de plantation EL OUED selon les différentes variétés et leurs calibres aux différentes périodes tout au long de l'année sont représentées aux tableaux suivants :

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	325	320	0	287	630	895	333	629	1189	878	313	301
2/2 janvier	626	654	319	1212	606	1	335	0	0	0	918	308
1/2 février	0	0	975	0	0	0	323	623	0	0	0	878
2/2 février	679	1000	347	0	0	886	333	0	647	591	0	297
1/2 mars	346	0	0	0	566	0	1579	653	0	0	968	318
2/2 mars	0	0	0	624	0	284	0	0	0	954	0	0
1/2 avril	979	677	0	0	275	0	0	319	315	0	0	320
2/2 avril	0	640	329	322	291	288	0	604	296	0	1230	0
1/2 mai	0	0	338	308	1176	2080	0	0	945	1198	0	601
2/2 mai	1295	0	999	313	0	0	616	930	305	0	0	298
1/2 juin	0	1333	0	889	0	0	633	0	0	0	13	303
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	1200	295
1/2 juillet	312	0	1326	0	1217	2	0	1221	1206	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	606	0	0	1257	0	0	916	0	283
1/2 août	691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	626
2/2 août	0	632	344	629	0	619	0	0	0	0	290	282
1/2 septembre	661	684	0	0	307	0	0	1155	954	1221	0	312
2/2 septembre	0	0	319	583	907	288	643	0	0	0	311	0
1/2 octobre	975	0	329	603	0	590	0	379	0	0	896	914
2/2 octobre	0	1304	0	0	0	561	634	0	624	0	8	0
1/2 novembre	315	0	1329	861	563	0	0	0	949	930	308	0
2/2 novembre	0	319	0	44	0	294	921	294	0	0	0	910
1/2 décembre	0	0	0	0	302	0	0	629	19	0	596	0
2/2 décembre	0	0	0	5	297	310	0	0	0	296	0	0

Tableau III-17 : La quantité achetée depuis la zone de plantation EL OUED ($QA_{z,s,p,c,t1}$).

Exemple :

La quantité de pomme de terre achetée de variété KONDOR depuis la zone de plantation EL OUED dans la période (15- 31 Mai) est : 616 tonnes de calibre petit, 930 tonnes de calibre moyen et 305 tonnes de calibre grand.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2.4 La quantité entrante ($QE_{s,p,c,t1}$):

Les quantités de pomme de terre entrant à la zone de stockage EL OUED selon les différentes variétés et leurs calibres aux différents périodes tout au long de l'année sont représentées aux tableaux suivants :

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	325	320	0	287	630	895	333	629	1189	878	313	301
2/2 janvier	626	654	319	1212	606	1	335	0	0	0	918	308
1/2 février	0	0	975	0	0	0	323	623	0	0	0	878
2/2 février	679	1000	347	0	0	886	333	0	647	591	0	297
1/2 mars	346	0	0	0	566	0	1579	653	0	0	968	318
2/2 mars	0	0	0	624	0	284	0	0	0	954	0	0
1/2 avril	979	677	0	0	275	0	0	319	315	0	0	320
2/2 avril	0	640	329	322	291	288	0	604	296	0	1230	0
1/2 mai	0	0	338	308	1176	2080	0	0	945	1198	0	601
2/2 mai	1295	0	999	313	0	0	616	930	305	0	0	298
1/2 juin	0	1333	0	889	0	0	633	0	0	0	13	303
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	1200	295
1/2 juillet	312	0	1326	0	1217	2	0	1221	1206	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	606	0	0	1257	0	0	916	0	283
1/2 août	691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	626
2/2 août	0	632	344	629	0	619	0	0	0	0	290	282
1/2 septembre	661	684	0	0	307	0	0	1155	954	1221	0	312
2/2 septembre	0	0	319	583	907	288	643	0	0	0	311	0
1/2 octobre	975	0	329	603	0	590	0	379	0	0	896	914
2/2 octobre	0	1304	0	0	0	561	634	0	624	0	8	0
1/2 novembre	315	0	1329	861	563	0	0	0	949	930	308	0
2/2 novembre	0	319	0	44	0	294	921	294	0	0	0	910
1/2 décembre	0	0	0	0	302	0	0	629	19	0	596	0
2/2 décembre	0	0	0	5	297	310	0	0	0	296	0	0

Tableau III-18 : La quantité entrant dans la zone de stockage EL OUED($QE_{s,p,c,t1}$).

Exemple :

La quantité de pomme de terre de variété FABULA qui entrent dans la zone de stockage EL OUED dans la période (1-15 Janvier) est : 287 tonnes de calibre petit, 630 tonnes de calibre moyen et 895 tonnes de calibre grand.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2.5 La quantité sortante ($Q_{s,p,c,t}$):

Les quantités de pomme de terre qui sort de la zone de stockage EL OUED selon chaque variété et chaque calibre aux différents périodes tout au long de l'année sont représenté au tableau suivant :

(T2\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T2\CA	taille petit	taille moyen	taille grands	taille petit	taille moyen	taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	276,25	272	0	275,52	305,28	299,52	306,36	289,8	269,56	269,8	297,35	285,95
2/2 janvier	274,56	297,44	280,72	306,24	308,88	295,98	304,85	295,16	278,24	276,36	274,56	295,68
1/2 février	273,18	274,92	275,44	291,84	282,24	276,45	300,39	273,42	283,65	282	288,58	302,4
2/2 février	292,4	272,85	298,41	274,51	302,64	281,26	309,69	302,68	274,35	288,58	302,25	272,65
1/2 mars	291,45	295,8	290	299,88	278,4	309,12	293,28	307,38	303,18	269,8	300,8	282,15
2/2 mars	304,48	294,93	295,8	306,24	270,48	271,46	280,28	296,66	295,32	306,24	306,85	286,9
1/2 avril	283,36	293,92	0	295,85	269,5	275,48	307,38	293,48	289,8	300,2	305,5	280
2/2 avril	306,24	298,41	286,23	309,12	279,36	276,48	287,37	280,12	278,24	296,67	297,35	297,6
1/2 mai	271,45	274,34	300,82	298,76	282,27	269,66	303,62	278,46	307,83	291,84	289,75	280,32
2/2 mai	274,92	285,69	297,54	303,61	294,88	302,64	277,84	289,8	280,86	292,8	291,4	296,64
1/2 juin	286,45	273,18	279,65	281,3	269,5	294,98	296,98	277,3	286,7	277,14	298,99	295
2/2 juin	284,8	287,3	291,92	280,28	299,88	270,48	294,5	291,2	293,28	273,54	308,76	272,65
1/2 juillet	286,58	301,56	293,26	300,48	303,36	299,73	298,53	270,48	299,92	273,6	278,35	280,25
2/2 juillet	274,56	283,36	270,16	288,12	298,56	307,89	273,42	286,7	275,42	292,8	279,36	271,68
1/2 août	307,98	0	298,42	304,78	297,6	291,99	303,18	308,76	274,35	305,5	269,8	298,92
2/2 août	286,45	269,18	287,97	303,36	271,6	299,52	308,49	275,5	277,4	274,56	291,4	278,24
1/2 septembre	296,65	280,72	302,72	303,61	291,65	297,79	280,12	270,72	299,86	299,86	278,4	282
2/2 septembre	277,68	301,71	280,72	293	281,26	282,24	297,57	280,86	294,81	292,8	281,79	299,52
1/2 octobre	274,55	289,8	0	289	289,1	283,24	293,88	293	298,92	275,42	281,99	279,3
2/2 octobre	280,14	282,48	286,23	288,96	282,15	271,46	283,88	297,35	286,7	291,84	297	291,4
1/2 novembre	290,4	297,36	275,2	293	295,96	277,34	302,12	304	290,29	295,45	287	297,6
2/2 novembre	270,9	275,79	304,44	282,24	278	293	272,65	279,3	303,6	285,95	292,6	282,15
1/2 décembre	0	274,56	294,8	310	288	288,12	269,36	294,22	289,23	298,92	285,51	286,9
2/2 décembre	0	283,91	275,2	287	289,99	300,7	307,58	290,72	307	278,24	274,55	292,34

Tableau III-19 : La quantité sortant depuis la zone de stockage EL OUED ($Q_{s,p,c,t}$).

Exemple :

Les quantités de pommes de terre qui sortent depuis la zone de stockage EL OUED de variété DESIREE Pour la période de (1-15 Mars) sont : 291,45 tonnes de calibre petit, 295,8 tonnes de calibre moyen, 290 tonnes de calibre grand.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.7.2.6 La quantité distribuée ($QD_{s,p,c,t1,t2}$):

La quantité de pomme de terre distribuée depuis les zones de stockages vers les marchés de gros est présentée dans un fichier Excel parce que nous n'avons pas pu l'inclure dans ce mémoire en raison de la taille énorme des données obtenue.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8 Exemple explicatif :

Pour une meilleure représentation et explication du fonctionnement du programme, dans cette thèse nous avons décidé de faire un exemple complet dans lequel nous choisissons une wilaya et nous appliquons la méthodologie de recherche sur celle-ci.

III.8.1 Le processus du fonctionnement de modèle :

III.8.1.1 1^{er} étape : le choix des semences et les surfaces de plantations et leur rendements :

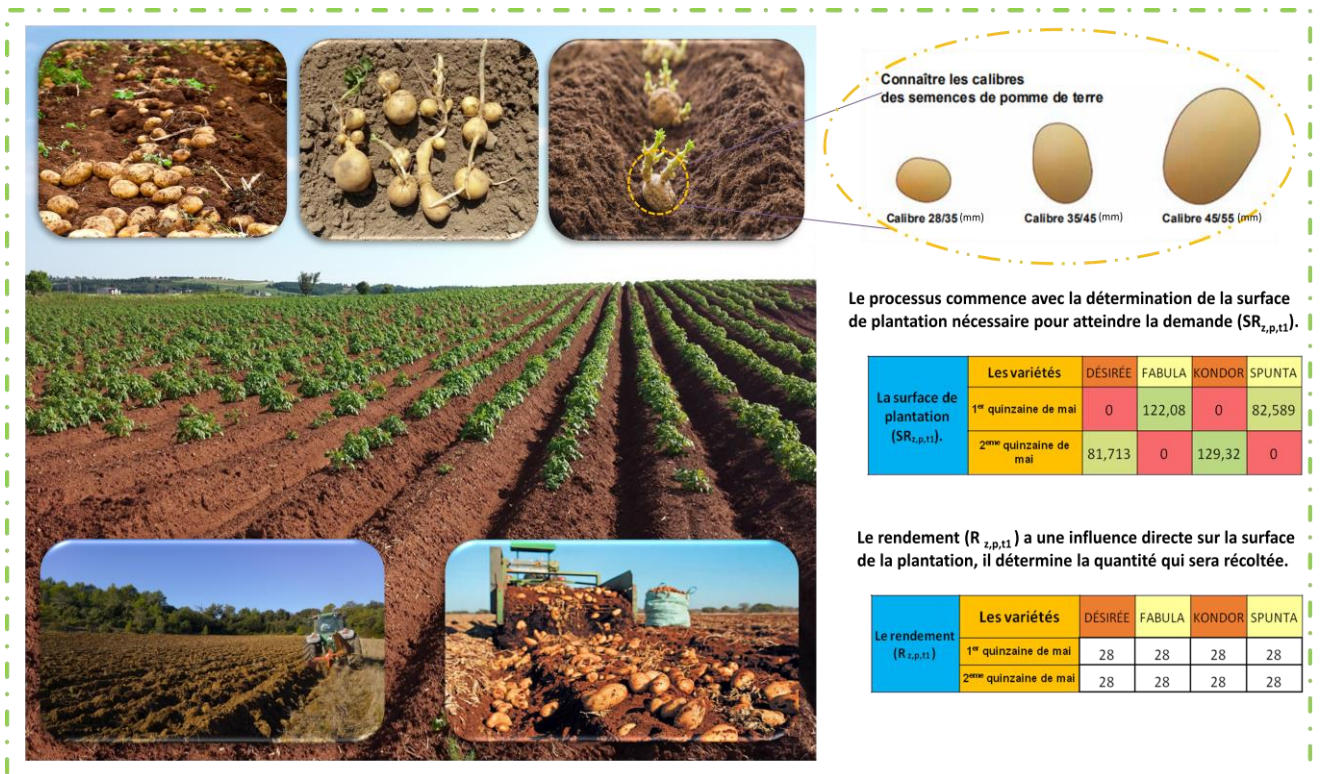


Figure III-14 : Le choix des semences et les surfaces de plantations et leurs rendements.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.1.2 2^{ème} étape : La récolte et la vente des pommes de terre :

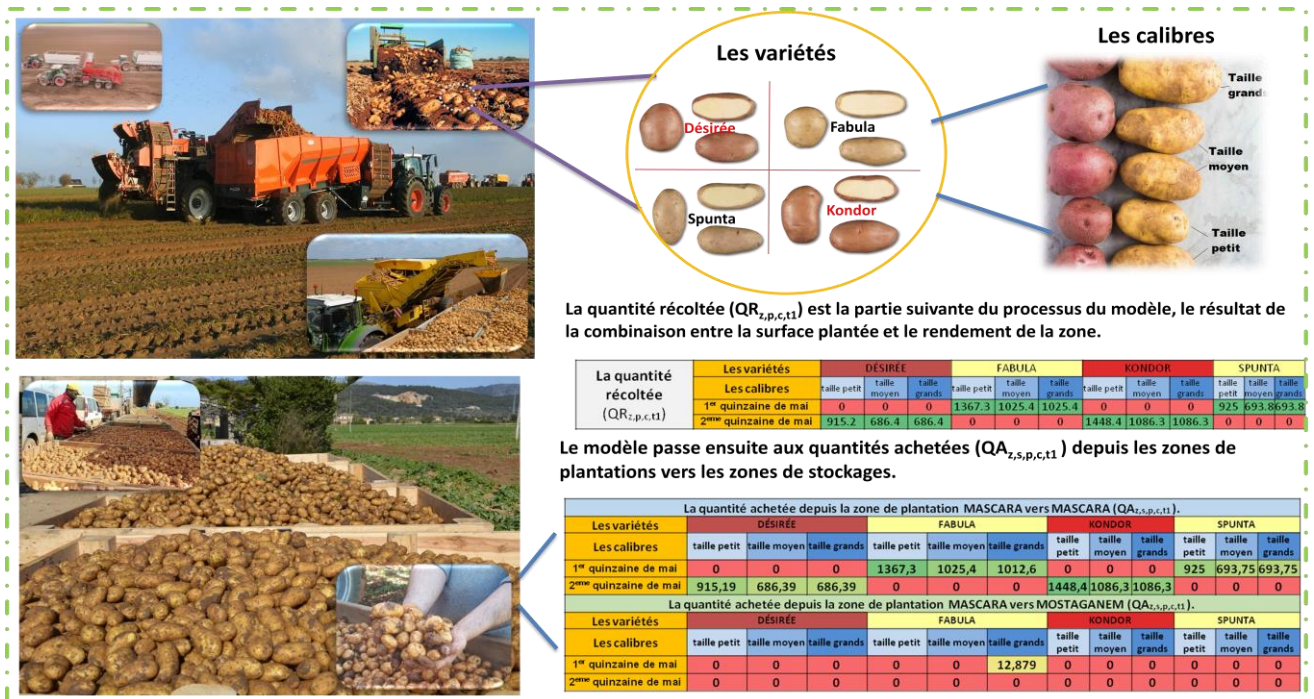


Figure III-15 : La récolte et la vente des pommes de terre.

III.8.1.3 3^{ème} étape : Le calcul de la quantité entrante et la quantité distribuée des pommes de terre :

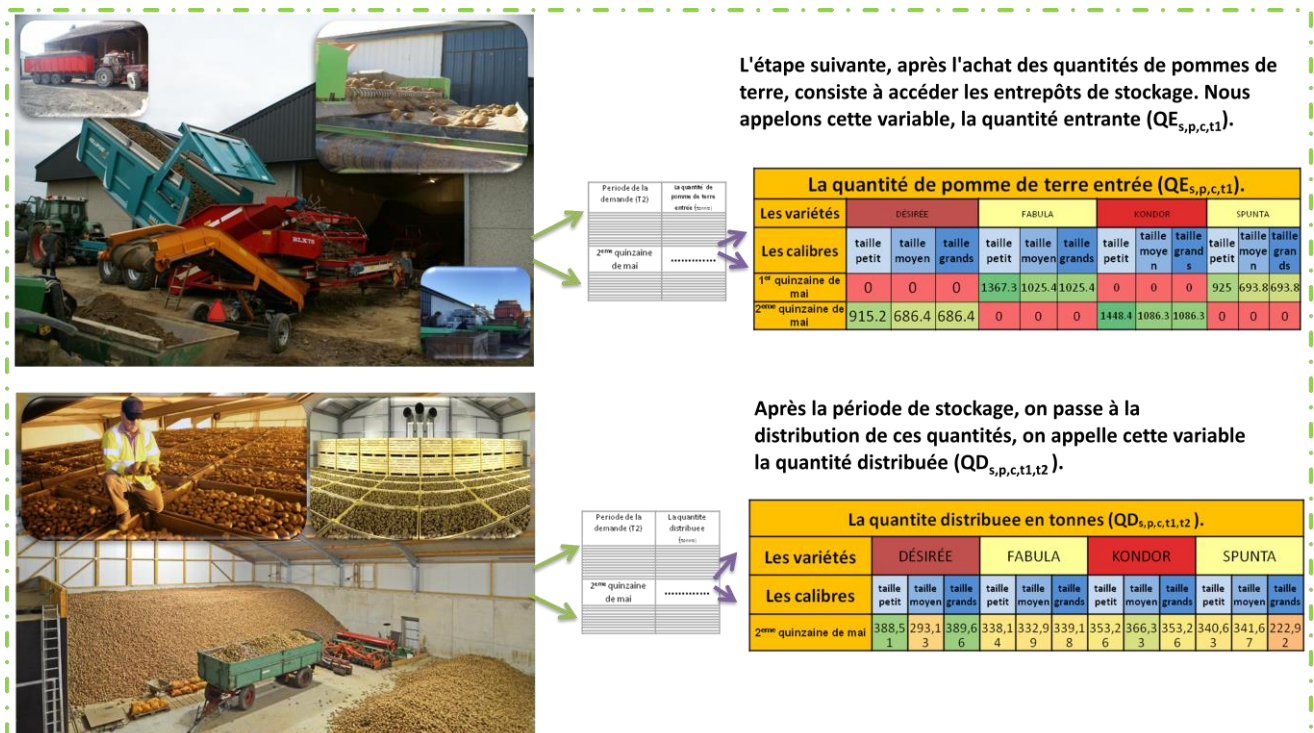


Figure III-16 : Le calcul de la quantité entrante et la quantité distribuée des pommes de terre.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.1.4 4^{ème} étape : Finalement, la quantité précise pour satisfaire la demande des marchés :



Figure III-17 : La quantité précise pour satisfaire la demande des marchés.

III.8.2 La demande de marché ($Dem_{s,p,c,t2}$) :

Nous commençons notre exemple en introduisant la demande de pomme de terre de la wilaya de Mascara dans un horizon d'un an, les périodes sont divisées en 24 périodes distinctes de 15 jours qui couvrent toute l'année. Le tableau ci-dessus contient la demande provisoire d'une année pour la wilaya de Mascara.

Et donc le programme prendra en considération la demande donnée de la wilaya de Mascara, de chaque variété et de chaque calibre de pommes de terre et ensuite fonctionnera selon ces valeurs afin de satisfaire la demande donnée.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

(T2\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T2\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	345	344	337	327	322	338	343	348	332	331	348	332
2/2 janvier	330	340	346	342	350	322	322	331	346	328	350	320
1/2 février	323	341	345	324	336	323	331	346	335	325	342	341
2/2 février	349	350	335	324	336	324	345	327	334	328	330	327
1/2 mars	341	347	343	340	344	350	329	342	334	348	333	336
2/2 mars	345	331	341	346	324	335	339	332	327	332	343	332
1/2 avril	346	320	344	337	332	347	343	322	337	330	340	344
2/2 avril	333	326	329	335	326	343	329	334	330	345	350	320
1/2 mai	340	320	346	342	340	324	325	325	332	343	338	321
2/2 mai	338	323	339	328	323	329	325	337	325	327	328	349
1/2 juin	343	343	346	321	339	327	334	334	328	335	347	331
2/2 juin	336	350	326	342	332	346	334	344	336	343	343	322
1/2 juillet	350	339	347	336	322	337	343	341	332	349	342	336
2/2 juillet	320	321	336	327	348	329	333	350	347	339	331	342
1/2 août	347	322	349	327	321	336	342	327	348	346	342	321
2/2 août	338	339	333	350	322	343	329	340	347	341	338	322
1/2 septembre	328	324	327	327	344	323	334	339	333	331	325	342
2/2 septembre	330	329	343	335	320	330	347	339	347	326	322	333
1/2 octobre	326	323	341	338	337	336	322	321	347	326	320	331
2/2 octobre	335	322	343	320	327	324	347	334	330	326	340	346
1/2 novembre	349	330	325	328	329	327	349	341	350	342	331	342
2/2 novembre	328	326	344	339	321	332	328	347	327	333	343	345
1/2 décembre	329	333	337	347	339	350	344	332	328	341	345	343
2/2 décembre	322	336	320	336	343	333	350	336	337	335	330	349

Tableau III-20 : La demande de pomme de terre de MASCARA ($Dem_{s,p,c,t2}$) .

III.8.3 La surface de plantation maximale (S_{max_z}) :

Dans notre programme, nous supposons que la surface de plantation maximale (S_{max}) est très grande, de sorte qu'elle peut convenir à de nombreux cas d'étude, dans le cas de la wilaya de Mascara cette valeur est de 50000 Hectares.

Le tableau ci-dessus illustre la surface de plantation maximale pour les cinq wilayas :

Les zones de plantation	MASCARA	MOSTAGANEM	AIN DEFLA	BOUIRA	EL OUED
Les valeurs	50000	40000	60000	30000	90000

Tableau III-21 : La surface maximale de plantation (S_{max_z}).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.4 Le rendement ($R_{z,p,t1}$) :

La prochaine chose à considérer dans l'exécution du programme est bien sûr le rendement de la surface plantée, c'est-à-dire la quantité de pommes de terre que vous obtiendrez dans un hectare donné dans cette zone spécifique.

Le rendement varie au cours de l'année calendaire, certaines périodes sont plus productives que d'autres, les valeurs de rendement de la wilaya de Mascara sont représentées par le graphique ci-dessus.

On constate que le mois de Juillet est le mois le plus productive en termes de quantité de pomme de terre par hectare, elle atteint jusqu'à 200 Kg/ Hectare. Et d'autres périodes comme les mois de Mars, Avril, Novembre et décembre sont défavorable pour la plantation de pomme de terre.

Alors le programme va favoriser certaines périodes aux autres pour garantir une optimisation de ressources.

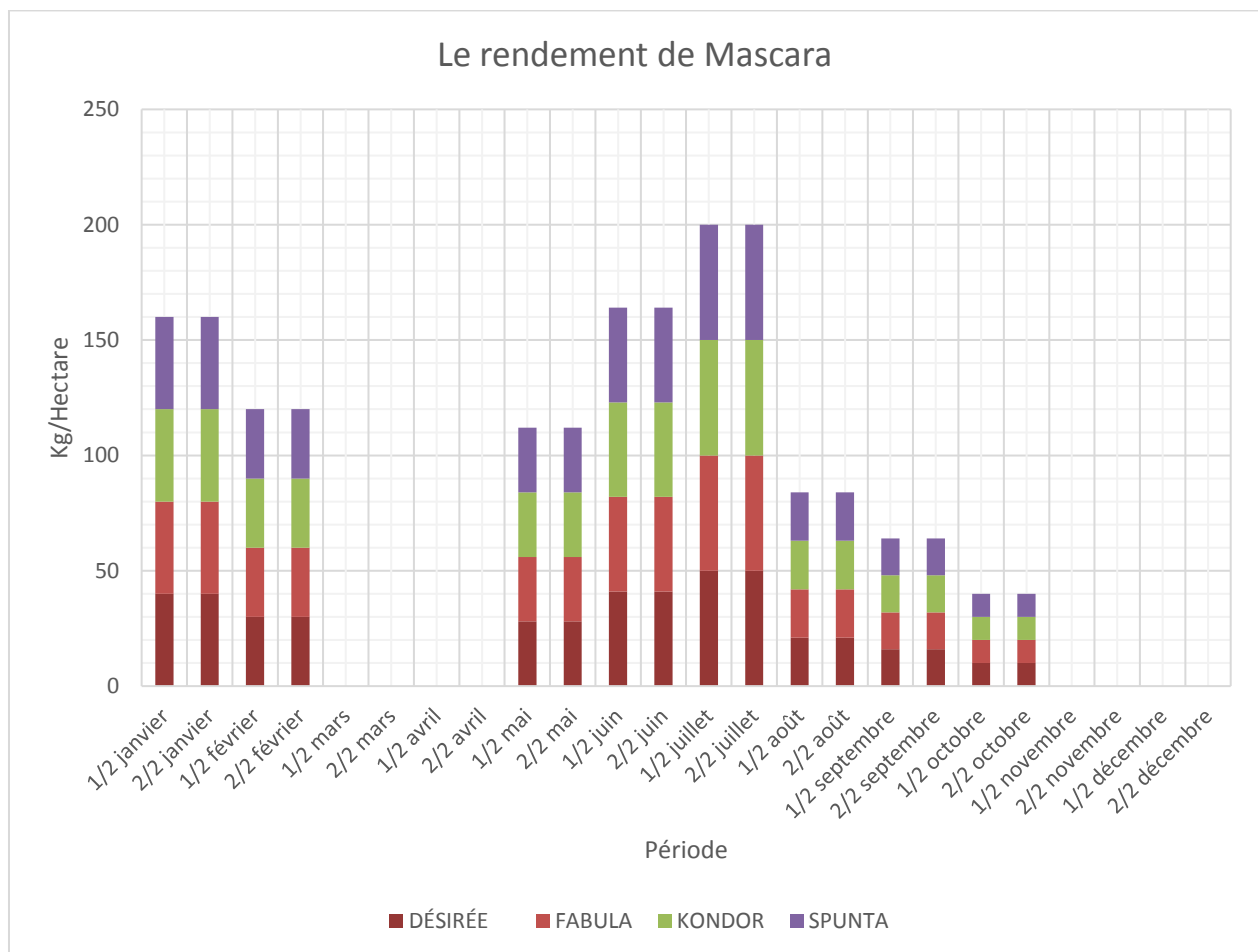


Figure III-14 : Le rendement de MASCARA ($R_{z,p,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.5 La surface de plantation de la wilaya de MASCARA ($SR_{z,p,t1}$) :

L'étape suivante consiste à évaluer la valeur des surfaces de plantation nécessaires pour satisfaire la demande du marché donnée.

Le programme prendra la demande initiale et tiendra en compte le rendement de la surface de la wilaya de Mascara afin d'obtenir les valeurs exactes nécessaires en termes de surfaces de plantation. Ensuite, nous procédons à l'exécution et nous obtenons les résultats suivants.

Le tableau ci-dessous est extrait de l'exécution du <CPLEX >, il illustre les valeurs requises de chaque variété de pommes de terre et de chaque calibre pour les différentes périodes tout au long de l'année dans la wilaya de Mascara.

T1\VA	DÉSIRÉE	FABULA	KONDOR	SPUNTA
1/2 janvier	25,368	36,146	44,711	21,776
2/2 janvier	46,642	28,038	0	58,008
1/2 février	0	0	41,338	0
2/2 février	131,15	38,095	19,361	39,758
1/2 mars	0	0	0	0
2/2 mars	0	0	0	0
1/2 avril	0	0	0	0
2/2 avril	0	0	0	0
1/2 mai	0	122,08	0	82,589
2/2 mai	81,713	0	129,32	0
1/2 juin	32,053	0	0	17,842
2/2 juin	0	0	0	34,956
1/2 juillet	24,318	34,531	47,139	0
2/2 juillet	0	16,684	6,2766	53,821
1/2 août	63,675	0	0	0
2/2 août	30,784	83,535	0	0
1/2 septembre	118,23	0	55,519	108,08
2/2 septembre	0	107,3	113,68	0
1/2 octobre	291,29	166,16	0	261,55
2/2 octobre	0	0	245,23	0
1/2 novembre	0	0	0	0
2/2 novembre	0	0	0	0
1/2 décembre	0	0	0	0
2/2 décembre	0	0	0	0

Tableau III-22 : La surface de plantation de pomme de terre de MASCARA ($SR_{z,p,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Pour une meilleure illustration de l'évolution des valeurs, nous fournissons le graphique suivant afin de faciliter l'interprétation des données.

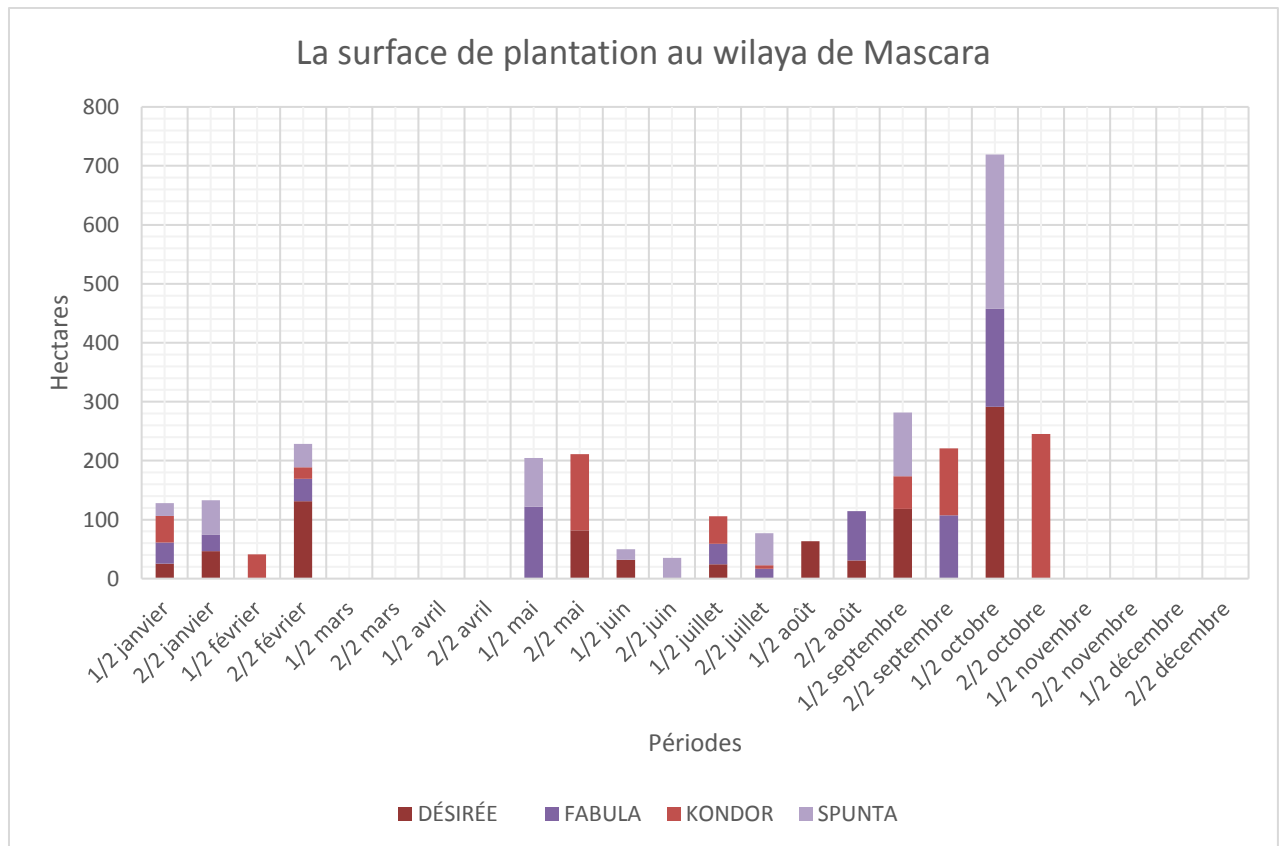


Figure III-15 : La surface de plantation aux wilayas de MASCARA

III.8.6 La quantité récoltée ($QR_{z,p,c,t1}$) :

Après avoir déterminé les valeurs des surfaces plantées vient ensuite la quantité de pomme de terre récoltée dans la wilaya de Mascara.

Après l'exécution du programme et en tenant compte des multiples contraintes nécessaires pour calculer les valeurs exactes nécessaires pour atteindre la demande du marché, nous obtenons les résultats suivants.

Le graphique suivant illustre l'évolution de la quantité récoltée de pomme de terre dans la wilaya de Mascara aux différents périodes tout au long de l'année pour chaque variété et chaque calibre.

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

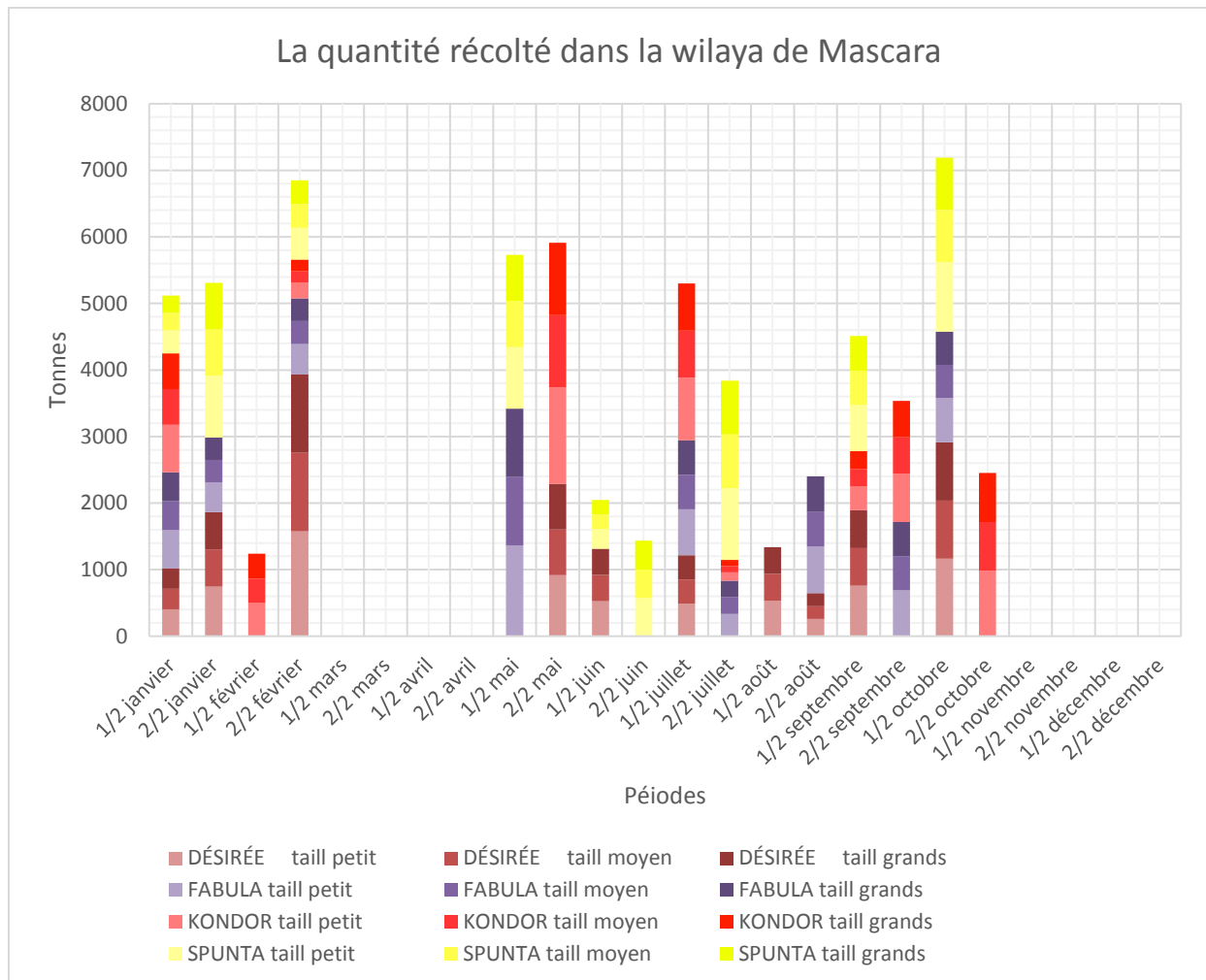


Figure III-14 : La quantité récoltée dans la wilaya de Mascara ($QR_{z,p,c,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

Et pour les valeurs exactes de ces quantités, le tableau ci-dessus est fourni :

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	405,88	304,41	304,41	578,34	433,75	433,75	715,38	536,53	536,53	348,42	261,32	261,32
2/2 janvier	746,26	559,7	559,7	448,61	336,46	336,46	0	0	0	928,13	696,1	696,1
1/2 février	0	0	0	0	0	0	496,06	372,04	372,04	0	0	0
2/2 février	1573,8	1180,3	1180,3	457,14	342,86	342,86	232,33	174,25	174,25	477,09	357,82	357,82
1/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 mai	0	0	0	1367,3	1025,4	1025,4	0	0	0	925	693,75	693,75
2/2 mai	915,19	686,39	686,39	0	0	0	1448,4	1086,3	1086,3	0	0	0
1/2 juin	525,67	394,25	394,25	0	0	0	0	0	0	292,61	219,46	219,46
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	573,28	429,96	429,96
1/2 juillet	486,36	364,77	364,77	690,63	517,97	517,97	942,78	707,09	707,09	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	333,67	250,26	250,26	125,53	94,149	94,149	1076,4	807,31	807,31
1/2 août	534,87	401,15	401,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 août	258,59	193,94	193,94	701,7	526,27	526,27	0	0	0	0	0	0
1/2 septembre	756,67	567,5	567,5	0	0	0	355,32	266,49	266,49	691,71	518,78	518,78
2/2 septembre	0	0	0	686,73	515,05	515,05	727,56	545,67	545,67	0	0	0
1/2 octobre	1165,2	873,88	873,88	664,65	498,48	498,48	0	0	0	1046,2	784,66	784,66
2/2 octobre	0	0	0	0	0	0	980,91	735,68	735,68	0	0	0
1/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau III-23 : La quantité récoltée depuis la zone de plantation MASCARA ($QR_{z,p,c,t1}$).

III.8.7 La quantité de pommes de terre achetée ($QA_{z,s,p,c,t1}$) :

Après la détermination de la quantité récoltée, nous passons à l'étape suivante du processus qui est l'étude des quantités de pomme de terre achetées dans le but de satisfaire la demande initiale de marché de la wilaya de Mascara.

Lorsqu'on termine la récolte des pommes de terre dans la zone de plantation de la wilaya de Mascara, il faut que cette pomme de terre soit vendue, donc le programme va ensuite faire la

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

planification de ces ventes pour chaque wilaya. Dans notre exemple on constate que la quantité achetée est depuis deux wilayas seulement, Mascara et Mostaganem.

Les tableaux suivants illustrent la quantité de pomme de terre achetée depuis la zone de plantation de Mascara :

Le **Tableau III-24** montre les quantités achetées depuis la zone de plantation de Mascara vers la zone de stockage de Mascara.

Le **Tableau III-25** montre les quantités achetées depuis la zone de plantation de Mascara vers la zone de stockage de Mostaganem.

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	405,88	304,41	304,41	578,34	433,75	433,75	715,38	536,53	536,53	348,42	261,32	261,32
2/2 janvier	746,26	559,7	559,7	448,61	336,46	336,46	0	0	0	928,13	696,1	696,1
1/2 février	0	0	0	0	0	0	496,06	372,04	372,04	0	0	0
2/2 février	1573,8	1180,3	1180,3	457,14	342,86	335,71	232,33	174,25	174,25	477,09	350,53	357,82
1/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 mai	0	0	0	1367,3	1025,4	1012,6	0	0	0	925	693,75	693,75
2/2 mai	915,19	686,39	686,39	0	0	0	1448,4	1086,3	1086,3	0	0	0
1/2 juin	525,67	394,25	394,25	0	0	0	0	0	0	292,61	219,46	219,46
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	573,28	429,96	429,96
1/2 juillet	486,36	364,77	364,77	690,63	517,97	517,97	942,78	707,09	707,09	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	333,67	250,26	250,26	125,53	94,149	94,149	1076,4	807,31	807,31
1/2 août	534,87	398,82	401,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 août	258,59	177,09	193,94	701,7	526,27	526,27	0	0	0	0	0	0
1/2 septembre	756,67	567,5	567,5	0	0	0	355,32	266,49	266,49	691,71	518,78	518,78
2/2 septembre	0	0	0	686,73	515,05	515,05	727,56	545,67	545,67	0	0	0
1/2 octobre	1165,2	750,11	873,88	664,65	498,48	498,48	0	0	0	1046,2	784,66	716,51
2/2 octobre	0	0	0	0	0	0	980,91	730,04	735,68	0	0	0
1/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau III-24 : La quantité achetée depuis la zone de plantation MASCARA vers MASCARA(QA_{Z,s,p,c,t1}) .

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

(T1\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T1\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 février	0	0	0	0	0	71,429	0	0	0	0	72,925	0
1/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 mai	0	0	0	0	0	12,879	0	0	0	0	0	0
2/2 mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 juillet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 août	0	23,259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 août	0	16,855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 octobre	0	123,77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68,156
2/2 octobre	0	0	0	0	0	0	0	56,348	0	0	0	0
1/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/2 décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau III-25 : La quantité achetée depuis la zone de plantation MASCARA vers MOSTAGANEM ($QA_{z,s,p,c,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.8 La quantité de pomme de terre entrée ($QE_{s,p,c,t1}$) :

Après avoir évalué les quantités achetées par chaque wilaya dans la zone de plantation du Mascara, nous passons aux quantités qui entrent dans la zone de stockage.

La quantité de pomme de terre qui entre à la zone de stockage pour chaque variété et chaque calibre dans des différents périodes tout au long de l'année de la wilaya de Mascara est illustrée par le graphique suivant :

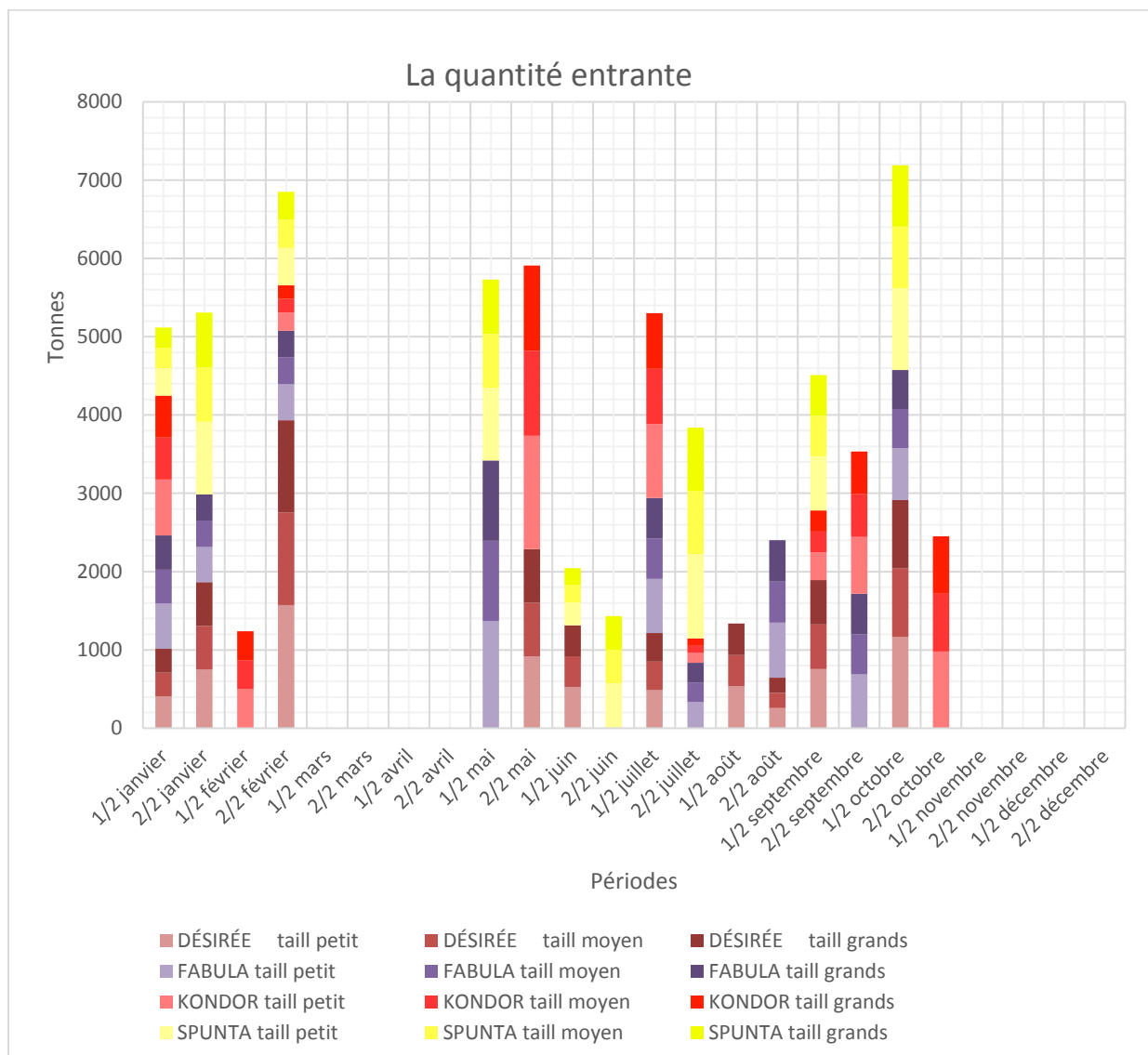


Figure III-15 : La quantité entrante dans le stock de Mascara ($QE_{s,p,c,t1}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.9 La quantité de pommes de terre distribuée ($QD_{s,p,c,t1,t2}$) :

Après l'entrée des pommes de terre dans la zone de stockage elle restera là-bas jusqu'à ce qu'il soit temps de passer à l'étape suivante, qui est de distribuer ces quantités sur les marchés.

Les résultats obtenus après l'exécution de programme concernant les quantités de pomme de terre distribuée depuis la wilaya de Mascara pour chaque variété et chaque calibre dans tous les périodes tout au long de l'année sont représentés par le tableau suivant :

(T1,T2\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	405,88	75,382	304,41	340,63	335,42	352,08	372,83	378,26	168,45	348,42	261,32	261,32
2/2 janvier	375	396,77	393,18	348,82	361,51	81,668	342,55	158,27	368,09	341,67	332,27	333,33
1/2 février	371,26	391,95	166,52	337,5	73,283	336,46	355,91	372,04	0	345,74	363,83	362,77
2/2 février	410,59	411,76	394,12	330,61	342,86	330,61	372,47	174,25	363,04	351,5	0	4,1346
1/2 mars	391,95	388,1	394,25	354,17	0	0	350	363,83	357,17	366,32	350,53	353,68
2/2 mars	396,55	380,46	391,95	355,58	0	341,84	372,53	0	358,69	345,83	0	0
1/2 avril	405,95	363,64	329,59	347,42	342,27	357,73	364,89	342,55	211,6	347,37	357,89	362,11
2/2 avril	382,76	0	378,16	348,96	337,86	167,19	350	355,32	351,06	363,16	368,42	336,84
1/2 mai	382,02	4,2711	0	352,58	350,52	334,02	357,14	10,694	29,843	357,29	352,08	334,38
2/2 mai	388,51	293,13	389,66	338,14	332,99	339,18	353,26	366,3	353,26	340,63	341,67	222,92
1/2 juin	394,25	394,25	321,43	327,55	345,92	333,67	355,32	355,32	348,94	360,22	0	355,91
2/2 juin	383,43	393,26	369,57	348,98	0	5,6911	367,03	328,8	23,263	365,39	289,42	0
1/2 juillet	397,4	0	0	350	76,563	0	372,83	370,65	360,87	367,37	360	353,68
2/2 juillet	363,64	364,77	364,77	340,63	362,5	261,09	354,26	372,34	61,778	353,13	91,401	356,25
1/2 août	398,85	0	401,15	333,67	329,16	348,1	367,74	0	374,19	368,09	363,83	0
2/2 août	394,6	398,82	0	364,58	335,42	352,32	346,32	0	365,26	355,21	352,08	335,42
1/2 septembre	385,88	374,93	376,05	337,11	190,86	332,99	355,32	360,64	62,209	352,13	129,55	363,83
2/2 septembre	370,79	369,66	385,39	341,84	171,17	172,19	381,32	200,51	376,83	339,58	335,42	346,88
1/2 octobre	383,53	380	141,02	344,9	343,88	342,86	346,24	345,16	373,12	343,16	336,84	348,42
2/2 octobre	385,06	370,11	394,25	333,33	340,63	168,18	369,15	355,32	351,06	346,81	360,56	368,09
1/2 novembre	396,59	0	370,03	331,31	334,1	330,3	383,52	374,73	384,62	356,25	346,94	360
2/2 novembre	381,4	379,07	0	353,13	334,38	345,83	345,26	365,26	344,21	350,53	0	0
1/2 décembre	155,24	378,41	382,95	354,08	345,92	357,14	370,2	0	348,94	366,67	370,97	368,82
2/2 décembre	374,42	390,7	372,09	341,74	15,72	184,87	380,43	362	0	352,63	347,37	188,82

Tableau III-26 : La quantité distribuée au zone de stockage de MASCARA($QD_{s,p,c,t1,t2}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.10 La quantité sortante ($QS_{s,p,c,t2}$) :

Enfin en arrivent aux dernières variables fournit par l'exécution de programme qui est la quantité de pomme de terre sortant depuis les zones de stockage, la raison pour laquelle la quantité distribuée et la quantité sortie ne sont pas les mêmes est due à la contrainte du produit de bonne qualité (PoC), cette contrainte démontre que certains produits peuvent être perdus ou dégradés pendant la partie de chargement et bien sûr, nous devons prendre cela en considération.

Selon l'exécution de programme on a obtenu les résultats suivant pour la wilaya de Mascara, le tableau ci-dessous illustre les quantités de pomme de terre sortant pour chaque variété et chaque calibre dans tous les périodes tout au long de l'année.

(T2\CA)\VA	DÉSIRÉE			FABULA			KONDOR			SPUNTA		
T2\CA	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands	Taille petit	Taille moyen	Taille grands
1/2 janvier	345	64,075	258,75	327	322	338	343	348	154,97	331	248,25	248,25
2/2 janvier	330	340	346	342	350	80,852	322	148,78	346	328	318,98	320
1/2 février	323	341	144,87	324	70,352	323	331	346	0	325	342	341
2/2 février	349	350	335	324	336	324	345	162,05	334	328	0	3,8865
1/2 mars	341	337,65	343	340	0	0	329	342	334	348	333	336
2/2 mars	345	331	341	346	0	335	339	0	327	332	0	0
1/2 avril	346	320	290,04	337	332	347	343	322	198,9	330	340	344
2/2 avril	333	0	329	335	326	160,5	329	334	330	345	350	320
1/2 mai	340	3,8013	0	342	340	324	325	9,7314	27,157	343	338	321
2/2 mai	338	255,03	339	328	323	329	325	337	325	327	328	214
1/2 juin	343	343	279,64	321	339	327	334	334	328	335	0	331
2/2 juin	336	350	326	342	0	5,5773	334	299,21	21,169	343	273,55	0
1/2 juillet	350	0	0	336	73,5	0	343	341	332	349	342	336
2/2 juillet	320	321	321	327	348	250,64	333	350	58,071	339	87,745	342
1/2 août	347	0	349	327	321	336	342	0	348	346	342	0
2/2 août	338	339	0	350	322	343	329	0	347	341	338	322
1/2 septembre	328	324	325,46	327	185,13	323	334	339	58,476	331	121,78	342
2/2 septembre	330	329	343	335	167,75	168,75	347	182,46	347	326	322	333
1/2 octobre	326	323	119,87	338	337	336	322	321	347	326	320	331
2/2 octobre	335	322	343	320	327	161,45	347	334	330	326	340	346
1/2 novembre	349	0	325	328	329	327	349	341	350	342	331	342
2/2 novembre	328	326	0	339	321	332	328	347	327	333	0	0
1/2 décembre	136,61	333	337	347	339	350	344	0	328	341	345	343
2/2 décembre	322	336	320	336	15,248	182,61	350	333,04	0	335	330	179,38

Tableau III-27 : La quantité sortante depuis la zone de stockage MASCARA ($QS_{s,p,c,t2}$).

Chapitre III : Planification dynamique annuelle de la production et le stockage de la pomme de terre par rapport à la consommation.

III.8.11 Conclusion :

En conclusion, nous pouvons dire après avoir examiné l'exemple présenté que notre planification pour la chaîne logistique des pommes de terre en Algérie a été satisfaisante.

Dans cet exemple, nous avons pris la Wilaya de Mascara et on a fourni des extractions des résultats du programme en commençant par la demande de Mascara, sur la base de la demande et du rendement de cette wilaya nous avons déterminé la surface de plantation nécessaire pour atteindre la demande initiale. Après cela, le programme a fourni la quantité récoltée de ces surfaces plantées.

Après la récolte des pommes de terre, l'étape suivante est l'achat de ces quantités depuis les zones de stockage. Ensuite on détermine la quantité entrante qui n'égal pas à la quantité achetée à cause des contraintes de programmes (La contrainte du bon produit). Après y avoir passé la période de stockage, nous passons au processus de vente de ces pommes de terre et nous fournissons les quantités distribuées sa partir de model, et puis nous arrivons enfin à la quantité sortante qui est la variable finale et la quantité qui permettra de satisfaire la demande initiale.

À l'aide de ce programme, nous avons pu satisfaire la demande avec un prix raisonnable de 40 à 45 DA/Kg pour le consommateur final.

CONCLUSION GÉNÉRALE :

Chaque année en Algérie, des milliards de dollars sont dépensés pour les exportations de produits alimentaires sans aucun signe de progrès au cours des vingt dernières années.

Chaque année, environ un cinquième de la recette des hydrocarbures est consacrée à ces exportations. Ces décisions sont parmi les nombreuses raisons de la stagnation économique dans laquelle le pays est prisonnier. Quand on examine de près les capacités que possède ce pays, les données réelles que l'on trouve sur le terrain sont incompréhensibles, car non seulement ces milliards de dollars devraient être conservés pour être investis dans d'autres projets, en termes de superficies agricole que l'Algérie possède, on pourrait s'attendre à gagner des sommes importantes par l'exportation de ces produits, mais c'est très loin d'être une réalité.

La raison de ces renseignements incompréhensibles est principalement due au manque d'organisation et de planification claire des chaînes logistiques des produits agricoles, En Algérie, les agriculteurs n'ont aucune garantie que leur récolte sera vendue, et le pire est que les infrastructures de stockage sont extrêmement limitées, ce qui signifie que si la récolte n'est pas vendue, elle va pourrir et entraîner des pertes financières importantes.

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés à la conceptualisation d'une chaîne logistique de production de pomme de terre avec une planification à l'horizon d'une année, qui est composé de cinq zones de production de différentes régions d'Algérie (El Oued, Bouira, Mascara, Mostaganem, Ain Defla). L'objectif de cette chaîne est de satisfaire la demande de la manière la plus efficace possible, en déterminant les surfaces exactes plantées dans chacune de ces zones pour obtenir la quantité de pomme de terre qui peut satisfaire la demande, avec un prix réduit pour les consommateurs.

Pour accomplir cette tâche, nous avons dû passer par différentes étapes, dont la première consiste à traduire la vision que nous avons en modèle mathématique. Après cela, les objectifs et les résultats que nous voulions atteindre ont commencé à devenir un peu plus clairs, nous sommes ensuite passés à la traduction de notre modèle mathématique en un langage de programmation à l'aide d'un solveur.

Après avoir examiné nos choix et comparé les différents outils disponibles (ArtelysKnitro,CHIP (Constraint Handling in Prolog), Comet, Disolver (Bibliothèque C++)) nous avons décidé d'utiliser le solveur ILOG (CPLEX Studio IDE) qui est un solveur très puissant, simple à utiliser et qui suit une méthode PPC (Programmation Par Contrainte) qui est parfaite pour notre cas d'étude. Après avoir choisi le bon solveur, nous sommes passés aux recherches nécessaires pour l'insertion des données pour une description plus efficace du problème. Nous avons utilisé diverses méthodes pour la saisie des données selon les contraintes, parfois il s'agissait d'outils tels que des codes python et d'autres, il s'agissait de véritables statistiques et d'autres encore, il s'agissait de suivre les indications d'experts dans le domaine.

Enfin nous sommes arrivés à l'exécution du programme et aux résultats préliminaires obtenus et la phase d'organisation des données obtenues ont commencé ce qui était un gros défi en raison des grandes quantités de données obtenues (en forme de tableaux très longs) qui ont ensuite été condensés et affinés à l'aide d'Excel Microsoft Office pour pouvoir les présenter efficacement dans ce

mémoire. En plus de cela, les tentatives de lier le programme avec une interface graphique pour mettre en valeur les résultats obtenus n'étaient malheureusement pas possibles en raison des limites de la version gratuite du programme « CPLEX Studio IDE ». À la fin, nous avons pu atteindre ce que nous voulions faire au début du processus de la réalisation de ce mémoire, Le programme a été un succès et a satisfait aux exigences de sa conception. Par cet humble travail, nous avons pu démontrer à un certain degré l'importance et le rôle d'une planification en ce qui concerne la production et même la commercialisation des pommes de terre. Cette étude est une première étape dans le processus de décision de conception d'une chaîne d'approvisionnement efficace et peut être utilisée comme référence.

Travailler sur ce mémoire nous a fait face à plusieurs défis et difficultés, on a rencontré des hauts et des bas, mais ce fut une expérience très intéressante et enrichissante qui nous a beaucoup appris, et a été une initiation très importante au monde pratique d'un ingénieur.

PERSPECTIVES :

Notre vision de ce travail était censée inclure toutes les wilayas d'Algérie dans leur totalité avec des données réelles et concrètes sur le terrain. Malheureusement, à cause de la situation du COVID 19, notre période de recherche a été considérablement réduite et nous avons fini par utiliser seulement cinq zones de production entre elles. Ce travail reste un premier pas pour tous ceux qui, à l'avenir, se lanceront dans l'amélioration de la chaîne logistique de la pomme de terre en Algérie.

Notre vision comprenait également que les deux thèses auraient été liées si les données réelles avaient été collectées pour avoir une description précise de l'état actuel de la situation de la chaîne logistique de pomme de terre algérienne.

Dans les travaux qui suivent notre thèse, il serait intéressant d'introduire les ERP afin de disposer d'un système d'information capable de décrire les décisions opérationnelles et d'améliorer l'approche stratégique et tactique que nous avons conceptualisée.

Des tentatives de visualisation du travail réalisé avec une interface ont été faites dans cette thèse, On a commencé le travail sur l'interface en utilisant le langage python, après avoir réalisé un progrès considérable hors ligne on a rencontré quelques problèmes lorsque nous avons décidé d'importer les données à cause des fonctions limitées de la version gratuite de <CPLEX >. Par conséquent nous n'avons pas pu la faire fonctionner en fin de compte. Mais c'était un processus de recherche intéressant pour un futur ingénieur et une façon de comprendre que parfois le produit fini n'est pas toujours comme envisagé dans le monde réel, en dehors de la sécurité de l'aspect théorique auquel nous sommes habitués dans le monde universitaire.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] : «MATIÈRE, C. D. T. I. E., DE STATISTIQUE, D. L. R. D., & CEE, L. (2000). Conseil économique et social.».
- [2] : « SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Achat, production, logistique, transport, vente Rémy LE MOIGNE 2 e édition ».
- [3] : «Samii, A. K. (1997). *Mutations des stratégies logistiques en Europe*. Nathan...».
- [4] : « PELLERIN Georges Javel, ORGANISATION ET GESTION DE LA PRODUCTION . Dunod, Paris, 2010 pour la quatrième édition ».
- [5] : « faq-logistique.com/Logistique.htm ».
- [6] : « La logistique agro-alimentaire ». <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Logistique-formes.htm> .
- [7] : « Yves Pimor Michel Fender LOGISTIQUE Production, Distribution, Soutien Dunod 5 eme édition ».
- [8] : « Mohamed Zied Babai. Politiques de pilotage de flux dans les chaînes logistiques : impact de l'utilisation des prévisions sur la gestion de stocks. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Centrale Paris, 2005. ».
- [9] : « François Galasso. Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande flexible. ».
- [10] : «Mentzer J.T, Dewitt W., Keebler J.S, Min S., Nix N.W, Smith C.D, and Zacharia Z.G, 2001. Defining the supply chain management. Journal of Business logistics, vol 22, n°2, pp : 1-20 ».
- [11] : « Jihène Tounsi. Modélisation pour la simulation de la chaîne logistique globale dans un environnement de production PME mécatroniques. Sciences de l'ingénieur [physics].».
- [12] : « Julien Francois. Planification des chaînes logistiques : modélisation du système décisionnel et performance. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2007».

- [13] : « Hanen Bouchriha. Faire ou faire-faire dans la conception d'une chaîne logistique : un outil d'aide à la décision. Sciences de l'ingénieur [physics]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2002. ».
- [14] : « Mariem Trojet. Planification d'une chaîne logistique: approche par satisfaction de contraintes dynamiques. Automatique. INSA de Toulouse, 2014. ».
- [15] : « La pyramide des décisions ». https://www.researchgate.net/figure/Pyramide-de-decision_fig2_282298306
- [16] : « Cooper et al., 1997 : M.C. Cooper, D.M. Lambert et J.D. Pagh. Supply Chain Management : More Than a New Name for Logistics. ».
- [17] : « Shapiro, 1999 : J.F. Shapiro. Bottom-Up vs. Top-Down approaches to supply chain modeling, in Quantitative models for supply chain management ».
- [18] : « Thomas et Griffin, 1996 : D.J. Thomas, P.M. Griffin. Coordinated supply chain management. European Journal of Operational Research. 94, 1996, pp 1-15. ».
- [19] : « thèse Zerouk Mouloua. Ordonnements coopératifs pour les chaînes logistiques. Informatique [cs]. Institut National Polytechnique de Lorraine - INPL, 2007. Français. ».
- [20] : « Christine Belin-Munier. Logistique, chaîne logistique et SCM dans les revues francophones de gestion : quelle dimension stratégique?. XXIIIème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS), May 2014, Rennes, France. 26 p. ».
- [21] : « [31] [Michael Hugos,] Essentials of Supply Chain Management, 2011. ».
- [22] : « MAYYAD JABER, Architecture de Système d'Information Distribué pour la Gestion de la Chaîne Logistique : Une Approche Orientée Services ».
- [23] : « M.AMINE MENAOUI, (l'impact de la supply chain management sur la satisfaction client) ».
- [24] : « Les objectifs de SCM ». <http://www.faq-logistique.com/GCL-Logigaide-Vol08Num01-Gestion-Chaine-Logistique.htm>
- [25] : « Vincent Ghislain ESSIANE ANDJE (MBA, Research doctorate : African logistics and supply chain facing industry 4.0) ».

- [26] : « Contraintes de la logistique agroalimentaire ». <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Logistique-agroalimentaire.htm>
- [27] : « Gestion de la chaîne d’approvisionnement agro-industrielle: concepts et applications par Jack G.A.J. van der Vorst ».
- [28] : « El Bassam, N., Behl, R., and Prochnow, B. (1998). Sustainable agriculture for food, energy and industry : strategies towards achievement. ».
- [29] : « Roux, N. (2013). La volatilité des marchés mondiaux des matières premières agricoles et l’évolution des prix à la consommation de l’alimentation en France. DGCCRF éco ».
- [30] : « Jang, W. and Klein, C. (2011). Supply chain models for small agricultural enterprises. Annals of Operations Research».
- [31] : « (en) Archaeological Remains of Potato and Sweet Potato in Peru(<http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/AN28852.pdf>), septembre 1988, Centre international de la pomme de terre».
- [32] : « Dictionnaire de la Real Academia (<http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPOBUS=3&LEMA=patata>)».
- [33] : « <http://www.lefigaro.fr/livres/2008/01/31/03005-20080131ARTFIG00470-le-poids-des-mots.php>».
- [34] : « La pomme de terre « la Bleue de la Manche » (<http://www.normandie-heritage.com/spip.php?article148>), sur Normandie Héritage, ».
- [35] : « Lois et actes du gouvernement - Tome VIII : 1^{er} Brumaire au 18 Prairial an II (<http://books.google.fr/books?id=nnEOAAAAYAAJ&pg=PA236&dq=lois+et+actes+pomme+de+terre&cd=1#v=onepage&q=&f=false>), Imprimerie impériale - Paris, p. 236 »
- [36] : « Bulletin de Lille, 1915-12 by Anonymous - Projet Gutenberg (<http://www.gutenberg.org/files/16388/16388-h/16388-h.htm>)».
- [37] : « Stocks Adolphe Dugléré(<http://chefsimon.com/duglere.htm>), ChefSimon.com».
- [38] : « L'autochrome Lumière (<http://www.institut-lumiere.org/francais/patrimoinelumiere/autochromes.html>), Institut Lumière.».

- [39] : « (en) Report of the Sixth External Program and Management Review (EPMR) of the International Potato Center (CIP) ([http://www.cipotato.org/cip/epmr/docs/CIP's 6th EPMR Report. pdf](http://www.cipotato.org/cip/epmr/docs/CIP's%206th%20EPMR%20Report.pdf)), Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR).».
- [40]: « (en) Space Spuds to the Rescue (<http://209.85.229.132/search?q=cache:Ju862q55T5QJ:www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/spacespuds.html+nasa+potato+1995&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr&client=firefox-a>), NASA. ».
- [41] : « United Nations International Year of the Potato 2008 (<http://www.potato2008.org/>). ».
- [42] : «Kechid, M. (2005). Physiologie et Biotechnologie de la Micro tubérisation de la Pomme de Terre *Solanum tuberosum*. L. *Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Biotechnologie Végétale. Université Mentouri de Constantine. 154p.*».
- [43] : «Colmerauer, A., & Roussel, P. (1996). The birth of Prolog. In *History of programming languages---II* (pp. 331-367). ».
- [44] : «Larousse, M. M. (2002). Larousse agricole. Paris: Larousse.».
- [45] : «Boufarès, F., BenSalem, A., & Correia, S. (2012, June). Qualité de données dans les entrepôts de données: élimination des similaires. In *EDA* (pp. 32-41).».
- [46] : «Kechid, M. (2005). Physiologie et Biotechnologie de la Micro tubérisation de la Pomme de Terre *Solanum tuberosum*. L. *Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Biotechnologie Végétale. Université Mentouri de Constantine. 154p.*».
- [47] : «Zemmouri, N. (2008). *Biologie et Ecologie de la reproduction de la tourterelle des bois (Streptopelia turtur arenicola L.) dans l'Algérois et en Kabylie (Algérie)* (Doctoral dissertation, INA).».
- [48] : «Téfali, B. (2013). *Financement et garanties des opérations de commerce extérieur. Cas financement des exportations en Algérie* (Doctoral dissertation, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed).».
- [49] : «(DIOUF, 2009) ». https://fr.123rf.com/photo_27462838_vue-sur-les-sacs-et-caisses-de-pommes-de-terre-%C3%A0-la-maison-de-stockage.html
- [50] : « Ricciardetto, A. (2016). *L'Anonyme de Londres (P. Lit. Lond. 165, Brit. Libr. inv. 137). Un papyrus médical grec du 1er siècle ap. J.-C.* Les Belles Lettres.»

- [51] : « Hamad, B., Aissi, M., & Harhoura, K. (2009). Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'aattoir d'El-oued. ».
- [52] : « Durable, D. C., & Déchets, A. A. (2009). METHANISATION AGRICOLE ET UTILISATION DE CULTURES ENERGETIQUES EN CODIGESTION. ».
- [53] : « Burton, D. Réduire les émissions d'oxyde nitreux dans la production de pommes de terre au Nouveau-Brunswick. ».
- [54] : « Gildemacher, P., Audet-Bélanger, G., Lindiro, R., Kamale, J. K., Simbashizubwoba, C., Niyikiza, D., & Gildemacher, P. R. (2015). *Manuel-La multiplication des semences de pommes de terre*. Centre for Development Innovation, Wageningen UR. ».
- [55] : « Ben Khédher, M., Bouk Ali, M., Bel Hadj Jilani, Z., & Aouichaoui, Z. (1988, February). The post season vegetable crops under plastic greenhouses. In *International Symposium on Simple Ventilation and Heating Methods for Greenhouses in Mild Winter Climates* 263 (pp. 33-38). ».
- [56] : « Chibane, A. (1999). Fiche technique, tomate sous serre. Transfert de Technologie en Agriculture. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. N, 57.* ».
- [57] : « He, D. F., Krause, H. J., Zhang, Y., Bick, M., Soltner, H., Wolters, N., ... & Bousack, H. (1999). HTS SQUID magnetometer with SQUID vector reference for operation in unshielded environment. *IEEE transactions on applied superconductivity*, 9(2), 3684-3687. ».
- [58] : « Ipou, I. J., Marmotte, P., Kadio, G. A., Aké, S., & Touré, Y. (2004). Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination d'Euphorbia heterophylla L.(Euphorbiaceae). *Tropicultura*, 22(4), 176-179. ».
- [59] : « Le Moëne, C. (2008). L'organisation imaginaire?. *Communication et organisation*, (34), 130-152. ».
- [60] : « Bamouh, H. (1999). Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. *N, 58*, 1-15. ».
- [61] : « Schmidt, D. (2004). *Les conflits d'intérêts dans la société anonyme*. Joly. ».
- [62] : « Genon, C., Chartrain, C., & Delebarre, C. (2009). Pour une promotion de la santé lesbienne: état des lieux des recherches, enjeux et propositions. *Genre, sexualité & société*, (1). ».

- [63] : « Rézeau, P. (2008). Aspects du français et du créole des Antilles (notamment Saint-Domingue) à la fin du XVIIIe siècle, d'après le témoignage d'un lexicographe anonyme. *Richesses du français et géographie linguistique. Bruxelles, De Boeck/Duculot*, 2, 195-226. ».
- [64] : « Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., & Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(3), 319-335. ».
- [65] : « Johnson, B. E., Kadison, R. V., & Ringrose, J. R. (1972). Cohomology of operator algebras. III: Reduction to normal cohomology. *Bulletin de la Société Mathématique de France*, 100, 73-96. ».
- [66] : « Anonyme, L. (1994). Code des obligations civiles et commerciales annoté [par Moustapha Ndoye et Doudou Ndoye]. *Dakar: EDJA*. ».
- [67] : « Ouarda, D. Appréciation de la diversité génétique de cinq espèces du genre *Medicago* L. collectées dans le Nord Algérien par les marqueurs protéiques (Globulines). ».
- [68] : « Zaag, P. V., Fox, R. L., Kwakye, P. K., & Obigbesan, G. O. (1980). The phosphorus requirements of yams (*Dioscorea* spp.). *Tropical Agriculture*, 57(2), 97-106. ».
- [69] : « Roussel, E. (1996). *Jean Monnet: 1888-1979* (p. 165). Paris: Fayard. ».
- [70] : « Brignon, J. M., Malherbe, L., & Soleille, S. (2004). Les substances dangereuses prioritaires de la directive cadre sur l'eau-Fiches de données technico-économiques. ».
- [71] : « Diop Sall, F. (2011). Programme d'aménagement et de développement économique des Niayes (paden): étude diagnostique sur l'égalité entre les femmes et les hommes (ÉFH) dans les Niayes: rapport final. ».
- [72] : « <https://agronomie.info/fr/la-culture-de-la-pomme-de-terre/>. ».
- [73] : « TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE ' Techniques de Production de la Pomme de Terre au Maroc' ».
- [74] : « Lazarovits, G., Conn, K. L., & Potter, J. (1999). Reduction of potato scab, verticillium wilt, and nematodes by soy meal and meat and bone meal in two Ontario potato fields. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 21(4), 345-353. ».
- [75] : « Né, O., & Hama, M. D. (2012). Pratiques alimentaires et suivi nutritionnel des enfants malnutris de la commune de Sikasso. ».

[76] : «Peesten, H. M. G., Schipper, E., & Schipper, J. K. (2007). Catalogue neerlandais des variétés de pommes de terre. *Netherlands Potato Consultative Foundation (NIVAP), Rotterdam.*».

[77] : « classement mondial LPI 2018». <https://lpi.worldbank.org/international/global/2018>

[78] : « Bessaoud, O., & Lefki, K. (2018). Diagnostic du système de régulation de la pomme de terre en Algérie.».

RESUME :

Les chaînes logistiques sont essentielles au secteur agricole de tous les pays pour garantir que les produits sont livrés dans les meilleures conditions possibles et à un prix approprié pour les consommateurs. Dans cette thèse, notre objectif est de conceptualiser une chaîne logistique efficace pour la production de pommes de terre en Algérie, avec un horizon de planification d'un an qui permettra de répondre à la demande des clients et de faire face aux fluctuations de prix auxquelles les marchés algériens se sont habitués. Pour atteindre cet objectif, nous utilisons le solveur **CPLEX Studio IDE**, en commençant par les surfaces de plantation nécessaires dans les différentes zones du pays pour satisfaire la demande du client, tout en tenant compte du rendement de ces zones et des coûts de transport et des différentes variables affectant le processus jusqu'aux quantités finales qui atteignent les stocks devant être distribués.

Mots clés : Chaînes logistiques, horizon de planification, demande des clients, fluctuations des prix, zones de plantation, rendements, coûts de transport, zone de stockage.

ABSTRACT:

Supply chains are essential to the agricultural sector in any country to assure that the products are delivered in the best possible condition and in the appropriate price for the consumers. In this thesis, our goal is to conceptualize an efficient supply chain for the production of potatoes in Algeria, with a planning horizon of one year that will enable the customer demand to be met and prevent the price fluctuations that the Algerian markets have become accustomed to. Utilizing the **CPLEX Studio IDE** solver to achieve this goal, we start with the plantation surfaces needed in different zones of the country to satisfy the client demand, as well as taking the yield of these zones and the transportation costs into consideration and the different variables affecting the process all the way to the final quantities that reach the stocks to be distributed.

Key words: Supply chains, planning horizon, customer demand, price fluctuations, plantation zones, yields, transportation, warehouses.

ملخص :

تعتبر سلاسل الامداد جد مهمة بالنسبة للقطاع الزراعي في أي بلد لضمان إيصال المنتجات بأفضل حالة ممكنة وبأسعار مناسبة للمستهلكين. في هذه الأطروحة ، هدفنا هو بناء سلسلة امداد إنتاج البطاطا في الجزائر ، مع وضع مخطط أستراتيجي لسنة واحدة نحاول فيها تلبية طلب المستهلكين ومواجهة تقلبات الأسعار التي تعودت عليها الأسواق الجزائرية. لقد استعنا ببرنامج

CPLEX Studio IDE للتوصل الى الحل ولبلوغ هذا الهدف نبحت عن المناطق الزراعية اللازمة

لتلبية طلب المستهلكين، مع مراعاة مردودية هذه المناطق وتكاليف النقل ومختلف المتغيرات التي تؤثر على هذه الدراسة حتى نصل الى الكميات النهائية اللازمة التي ستوزع على مخازن البطاطا.

الكلمات الرئيسية : سلاسل الامداد ، مخطط طلب الزبون ، تقلبات الأسعار ، الاراضي الزراعية ، تكاليف النقل، مناطق التخزين.