



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences agronomique

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de
Master en sciences d'agronomie

Spécialité : Aménagement Hydroagricole

Thème

**Approche et étude statistique de la production
et surface des cultures maraîchères en région
méditerranéenne : cas**

Soutenu le : 01/07/2026

Présenté par :

GOUAL Yasser Miloud

KOUARI Nouredine

Devant le jury :

Présidente : **D^r. Belhanafi Chahrazed** Université de Mostaganem

Examineur : **D^r. Boualem Abdelkader** Université de Mostaganem

Encadrante : **P^r. Fatima Zohra Younsi** Université de Mostaganem

Année Universitaire 2025-2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante Pr. YOUNSI Fatima Zohra, pour avoir accepté de diriger ce mémoire. Nous lui sommes profondément reconnaissants pour sa disponibilité, ses précieux conseils, ses orientations pertinentes et son accompagnement tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude aux honorables membres du jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer ce travail. Nous les remercions pour l'intérêt qu'ils lui portent ainsi que pour le temps consacré à son examen et à son appréciation.

Nous exprimons également notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire et nous ont apporté leur soutien durant cette période.

Qu'elles trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et de nos sincères remerciements.

Résumé

La pomme de terre et les cultures maraîchères occupent une place stratégique dans l'agriculture et l'alimentation en Algérie, et la région de Mostaganem constitue l'un des principaux bassins de production du pays. Ce travail vise à caractériser les exploitations maraîchères de la région et à analyser la dynamique de la production de pomme de terre par saison culturale (primeur, saison et arrière-saison). Il s'appuie, d'une part, sur des séries statistiques de superficie, de production et de rendement couvrant cinq campagnes (2020/21 à 2024/25) et, d'autre part, sur une enquête de terrain menée auprès de six exploitations maraîchères. Des outils statistiques adaptés au faible effectif ont été mobilisés : statistique descriptive, test de tendance de Mann-Kendall, corrélations de Pearson et de Spearman, et tests non paramétriques de Friedman et de Wilcoxon. Les résultats montrent que la culture primeur domine largement la production (environ 85 %, part croissante), tandis que la culture de saison recule de façon significative ; la production est par ailleurs très fortement liée aux superficies cultivées. L'enquête révèle une prédominance de l'irrigation localisée (goutte-à-goutte), des rendements élevés pour la tomate, et un flétrissement d'origine surtout physiologique et thermique. De portée indicative compte tenu du faible effectif, ces résultats éclairent les dynamiques et les contraintes de la production maraîchère régionale.

Mots-clés : pomme de terre ; cultures maraîchères ; tomate ; Mostaganem ; rendement ; irrigation ; Mann-Kendall ; Friedman.

Abstract

Potato and market-garden crops hold a strategic place in Algerian agriculture and food supply, and the region of Mostaganem is one of the country's leading production areas. This study aims to characterise the market-garden farms of the region and to analyse the dynamics of potato production by growing season (early, main and late crops). It draws, on the one hand, on statistical series of area, production and yield covering five campaigns (2020/21 to 2024/25) and, on the other hand, on a field survey of six market-garden farms. Statistical tools suited to the small sample were used: descriptive statistics, the Mann-Kendall trend test, Pearson and Spearman correlations, and the non-parametric Friedman and Wilcoxon tests. The results show that the early (primeur) crop largely dominates production (about 85%, with a rising share), whereas the main-season crop declines significantly; production is also very strongly linked to the cultivated area. The survey reveals a predominance of localised (drip) irrigation, high yields for tomato, and wilting of mainly physiological and thermal origin. Given the small sample, these results are indicative and shed light on the dynamics and constraints of market-garden production in the region.

Keywords: potato; market-garden crops; tomato; Mostaganem; yield; irrigation; Mann-Kendall; Friedman.

ملخص

تحتل البطاطا والمحاصيل الخضرية مكانةً استراتيجيةً في الزراعة والتغذية في الجزائر، وتُعدّ منطقة مستغانم من أهمّ أحواض الإنتاج في البلاد. يهدف هذا العمل إلى توصيف المستثمرات الخضرية في المنطقة وتحليل ديناميكية إنتاج البطاطا حسب الموسم الزراعي (البطاطا المبكرة، والموسمية، والمتأخرة). ويعتمد من جهةٍ على سلاسل إحصائية للمساحة والإنتاج والمردود تغطّي خمس حملات زراعية (21/2020 إلى 25/2024)، ومن جهةٍ أخرى على تحقيق ميدانيّ شمل ستّ مستثمرات خضرية. وقد استُخدمت أدوات إحصائية ملائمة لصغر حجم العيّنة: الإحصاء الوصفي، واختبار مان-كندال للاتجاه، ومعامل ارتباط بيرسون وسبيرمان، واختبارا فريدمان وويلكوكسون اللامعلميّان. تُظهر النتائج أنّ البطاطا المبكرة تهيمن بوضوح على الإنتاج (نحو 85%)، بحصةٍ متزايدة، في حين تتراجع البطاطا الموسمية تراجعاً معنوياً؛ كما أنّ الإنتاج مرتبطٌ ارتباطاً وثيقاً بالمساحات المزروعة. ويكشف التحقيق عن هيمنة الريّ الموضعي (بالتنقيط)، ومردودٍ مرتفعٍ للطماطم، وذبولٍ ذي أصلٍ فيزيولوجيّ وحراريّ أساساً. ونظراً لصغر حجم العيّنة، تبقى هذه النتائج ذات دلالةٍ إرشاديةٍ تُلقِي الضوء على ديناميكيات ومعوّقات الإنتاج الخضري في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: البطاطا؛ المحاصيل الخضرية؛ الطماطم؛ مستغانم؛ المردود؛ الريّ؛ مان-كندال؛ فريدمان.

Table de Matière

Introduction générale.....	10
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique : présentation des cultures étudiées.....	13
1. Introduction.....	13
2. L'ail (<i>Allium sativum</i>).....	13
2.1. Présentation	13
2.2. Cycle cultural.....	13
2.3. Exigences pédoclimatiques	14
2.4. Conservation et commercialisation.....	15
2.5. Production et importance économique en Algérie	15
3. La tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	15
3.1. Présentation	15
3.2. Exigences pédoclimatiques	16
3.3. 2.3. Cycle cultural et conduite (plein champ).....	16
3.4. La tomate industrielle : spécificités et transformation	17
3.5. Production et importance économique en Algérie	18
4. L'oignon (<i>Allium cepa</i>).....	18
4.1. Présentation	18
4.2. Cycle et exigences pédoclimatiques.....	19
4.3. Conduite culturale et contraintes phytosanitaires.....	19
5. La pomme de terre (<i>Solanum tuberosum</i>).....	20
5.1. Présentation et classification.....	20
5.2. Cycle de croissance.....	20
5.3. Systèmes de culture en Algérie	21
5.4. Production et importance économique.....	21
5.5. Facteurs influençant le rendement.....	21
6. Conclusion	21
Chapitre 2 Matériels et méthodes.....	24
1. Introduction.....	24
2. Présentation de la région d'étude (Mostaganem).....	24
2.1. Cadre géographique et administratif.....	24

2.2.	Caractéristiques physiques	24
2.3.	Climat.....	25
3.	Données utilisées.....	25
4.	Méthodologie d'analyse.....	26
4.1.	Indicateurs étudiés.....	26
4.2.	Méthodes statistiques	27
4.2.1.	Statistique descriptive	27
4.2.2.	Analyse de l'évolution temporelle	28
4.2.3.	Analyse de la relation entre variables.....	30
4.2.4.	Analyse comparative	30
4.3.	Synthèse de la démarche	31
5.	Conclusion	32
Chapitre 3 Résultats et discussion.....		34
1.	Introduction.....	34
2.	Caractérisation des exploitations enquêtées.....	34
2.1.	Tableau de caractérisation synthétique	34
2.2.	Répartition des pratiques culturales.....	35
2.3.	Conditions pédoclimatiques par culture	35
2.4.	Suivi hydrique et flétrissement.....	36
2.5.	Synthèse technique par culture.....	37
2.6.	Comparaison des rendements et mise en relation.....	37
2.7.	Éléments économiques	38
3.	Analyse statistique de la production de pomme de terre (2020/21–2024/25)	39
3.1.	Données et calcul du rendement	39
3.2.	Statistique descriptive	40
3.3.	Évolution temporelle (2020/21–2024/25).....	41
3.4.	Structure saisonnière de la production.....	44
3.5.	Corrélation superficie–production.....	44
4.	Comparaison des rendements selon la saison culturale de la pomme de terre.....	45
5.	Discussion	47

6. Limites et perspectives	47
Conclusion générale	50
Bibliographie	52
Webographie	53

Liste des tableaux

Tableau 1 Évolution de la superficie et de la production de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem, par système de culture (2020/21–2024/25).	26
Tableau 2 Caractérisation synthétique des six exploitations enquêtées.	34
Tableau 3 Conditions pédoclimatiques par culture.	36
Tableau 4 Suivi hydrique et symptômes de flétrissement par culture.	36
Tableau 5 Synthèse technique par culture.	37
Tableau 6 Éléments économiques par culture.	39
Tableau 7 Superficie et production de la pomme de terre par saison.	40
Tableau 8 Rendement de la pomme de terre par saison (q/ha).	40
Tableau 9 Statistiques descriptives par variable et par saison.	40
Tableau 10 Taux de croissance annuels de la production (%) et TCAM.	41
Tableau 11 Taux de croissance annuel moyen (TCAM) des trois variables, par saison.	41
Tableau 12 Corrélation entre superficie et production, par saison.	44
Tableau 13 Rendements de la pomme de terre selon la saison culturale (Mostaganem, 2020/21–2024/25).	45

Liste des Figures

Figure 1: cycle cultural de l'ail.....	14
Figure 2 cycle cultural de la tomate	17
Figure 3 transformation industrielle de la tomate	18
Figure 4 cycle cultural de l'oignon.....	19
Figure 5. cycle de croissance de la pomme de terre	20
Figure 6 Carte de localisation de la zone d'étude	24
Figure 7 diagramme ombrothermique de Mostaganem.....	25
Figure 8 Répartition du type de sol, du mode d'irrigation et du niveau de stress hydrique (n = 6).....	35
Figure 9 Rendement par culture, selon le niveau de stress hydrique.....	38
Figure 10 Évolution de la production par saison.	42
Figure 11 Évolution de la superficie par saison.....	42
Figure 12 Évolution du rendement par saison.....	43
Figure 13 Indice d'évolution de la production (base 100 = 2020/21).	43
Figure 14 Structure saisonnière de la production (part en %).	44

Introduction Générale

Introduction générale

L'agriculture constitue un secteur stratégique pour l'économie algérienne et pour sa sécurité alimentaire. Parmi les filières les plus dynamiques, le maraîchage occupe une place de premier plan, tant par les surfaces qu'il mobilise que par sa contribution à l'approvisionnement des marchés en produits frais. La wilaya de Mostaganem, située sur le littoral ouest du pays, en est l'une des régions les plus représentatives : la diversité de ses sols, la disponibilité de la ressource en eau et la douceur de son climat y favorisent une large gamme de cultures maraîchères, au premier rang desquelles la pomme de terre.

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est la troisième culture vivrière la plus consommée au monde et occupe une place reconnue dans la sécurité alimentaire mondiale (Devaux et al., 2014 ; Devaux et al., 2020). Elle offre un rendement élevé en énergie et en matière sèche par unité de surface et par unité d'eau, et sa production mondiale a progressé d'environ 25 % au cours des vingt dernières années (FAOSTAT, 2025).

La performance de ces cultures dépend étroitement de la maîtrise de plusieurs facteurs : le choix des espèces et des variétés, la qualité du sol, la conduite de l'irrigation et la gestion du stress hydrique. Or, dans un contexte de variabilité climatique et de pression croissante sur la ressource en eau, la compréhension fine de la dynamique de production et des pratiques culturales devient essentielle pour accompagner les agriculteurs et orienter les choix techniques (MADR, 2020 ; ONS, 2023).

C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail, qui combine deux approches complémentaires. La première est une analyse statistique de l'évolution de la production de pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem sur cinq campagnes agricoles (2020/21 à 2024/25), afin d'en dégager les tendances, la structure saisonnière et les relations entre superficie et production. La seconde est une enquête de terrain auprès de six exploitations maraîchères, visant à caractériser leurs conditions pédoclimatiques, leurs systèmes d'irrigation, leur niveau de stress hydrique et leurs rendements.

Les objectifs de ce mémoire sont donc de : (i) analyser la dynamique récente de la production de pomme de terre dans la région d'étude ; (ii) caractériser un échantillon d'exploitations maraîchères représentatives de la diversité locale ; et (iii) dégager, à partir de ces résultats, des enseignements agronomiques utiles à la conduite des cultures et à la gestion de l'eau.

Pour répondre à ces objectifs, le mémoire est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique des cultures étudiées.

Le deuxième chapitre décrit la région d'étude, les données mobilisées et les méthodes statistiques employées.

Le troisième chapitre expose et discute les résultats, tant pour la caractérisation des exploitations enquêtées que pour l'analyse de la production de pomme de terre.

Une conclusion générale dresse enfin le bilan du travail et en trace les perspectives.

Chapitre I

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique : présentation des cultures étudiées

1. Introduction

Les cultures maraîchères occupent une place importante dans les systèmes agricoles algériens, en raison de leur rôle économique et alimentaire. Parmi elles, l'ail (vert et sec), la tomate (de plein champ et industrielle), l'oignon et la pomme de terre figurent parmi les productions les plus répandues et les plus demandées. Ces espèces présentent des caractéristiques agronomiques variées et des exigences spécifiques selon les conditions de production. Elles ont toutefois rarement été étudiées conjointement dans un même cadre d'analyse, ce qui limite la compréhension comparée de leurs performances et de leur évolution.

Ce chapitre présente ces cultures et leurs principales caractéristiques botaniques, culturales et économiques afin de mieux appréhender leur dynamique de production, qui fera l'objet de l'analyse statistique des chapitres suivants.

2. L'ail (*Allium sativum*)

2.1. Présentation

L'ail commun ou ail cultivé (*Allium sativum*) est une plante potagère vivace monocotylédone dont les bulbes, à l'odeur et au goût forts, sont employés comme condiment. La tête d'ail se compose de plusieurs gousses (ou caïeux). Originaire d'Asie centrale, l'ail est cultivé depuis plusieurs millénaires dans le bassin méditerranéen et reste très apprécié pour ses qualités gustatives et médicinales (Petrovska, 2012). On en distingue plusieurs types, et sa multiplication se fait exclusivement par caïeux.

On distingue l'ail vert (ou aillet), jeune pousse récoltée avant la formation complète du bulbe, dont on consomme le fût et les feuilles, plus doux que l'ail sec ; et l'ail sec, récolté à pleine maturité puis séché pour une meilleure conservation, à la saveur plus intense et piquante.

2.2. Cycle cultural

La multiplication s'effectue par plantation des caïeux, qui doivent au préalable avoir subi une période de froid (vernalisation) pour être aptes à produire un bulbe. Après la plantation, l'ail

requiert un climat frais et des jours qui s'allongent durant les premiers mois, ce qui favorise le développement du feuillage ; une période plus chaude, avec des jours qui raccourcissent, favorise ensuite la maturation du bulbe.

En Algérie, deux voies principales sont pratiquées. La plantation d'automne (septembre à novembre, idéalement octobre) est la plus courante pour l'ail vert précoce : l'émergence et la croissance végétative s'étalent de l'automne à l'hiver, et la récolte de l'ail vert intervient dès février-mars dans les régions chaudes (El-Oued, Annaba, Mila) jusqu'en avril-mai dans le Nord et en Kabylie. La plantation de printemps (janvier à mars) conduit à une récolte d'avril à juin. La durée du cycle est d'environ 3 à 4 mois pour l'ail vert et de 5 à 6 mois (jusqu'à 8 ou 9 mois pour les variétés d'automne) pour l'ail sec.

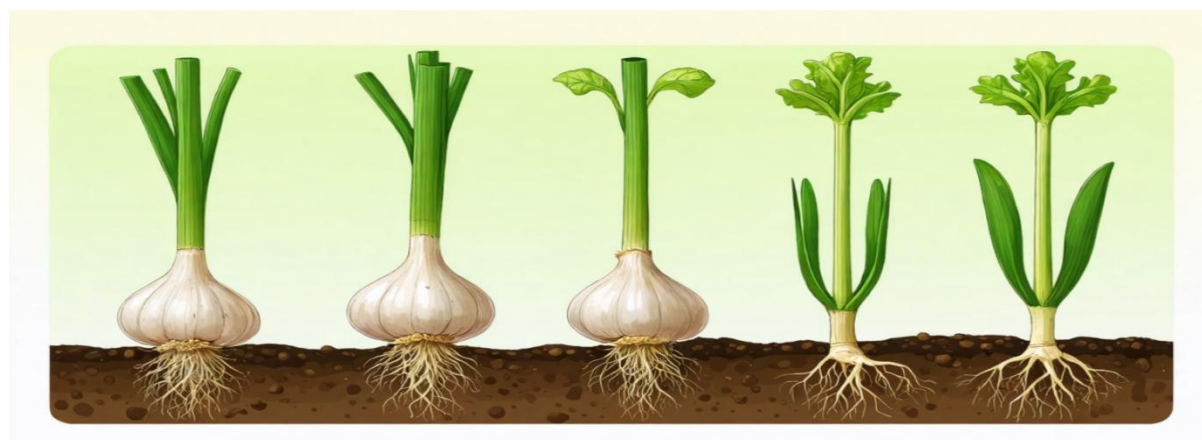


Figure 1: cycle cultural de l'ail¹

2.3. Exigences pédoclimatiques

Sur le plan climatique, l'ail a besoin d'une période froide pour la levée de la dormance et la bulbaison. Au repos, le bulbe supporte des températures très basses ; la dormance est levée par des températures fraîches (de l'ordre de 0 à 10 °C pendant plusieurs semaines). La tubérisation est ensuite favorisée par des jours longs et des températures avoisinant 20 °C.

Sur le plan pédologique, l'ail préfère un sol limoneux, bien drainé et riche en matière organique, dont le pH est compris entre environ 6,0 et 7,5. Les sols trop argileux se compactent et entravent le développement du bulbe ; les sols trop sableux retiennent mal l'eau et les éléments nutritifs. Un travail profond du sol facilite l'enracinement, et un apport de fumier bien décomposé est

¹ <https://aquareves.fr/cycle-croissance-ail>

recommandé l'automne précédant la culture. Bien que peu exigeant en fertilisants, l'ail bénéficie d'un apport d'azote (de l'ordre de 70 à 125 kg/ha) au début du printemps pour démarrer la croissance végétative, le rendement étant directement lié à la quantité de feuillage produit (Bulbiverse, 2024).

2.4. Conservation et commercialisation

L'ail se conserve aussi bien à basse température (entre -1 et $+1$ °C) qu'à température élevée (18 à 25 °C). La conservation au froid est efficace mais peut perturber les caïeux de semence ; la conservation à température élevée entraîne des conséquences physiologiques plus réduites. La température critique de levée de dormance est d'environ $+7$ °C. L'ail vert, fragile, est commercialisé frais et rapidement, en bottes, sur les marchés locaux, tandis que l'ail sec se prête à un stockage prolongé.

2.5. Production et importance économique en Algérie

La filière ail revêt une importance stratégique. Depuis l'arrêt des importations en 2017, l'Algérie couvre l'essentiel de ses besoins nationaux. La wilaya de Mila est le principal bassin de production, avec environ 60 % de la production nationale : pour la campagne 2023/24, la production y a dépassé 1,6 million de quintaux sur près de 3 075 hectares, principalement dans les communes du sud de la wilaya (périmètre irrigué de Teleghma). L'ail vert permet une commercialisation précoce, source d'un revenu rapide pour les agriculteurs, tandis qu'une partie de la production d'ail sec est stockée en chambres froides pour réguler le marché. La filière fait toutefois face à plusieurs contraintes, notamment la disponibilité de la main-d'œuvre et la gestion de la ressource hydrique, et la transformation (poudre, conserves) demeure un créneau en développement [Web1 ,Web2].

3. La tomate (*Solanum lycopersicum*)

3.1. Présentation

La tomate (*Solanum lycopersicum*) appartient à la famille des Solanacées et est originaire d'Amérique du Sud. C'est une plante annuelle dont la partie consommée est le fruit mûr, apprécié pour sa valeur nutritive (richesse en vitamines A et C). Elle constitue l'une des principales cultures maraîchères d'été. En Algérie, elle s'adapte à de nombreuses régions (littoral, intérieur et sud) et se décline en deux grands usages : la tomate de plein champ destinée

à la consommation fraîche et la tomate industrielle destinée à la transformation (Bedjaoui et Zermane, 2019).

3.2. Exigences pédoclimatiques

La tomate est une plante de saison chaude. Son optimum thermique se situe entre 18 et 25 °C le jour et 15-16 °C la nuit ; la croissance s'arrête en dessous d'environ 10-12 °C (zéro de végétation), et au-delà de 35 °C les fleurs avortent et la nouaison diminue fortement. La culture requiert un bon ensoleillement et une humidité relative modérée (60 à 70 %) ; une humidité excessive favorise les maladies, notamment le mildiou (*Phytophthora infestans*). Elle préfère des sols légers, profonds et bien drainés, dont le pH optimal est compris entre 5,5 et 7,0 (avec une tolérance jusqu'à environ 8,5), et une teneur en matière organique de 2 à 3 %. Elle tolère une salinité modérée et répond favorablement aux apports de calcium (qui limitent la pourriture apicale).

3.3. 2.3. Cycle cultural et conduite (plein champ)

Le cycle complet dure de 95 à 160 jours selon la variété et la région. La germination intervient en 5 à 10 jours à 20-25 °C ; les plants sont élevés en pépinière puis repiqués au champ au stade de 4 à 6 vraies feuilles. La floraison survient une cinquantaine de jours après le semis, suivie de la nouaison, de la fructification et d'une maturation échelonnée. En plein champ, l'écartement classique est de 60-80 cm entre les lignes et de 40-50 cm sur la ligne (soit 23 000 à 33 000 plants/ha). La culture est exigeante en eau, surtout de la floraison à la fructification : l'irrigation au goutte-à-goutte est recommandée pour éviter le stress hydrique, responsable de la nécrose apicale. La fertilisation privilégie le potassium (qualité des fruits) et un apport azoté modéré. Le rendement courant est de 35 à 60 t/ha, et peut dépasser 70 t/ha dans les meilleures conditions.

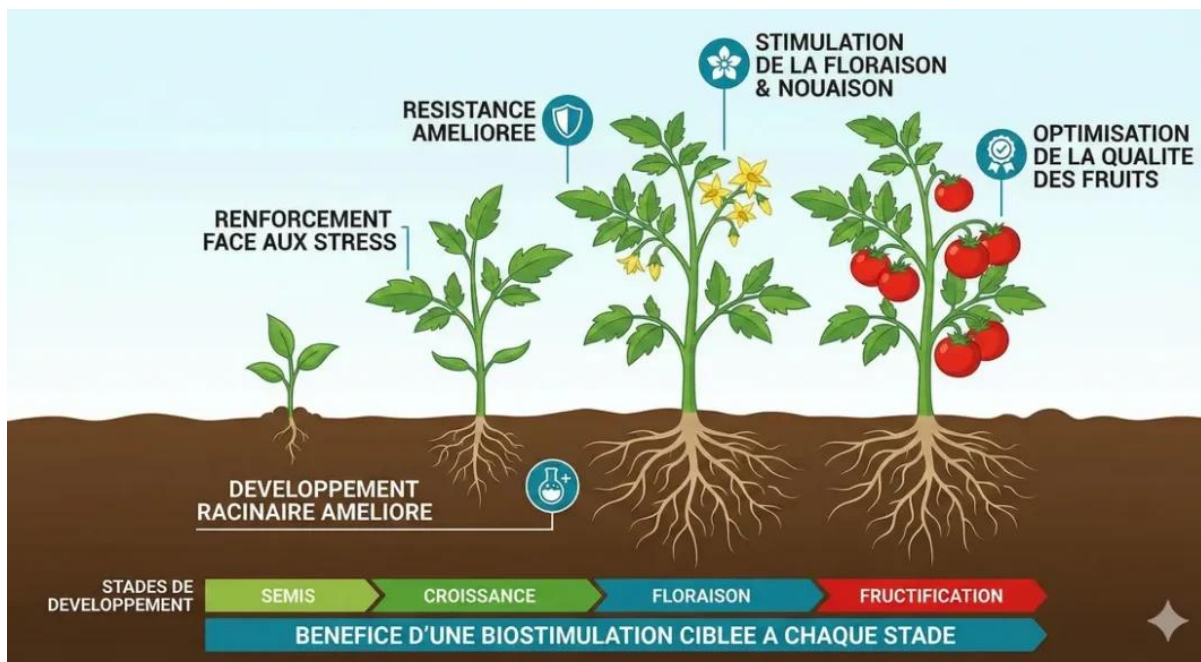


Figure 2 cycle cultural de la tomate²

3.4. La tomate industrielle : spécificités et transformation

La tomate industrielle est l'une des cultures de transformation les plus importantes au monde (concentrés, sauces, jus, conserves). En Algérie, la production a connu une forte croissance, avec un record d'environ 2,7 millions de tonnes en 2024, dont environ la moitié destinée à la transformation. Les principaux bassins se situent à l'est (Guelma, El Tarf, Annaba, Skikda) et à l'ouest (Relizane, Aïn Defla, Chlef). Les variétés utilisées sont majoritairement des hybrides F1 à port déterminé, adaptées à la culture en plein champ, à l'irrigation au goutte-à-goutte et à la récolte semi-mécanisée, et sélectionnées pour leur rendement, leur fermeté, leur couleur et leur teneur en sucre (degré Brix). La transformation porte principalement sur les concentrés (simple, double ou triple). La filière est fortement contractualisée, les agriculteurs travaillant en lien étroit avec les unités de transformation (Snoussi, 2010).

² <https://www.agri-mag.com/2026/01/01/biostimulants-booster-performance-cultures/>



Figure 3 transformation industrielle de la tomate³

3.5. Production et importance économique en Algérie

La filière tomate industrielle illustre une dynamique d'extension et de modernisation. À titre d'exemple, la wilaya d'El Tarf a récolté environ 3,4 millions de quintaux sur 4 540 hectares, avec un rendement souvent supérieur à 750 q/ha, grâce à la généralisation du goutte-à-goutte, à l'introduction de variétés hybrides et à un accompagnement technique renforcé. À l'ouest, la wilaya de Relizane confirme sa montée en puissance. Cette diffusion géographique, associée à la présence d'unités de transformation de grande capacité, traduit la structuration croissante d'une filière orientée vers la réduction des importations (Bouزيد et Bedrani, 2013).

4. L'oignon (*Allium cepa*)

4.1. Présentation

L'oignon (*Allium cepa*) est l'espèce la plus cultivée du genre *Allium*. Le plus souvent bisannuel, il est généralement conduit comme une plante annuelle et récolté au cours de sa première saison de croissance. Il est proche de l'ail, du poireau et de la ciboulette.

³ <https://algeriainvest.com/fr/premium-news/tomate-industrielle-une-filiere-strategique-qui-resiste-aux-aleas-climatiques>

4.2. Cycle et exigences pédoclimatiques

L'oignon prospère dans les sols légers, bien drainés et riches en humus, dont le pH optimal est compris entre 6,0 et 7,0. Les terres argileuses compactes favorisent la pourriture des bulbes et compliquent l'arrachage. Les besoins thermiques varient selon les phases : germination optimale entre 15 et 20 °C, croissance végétative entre 20 et 25 °C, et maturation du bulbe entre 25 et 30 °C ; une exposition ensoleillée favorise la qualité gustative et la conservation. La graine étant lente à lever (environ trois semaines), trois modes de plantation sont pratiqués : le semis direct, la plantation de bulbilles et le semis en mottes (ou en pépinière suivi d'un repiquage) (CNRADA, 2023).

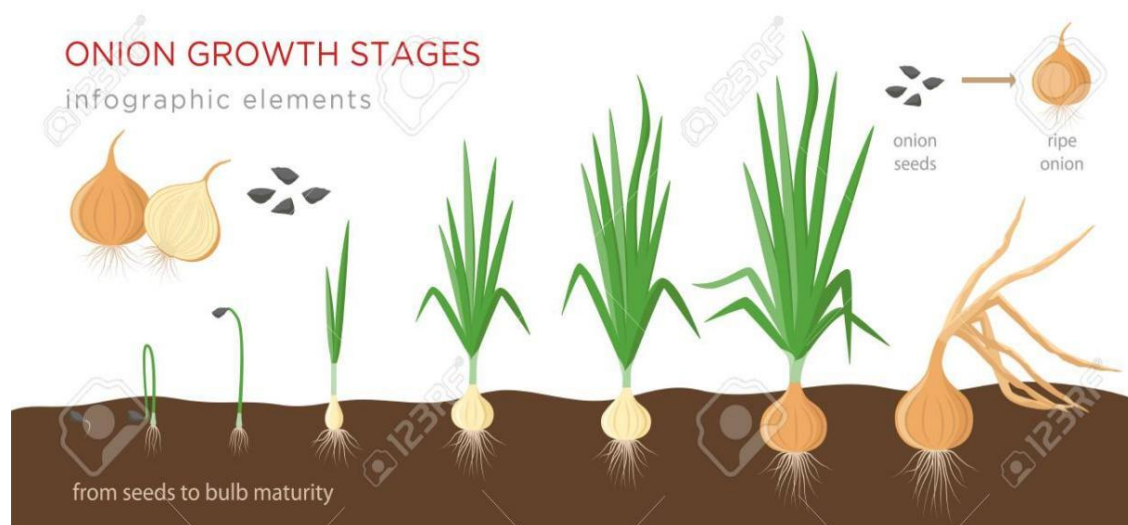


Figure 4 cycle cultural de l'oignon⁴

4.3. Conduite culturale et contraintes phytosanitaires

La réussite de la culture suppose une préparation soignée du sol et une analyse préalable du pH. L'arrosage doit être régulier mais modéré, un excès d'eau favorisant les pourritures et les maladies fongiques. La fertilisation associe des amendements organiques en début de cycle et des apports minéraux aux stades clés. La récolte intervient entre 70 et 160 jours après le semis selon la variété, lorsque le feuillage jaunit et que le collet se ramollit. Les principales contraintes phytosanitaires sont le mildiou, le botrytis et la pourriture blanche, ainsi que certains ravageurs (notamment la mouche de l'oignon), à gérer par de bonnes pratiques culturales et le choix de variétés résistantes.

⁴ www.depositphotos.com

5. La pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

5.1. Présentation et classification

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est un tubercule comestible riche en nutriments, essentiel à la sécurité alimentaire. Sur le plan systématique, elle appartient à l'ordre des Solanales, à la famille des Solanaceae, au genre *Solanum*, à la section *Petota* et à la série *Tuberosa* (Hawkes, 1990).

5.2. Cycle de croissance

Le cycle de croissance, d'une durée totale de 90 à 120 jours (davantage pour les variétés tardives), se décompose en cinq phases. La levée correspond au développement du germe à partir des réserves du tubercule-mère. Le développement végétatif est marqué par une croissance rapide du feuillage et du système racinaire. L'initiation des tubercules (tubérisation), souvent concomitante de la floraison, voit les stolons souterrains se renfler à leurs extrémités ; cette phase critique exige une humidité constante du sol. Le grossissement des tubercules correspond à l'accumulation d'amidon et d'eau. Enfin, la maturation et la sénescence se traduisent par le jaunissement puis le dessèchement du feuillage et l'épaississement de la peau des tubercules, qui sont alors prêts à être récoltés (Menouer, 2021).

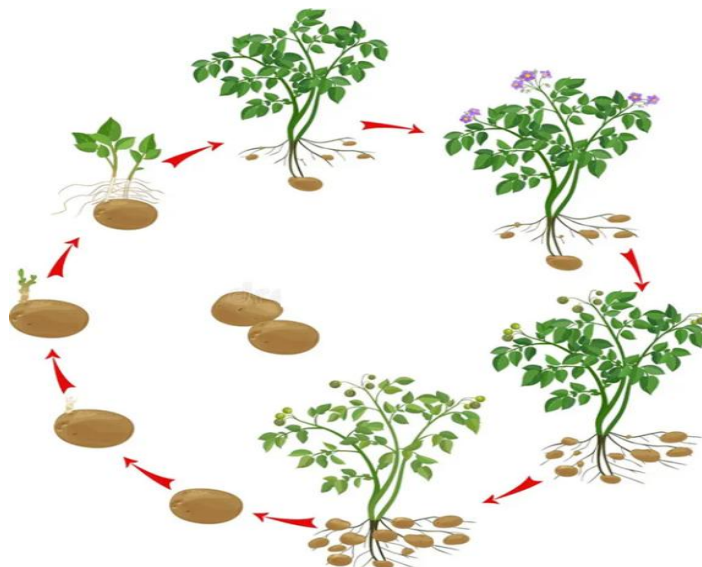


Figure 5. cycle de croissance de la pomme de terre⁵

⁵ <https://www.istockphoto.com/fr/vectorel/cycle-de-croissance-des-plants-de-pomme-de-terre-gm546765458-98693749>

5.3. Systèmes de culture en Algérie

Grâce à la diversité de ses conditions pédoclimatiques, l'Algérie pratique trois systèmes de culture qui étalent la production sur presque toute l'année. La **culture primeur** (plantation de mi-novembre à mi-janvier, récolte en mars-avril) concerne des surfaces réduites mais procure des prix élevés, elle est développée dans les zones littorales et sublittorales (Mostaganem, Aïn Defla). La culture de saison (plantation de mi-janvier à mi-mars, récolte de juin à septembre) est la plus importante en volume et domine dans les plaines intérieures et les hauts plateaux. La culture d'arrière-saison (plantation de mi-août à octobre, récolte de décembre à février) est très développée dans les régions sahariennes, notamment à El Oued. L'irrigation, exigeante (500 à 700 mm par cycle), y est quasi systématique.

5.4. Production et importance économique

La pomme de terre s'est hissée au rang de première culture maraîchère du pays, tant par la superficie que par la production. Sa consommation par habitant est élevée. La culture joue un rôle économique majeur (part significative de la valeur agricole nationale, emplois créés) et sa production suit une dynamique de croissance sur la dernière décennie. La filière demeure toutefois sensible à l'instabilité des prix et à la dépendance partielle aux semences importées.

5.5. Facteurs influençant le rendement

Le rendement moyen national se situe entre 250 et 340 q/ha environ, avec des écarts importants selon les régions et les saisons. Trois catégories de facteurs l'expliquent. Les facteurs climatiques (gelées de printemps ou d'automne, températures excessives pendant la tubérisation, irrégularité des précipitations) pèsent fortement, notamment en primeur et en arrière-saison. Les facteurs techniques comprennent la qualité des semences (l'usage de semences certifiées améliore le rendement), l'équilibre de la fertilisation et de l'irrigation, la rotation des cultures et la lutte phytosanitaire (mildiou, pucerons, nématodes). Les facteurs économiques : coût élevé des intrants, accès au crédit et à la mécanisation, instabilité des prix, accès au foncier et à l'eau conditionnent les décisions d'investissement et, indirectement, les rendements.

6. Conclusion

Les cultures présentées partagent une forte sensibilité aux conditions pédoclimatiques et aux contraintes économiques, et jouent un rôle central dans la sécurité alimentaire et l'économie

agricole algériennes. Leurs performances varient selon les systèmes de culture, les régions et les pratiques. Le chapitre suivant précise la zone d'étude, les données mobilisées et la méthodologie statistique retenue pour analyser l'évolution de ces productions, en s'appuyant plus particulièrement sur le cas de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem.

Chapitre II

Chapitre 2 Matériels et méthodes

1. Introduction

Ce chapitre présente la région d'étude, les données mobilisées et les méthodes statistiques utilisées pour analyser l'évolution des cultures maraîchères, et plus particulièrement de la pomme de terre, dans la wilaya de Mostaganem.

2. Présentation de la région d'étude (Mostaganem)

2.1. Cadre géographique et administratif

La wilaya de Mostaganem occupe une position charnière entre l'Oranie et le centre du pays. Elle est bordée au nord par la mer Méditerranée (sur environ 124 km de côtes), à l'est par la wilaya de Chlef, au sud-est par Relizane, au sud par Mascara et à l'ouest par Oran. Sa superficie est d'environ 2 269 km². Sur le plan administratif, elle se compose de 10 daïras et de 32 communes ; la ville de Mostaganem, chef-lieu, en constitue le principal pôle urbain et administratif.

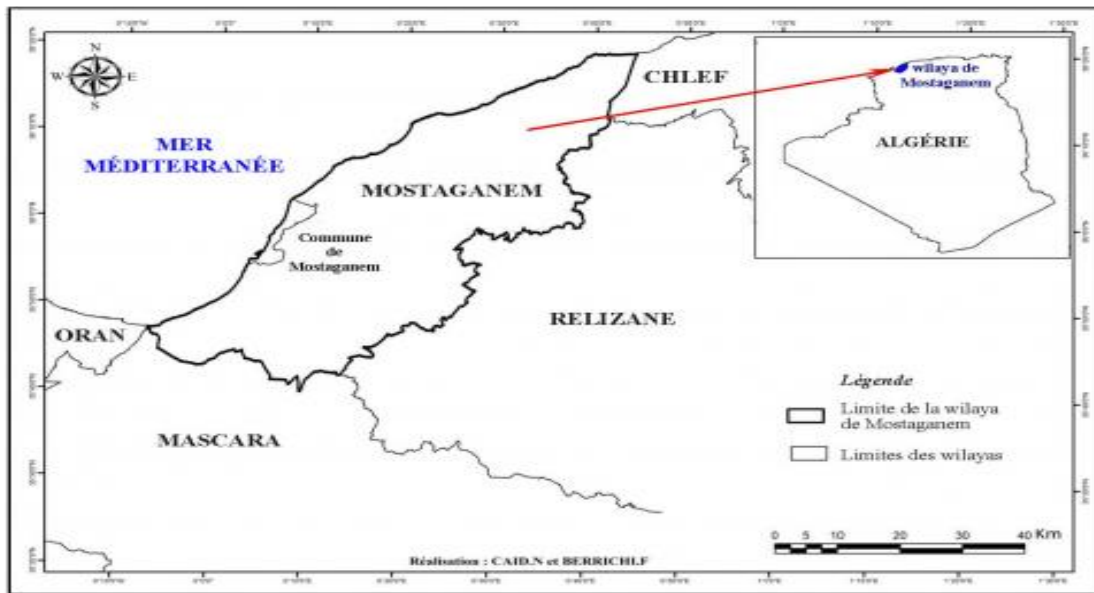


Figure 6 Carte de localisation de la zone d'étude (Caïd et al., 2019)

2.2. Caractéristiques physiques

Le relief de la wilaya est varié, ce qui influence directement l'occupation du sol. Le plateau de Mostaganem est une zone de plaines fertiles propices à l'agriculture maraîchère. À l'est, le

massif du Dahra forme un relief montagneux d'altitude modérée, offrant une protection naturelle et des ressources forestières. Sur le plan hydrographique, la région est marquée par l'embouchure du Cheliff, le plus long oued d'Algérie, qui joue un rôle important dans l'irrigation des terres.

2.3. Climat

La zone d'étude est soumise à un climat méditerranéen de type semi-aride à sub-humide, caractérisé par des hivers doux et des étés chauds tempérés par la brise marine. La pluviométrie annuelle varie entre 300 et 500 mm, avec une concentration des précipitations entre novembre et mars. Ce contexte, marqué par la rareté relative de la ressource hydrique, fait de la maîtrise de l'irrigation un facteur déterminant de la production maraîchère.

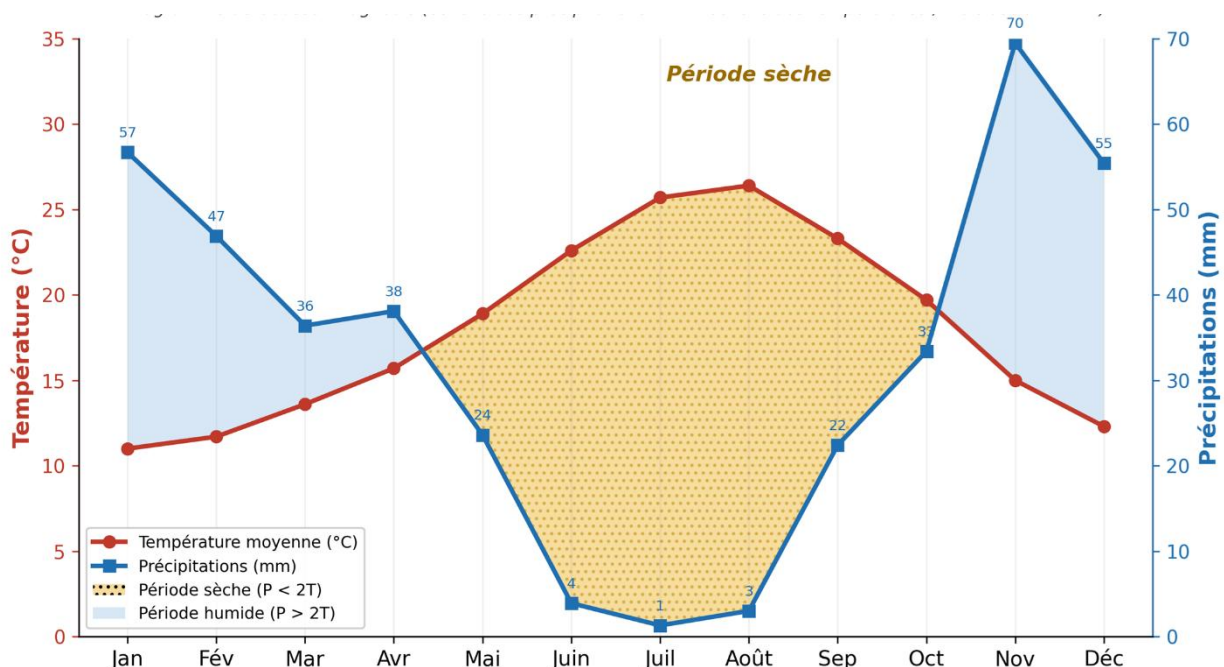


Figure 7 diagramme ombrothermique de Mostaganem⁶

3. Données utilisées

L'étude s'appuie sur des données secondaires issues des services agricoles de la wilaya (Direction des services agricoles, DSA). Elles décrivent l'évolution de la superficie (en hectares) et de la production (en quintaux, q) de la pomme de terre, par système de culture : culture de saison, arrière-saison et primeur pour les cinq campagnes agricoles allant de 2020/21 à 2024/25.

⁶ Source des données : NOAA — National Centers for Environmental Information, World Meteorological Organization Climatological Normals 1991–2020, station de Mostaganem (températures moyennes et précipitations mensuelles).

À partir de ces données, on calcule le rendement (en quintaux par hectare, q/ha), défini comme le rapport de la production à la superficie ; c'est l'indicateur agronomique central de l'analyse.

Tableau 1 Évolution de la superficie et de la production de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem, par système de culture (2020/21–2024/25)⁷.

Campagne	Saison Sup. (ha)	Saison Prod. (q)	Arrière Sup. (ha)	Arrière Prod. (q)	Primeur Sup. (ha)	Primeur Prod. (q)
2020-2021	3 150	787 500	175	66 500	10 720	4 073 600
2021-2022	2 288	594 880	130	32 500	11 000	3 300 000
2022-2023	2 265	543 600	266	79 800	10 504	3 361 280
2023-2024	2 175	478 500	196	54 880	10 475	3 142 500
2024-2025	2 000	400 000	—	—	10 016,5	4 006 600

La lecture d'ensemble du tableau met en évidence trois comportements contrastés. La culture de saison voit ses surfaces et sa production diminuer de façon régulière sur la période. L'arrière-saison, qui ne mobilise que de faibles surfaces, présente une production irrégulière, avec une donnée manquante pour 2024/25. Le primeur, enfin, mobilise les surfaces les plus importantes et affiche une production élevée et relativement stable, ce qui en fait le segment dominant de la filière dans la wilaya. Ces tendances sont quantifiées et discutées au chapitre 3.

4. Méthodologie d'analyse

L'analyse combine quatre approches complémentaires : la statistique descriptive, l'analyse de l'évolution temporelle, l'analyse de la structure saisonnière et l'analyse de la relation entre variables. Les calculs et les graphiques ont été réalisés à l'aide d'un tableur (Microsoft Excel).

4.1. Indicateurs étudiés

Pour chaque système de culture et pour l'ensemble, l'analyse porte sur trois variables : la superficie (ha), la production (q) et le rendement R, défini par :

$$R = \text{Production} / \text{Superficie (q/ha)}$$

⁷ Source : DSA de Mostaganem. La production est exprimée en quintaux (1 q = 100 kg) ; le tiret (—) indique une donnée non disponible.

4.2. Méthodes statistiques

L'analyse statistique vise à décrire les séries de superficie, de production et de rendement, à en caractériser l'évolution dans le temps et à étudier les relations entre les variables. Les calculs portent sur les cinq campagnes agricoles 2020/21 à 2024/25 ; les variables qualitatives issues de l'enquête de terrain sont traitées séparément. Les indicateurs et les tests mobilisés sont présentés ci-dessous, étape par étape.

4.2.1. Statistique descriptive

Pour chaque variable quantitative, l'information est résumée par des indicateurs de position (moyenne, médiane, minimum, maximum) et de dispersion (écart-type, coefficient de variation). Dans la suite, nous allons décrire les indicateurs utilisés dans notre travail (Lejeune, 2010) :

La moyenne $\bar{x}$ mesure la position centrale de la série :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Où n est le nombre d'observations et x_i la valeur de la i -ème observation. La médiane, valeur qui partage la série ordonnée en deux moitiés égales, complète la moyenne car elle est peu sensible aux valeurs extrêmes ; le minimum et le maximum délimitent l'étendue des valeurs observées.

L'écart-type mesure la dispersion des valeurs autour de la moyenne (Numiqo, 2026). Il est calculé sur l'échantillon (dénominateur $n - 1$) :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Le dénominateur $n - 1$ (correction de Bessel) fournit une estimation sans biais de la variance de la population : la moyenne $\bar{x}$ étant elle-même estimée à partir des données, un degré de liberté est « consommé ». Ce choix se justifie ici car les campagnes observées constituent un échantillon, et non la population complète.

Le **coefficient de variation** rapporte l'écart-type à la moyenne et s'exprime en pourcentage :

$$CV (\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Sans dimension, il permet de comparer la variabilité de séries d'ordres de grandeur différents (par exemple les superficies en hectares et les productions en quintaux). À titre indicatif, la variabilité est souvent qualifiée de faible lorsque $CV < 15 \%$, moyenne entre 15% et 30% , et forte au-delà de 30% .

Pour les **variables qualitatives** (par exemple le mode d'irrigation issu de l'enquête), on utilise des tableaux de fréquences donnant, pour chaque modalité, l'effectif n_i et la fréquence relative :

$$f_i = \frac{n_i}{n}$$

4.2.2. Analyse de l'évolution temporelle

L'analyse de l'évolution temporelle repose sur l'étude de séries chronologiques afin de mettre en évidence les tendances et les variations d'un phénomène observé à différents moments dans le temps, facilitant ainsi l'interprétation de sa dynamique et la prévision de son comportement futur (Jebb et Tay, 2017).

L'évolution des trois variables sur la période 2020/21–2024/25 est caractérisée par des taux de croissance, un indice de base et une tendance.

Le **taux de croissance annuel** mesure la variation relative d'une campagne à la suivante :

$$TCA_t (\%) = \frac{V_t - V_{t-1}}{V_{t-1}} \times 100$$

où V_t est la valeur de la campagne t . Il met en évidence les variations d'une année sur l'autre, mais peut être irrégulier.

Le **taux de croissance annuel moyen** (TCAM) lisse ces variations en exprimant la croissance moyenne par campagne sur l'ensemble de la période ; il correspond à un taux géométrique :

$$TCAM (\%) = \left[\left(\frac{V_{\text{final}}}{V_{\text{initial}}} \right)^{\frac{1}{n-1}} - 1 \right] \times 100$$

La moyenne géométrique, et non arithmétique, est utilisée parce que les taux de croissance se composent (effet multiplicatif d'une campagne à l'autre).

L'**indice base 100**, en prenant la campagne 2020/21 comme référence (V_0), exprime l'évolution relative de chaque campagne :

$$I_t = \frac{V_t}{V_0} \times 100$$

Une valeur supérieure à 100 indique une hausse par rapport à la campagne de référence, une valeur inférieure une baisse.

Enfin, la **tendance** est estimée par une régression linéaire selon la méthode des moindres carrés. En effet, La régression linéaire selon la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) est une technique statistique qui permet d'estimer la relation linéaire entre une variable dépendante et une ou plusieurs variables explicatives. Elle consiste à déterminer la droite (ou l'hyperplan) qui minimise la somme des carrés des écarts entre les valeurs observées et les valeurs prédites par le modèle. Cette méthode fournit ainsi les estimations les plus proches possibles des données observées au sens des moindres carrés (Burton, 2021) :

Soit la fonction suivante :

$$Y = a t + b$$

dont la pente a et l'ordonnée à l'origine b sont estimées par :

$$a = \frac{\sum_t (t - \bar{t}) (Y_t - \bar{Y})}{\sum_t (t - \bar{t})^2} \quad \text{et} \quad b = \bar{Y} - a \bar{t}$$

On rapporte la pente a (sens et intensité de la tendance), le **coefficient de détermination** R^2 , qui mesure la part de variance expliquée par le modèle :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_t (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{\sum_t (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Et la significativité de la pente (test de Student). La série ne comptant que cinq points, la régression sert avant tout à décrire une tendance, sa significativité statistique doit être interprétée avec prudence.

Pour conforter la détection de tendance sans hypothèse de normalité, on recourt également au test non paramétrique de Mann-Kendall, fondé sur la statistique.

Le **test de Mann-Kendall** est un test statistique non paramétrique utilisé pour détecter la présence d'une tendance monotone (croissante ou décroissante) dans une série chronologique. Il ne nécessite pas que les données suivent une distribution normale et est particulièrement utilisé en hydrologie, climatologie et sciences environnementales pour analyser l'évolution temporelle des variables (Hamed et Rao, 1998) :

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(Y_j - Y_k)$$

Qui compare le nombre de paires d'observations croissantes et décroissantes au fil du temps. Une valeur de S positive (respectivement négative) traduit une tendance à la hausse (respectivement à la baisse), dont la significativité est évaluée au moyen d'une statistique standardisée. Robuste et adapté aux séries courtes, ce test est mieux indiqué qu'un test de Student sur la pente lorsque la normalité n'est pas garantie.

4.2.3. Analyse de la relation entre variables

Selon Schober et al. (2018), l'analyse de la relation entre variables vise à quantifier le degré d'association entre deux variables et à évaluer si les changements observés dans une variable sont liés aux changements observés dans une autre variable. Le coefficient de corrélation de Pearson est couramment utilisé pour mesurer cette association lorsqu'elle est linéaire.

En effet, le lien entre la superficie et la production (et, le cas échéant, entre le rendement et les variables climatiques) est mesuré par deux coefficients de corrélation.

Le **coefficient de Pearson** (r) est une mesure statistique qui évalue la force et la direction de la relation linéaire entre deux variables quantitatives (Schober et al., 2018) :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{s_X s_Y}, \quad -1 \leq r \leq 1$$

Un coefficient proche de $+1$ (respectivement -1) traduit une relation linéaire positive (respectivement négative) forte, une valeur proche de 0 une absence de relation linéaire. Il suppose toutefois une relation linéaire et reste sensible aux valeurs extrêmes.

Le **coefficient de Spearman** mesure la corrélation des **rangs** ; il détecte toute relation monotone (non nécessairement linéaire), est robuste aux valeurs extrêmes et adapté aux faibles effectifs (Schober et al., 2018):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Où d_i est la différence entre les rangs de x_i et de y_i . Compte tenu de la petite taille des séries, c'est ce coefficient qui est privilégié.

4.2.4. Analyse comparative

L'analyse comparative vise à examiner les différences et les ressemblances entre plusieurs groupes ou ensembles de données afin d'interpréter les effets de facteurs spécifiques et de mieux comprendre les phénomènes étudiés (Creswell et Creswell, 2018).

Pour un test de comparaison, il faut tenir compte du fait que les saisons (primeur, saison, arrière-saison) sont observées sur les mêmes campagnes : il s'agit donc de mesures appariées (les campagnes constituant des blocs), et non de groupes indépendants.

On recourt en conséquence au test de Friedman, équivalent non paramétrique de l'analyse de variance à mesures répétées, qui compare les rangs des saisons au sein de chaque campagne. Autrement dit, le test de Friedman a été appliqué afin de comparer les traitements étudiés sur des données appariées ne respectant pas les conditions de normalité requises par l'ANOVA à mesures répétées (Cleophas et Zwinderman, 2016) :

$$\chi_F^2 = \frac{12}{n k (k + 1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3 n (k + 1)$$

où n est le nombre de campagnes (blocs), k le nombre de saisons et R_j la somme des rangs de la saison j . Les comparaisons deux à deux sont ensuite réalisées par le test de Wilcoxon des rangs signés (version appariée), et non par le test de Mann-Whitney, ce dernier supposant des échantillons indépendants. Le seuil de signification retenu est $\alpha = 0,05$.

Ces choix non paramétriques s'imposent car les conditions de l'analyse de variance (ANOVA) ne sont pas réunies : les séries sont courtes (quelques campagnes), issues d'un suivi temporel (observations non indépendantes) et de faibles effectifs, ce qui exclut l'hypothèse de normalité et l'usage de l'ANOVA. La faible taille des échantillons limite en outre la puissance des tests, dont les résultats restent indicatifs.

4.3. Synthèse de la démarche

En résumé, la démarche consiste à :

- (1) reconstituer et vérifier les séries de superficie, de production et de rendement ;
- (2) les décrire par la statistique descriptive ;
- (3) en caractériser l'évolution temporelle (taux de croissance, indices, tendance) ;
- (4) en analyser la structure saisonnière ;

Et (5) étudier les relations entre variables par la corrélation, en mobilisant des tests adaptés à la taille des échantillons.

5. Conclusion

Ce chapitre a présenté la région de Mostaganem et ses conditions pédoclimatiques, les données mobilisées : séries de superficie, de production et de rendement de la pomme de terre et des cultures maraîchères, complétées par une enquête de terrain ainsi que la démarche d'analyse retenue (statistique descriptive, évolution temporelle, corrélations et tests de comparaison). Le choix de ces méthodes a été dicté par des séries courtes et des effectifs réduits, imposant des outils adaptés et une interprétation prudente. Les résultats issus de cette démarche font l'objet du chapitre suivant.

Chapitre III

Chapitre 3 Résultats et discussion

1. Introduction

Ce chapitre présente et discute les résultats du travail. Il caractérise d'abord les exploitations maraîchères enquêtées, puis analyse l'évolution de la production de pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem, avant d'en discuter la portée et les limites.

2. Caractérisation des exploitations enquêtées

L'enquête de terrain a porté sur six exploitations de la wilaya de Mostaganem, chacune spécialisée dans une culture maraîchère (ail en vert, ail en sec, tomate de plein champ, tomate industrielle, oignon et pomme de terre). Comme l'effectif est réduit ($n = 6$) et que chaque exploitation correspond à une culture différente, cette partie relève d'une caractérisation descriptive de type étude de cas : elle décrit les conditions de production et met en regard les rendements, sans visée d'inférence statistique.

2.1. Tableau de caractérisation synthétique

Le tableau 2 réunit, pour chaque exploitation, la culture pratiquée, la superficie, le type et la texture du sol, le mode d'irrigation, le niveau de stress hydrique et le rendement obtenu.

Tableau 2 Caractérisation synthétique des six exploitations enquêtées.

Expl .	Culture	Superficie (ha)	Type de sol (texture)	Mode d'irrigation	Stress hydrique	Rendement (q/ha)
1	Ail en vert	1–3	Argilo-calcaire (moyenne)	Goutte-à-goutte	Moyen	90
2	Ail en sec	2–5	Argilo-calcaire (moyenne)	Goutte-à-goutte	Élevé	80
3	Tomate plein champ	5–12	Sableux-argileux (légère)	Aspersion / goutte	Moyen	400
4	Tomate industrielle	15–25	Argileux (lourde)	Goutte-à-goutte	Moyen	930
5	Oignon	3–8	Argilo-calcaire (moyenne)	Goutte-à-goutte	Faible	158,86
6	Pomme de terre	10–40	Sableux-argileux (moyenne)	Aspersion	Faible	320

Les exploitations sont de tailles contrastées, de 1 à 3 ha pour l'ail en vert jusqu'à 10–40 ha pour la pomme de terre. Le goutte-à-goutte est le mode d'irrigation dominant, et les sols sont majoritairement argilo-calcaires. Les rendements varient fortement selon la culture, de 80 q/ha (ail en sec) à 930 q/ha (tomate industrielle).

2.2. Répartition des pratiques culturales

La figure 8 résume la distribution des trois variables qualitatives clés au sein de l'échantillon.

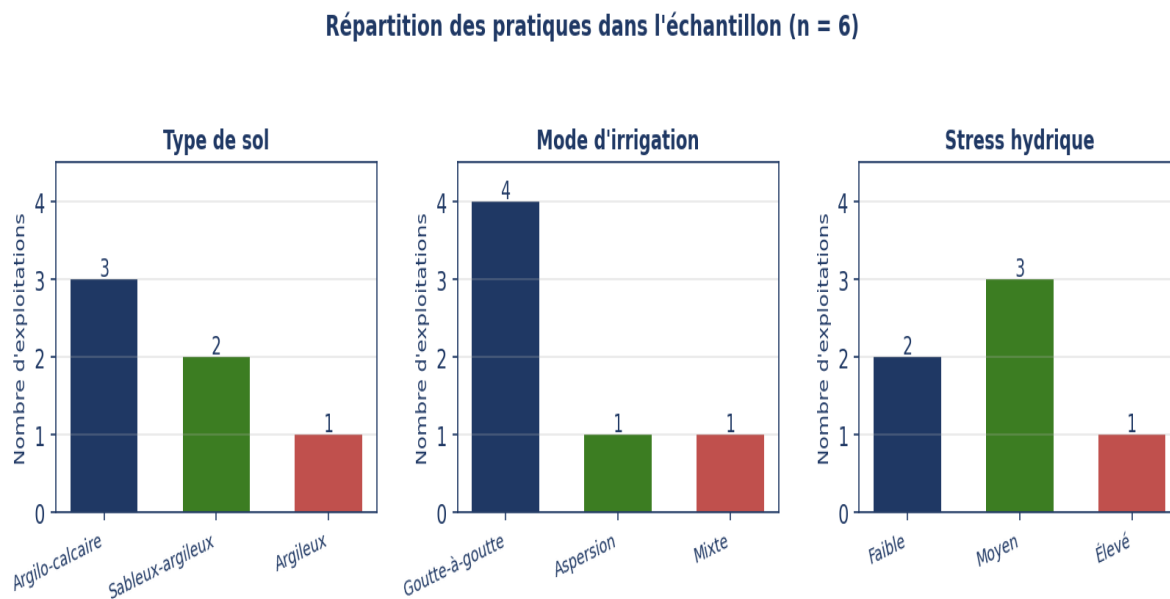


Figure 8 Répartition du type de sol, du mode d'irrigation et du niveau de stress hydrique (n = 6).

Le goutte-à-goutte équipe quatre exploitations sur six (66,7 %), l'aspersion et le système mixte une chacune. Les sols argilo-calcaires dominant (trois exploitations), devant les sols sableux-argileux (deux) et argileux (un). Le niveau de stress hydrique est le plus souvent moyen (trois exploitations), faible pour deux et élevé pour une seule. Cette prédominance des techniques économes en eau traduit une bonne maîtrise de l'irrigation dans la zone d'étude.

2.3. Conditions pédoclimatiques par culture

Le tableau 3 présente les conditions de température, d'humidité de l'air et de pluviométrie relevées pour chaque culture durant sa saison.

Tableau 3 Conditions pédoclimatiques par culture.

Culture	Saison	Température (°C)	Humidité de l'air (%)	Précipitations (mm)
Ail en vert	Printemps 2025	18–22	65–75	150–200
Ail en sec	Été 2025	24–28	50–60	20–50
Tomate plein champ	Été 2025	25–30	55–70	30–80
Tomate industrielle	Été–automne	26–31	50–65	40–90
Oignon	Printemps–été	20–26	60–75	100–180
Pomme de terre	Printemps 2025	16–22	70–80	200–300

Les cultures de printemps (ail en vert, pomme de terre) bénéficient de températures plus douces et d'une pluviométrie plus élevée, tandis que les cultures d'été (ail en sec, tomates) subissent des températures plus fortes et une pluviométrie faible, d'où une dépendance accrue à l'irrigation.

2.4. Suivi hydrique et flétrissement

Le tableau 4 synthétise le suivi de l'irrigation et l'observation des symptômes de flétrissement pour chaque culture.

Tableau 4 Suivi hydrique et symptômes de flétrissement par culture.

Culture	Fréquence d'irrigation	Humidité du sol (%)	Symptômes de flétrissement
Tomate industrielle	Tous les 2–3 j (goutte-à-goutte)	60–65	Flétrissement temporaire à midi, récupération nocturne
Tomate plein champ	Tous les 3 j (mixte)	55–70	Flétrissement léger des feuilles inférieures (nouaison)
Pomme de terre	Tous les 4–5 j (aspersion)	70–80	Très faible à nul, bonne turgescence
Ail en sec	Tous les 7–10 j (fin de cycle)	50–60	Flétrissement marqué (dessèchement normal, maturation)
Ail en vert	Tous les 5–7 j	65–75	Aucun signe, feuillage vigoureux
Oignon	Tous les 4–6 j	60–75	Flétrissement léger des extrémités (pics thermiques)

Le système au goutte-à-goutte maintient l'humidité du sol dans une plage favorable (60 % à 75 %) pour la plupart des cultures, ce qui limite le flétrissement permanent. Les symptômes les plus marqués, observés sur la tomate industrielle et l'ail en sec, s'expliquent par des besoins physiologiques de fin de cycle et par le stress thermique diurne propre à la région de

Mostaganem, il ne s'agit donc pas d'un déficit hydrique structurel, mais d'une réaction passagère ou normale (cas de la maturation des bulbes d'ail).

2.5. Synthèse technique par culture

Le tableau 4 réunit la variété principale, la superficie de l'exploitation, la source d'eau et la dose d'irrigation pour chaque culture.

Tableau 5 Synthèse technique par culture.

Culture	Variété principale	Superficie (ha)	Source d'eau	Dose et fréquence d'irrigation
Tomate industrielle	Hayat / Perfectpeel	15–25	Nappe phréatique (forage)	350–400 m ³ /ha, tous les 2–3 j
Tomate plein champ	Sahra / El-Bahra	5–12	Nappe & retenue	300–350 m ³ /ha, tous les 3 j
Pomme de terre	Spunta / Désirée	10–40	Forage privé	450–500 m ³ /ha, tous les 4–5 j
Ail en sec	Rouge de Mostaganem	2–5	Puits traditionnel	200–250 m ³ /ha, tous les 7–10 j
Ail en vert	Local blanc	1–3	Puits traditionnel	250 m ³ /ha, tous les 5–7 j
Oignon	Valencia / Rouge local	3–8	Forage / réseau	300 m ³ /ha, tous les 4–6 j

La pomme de terre et la tomate industrielle, les plus exigeantes en eau (450–500 et 350–400 m³/ha par apport), s'appuient sur des forages, tandis que les cultures d'ail, moins gourmandes et de plus petite superficie, sont irriguées à partir de puits traditionnels. Les variétés mobilisées sont des variétés de référence, bien adaptées aux conditions locales.

2.6. Comparaison des rendements et mise en relation

La figure 9 compare les rendements des six cultures, la couleur indiquant le niveau de stress hydrique.

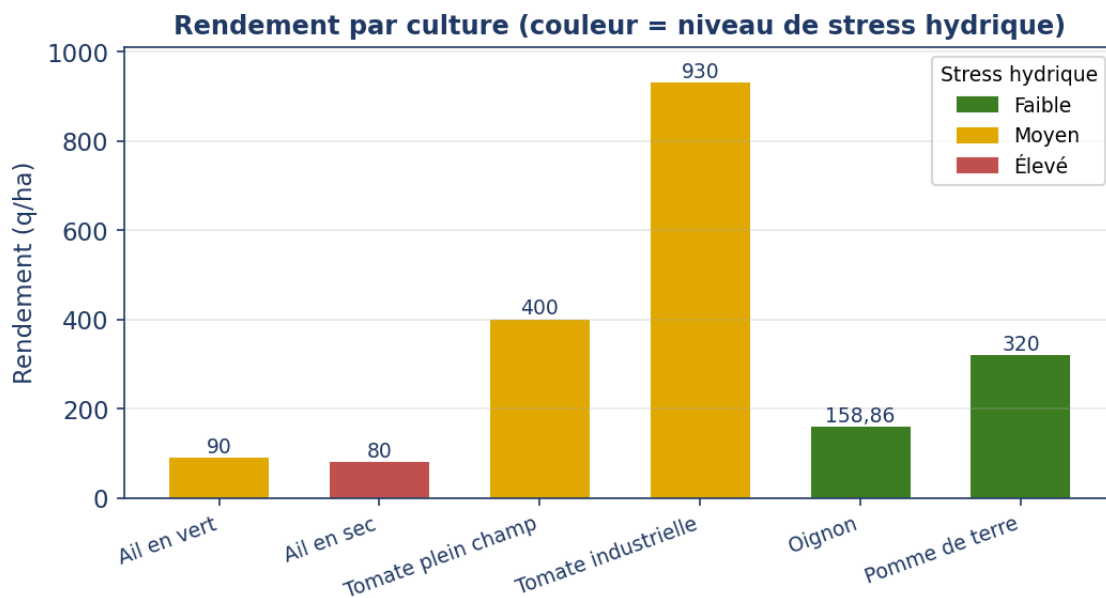


Figure 9 Rendement par culture, selon le niveau de stress hydrique.

La tomate industrielle affiche de loin le rendement le plus élevé (930 q/ha), suivie de la tomate de plein champ (400 q/ha), de la pomme de terre (320 q/ha) et de l'oignon (environ 159 q/ha) ; les cultures d'ail ferment la marche (90 et 80 q/ha). On observe que les cultures à faible stress hydrique et à irrigation maîtrisée (pomme de terre, oignon) ainsi que les tomates, fortement et régulièrement irriguées, présentent des rendements élevés, alors que l'ail en sec (seule culture à stress hydrique élevé et à irrigation espacée) affiche le rendement le plus faible.

Cette mise en relation doit toutefois rester prudente : chaque culture possède un potentiel de rendement qui lui est propre (une tomate produit naturellement beaucoup plus de quintaux par hectare qu'un ail), et chaque exploitation diffère par son sol, sa conduite et sa localisation. Les écarts de rendement observés reflètent donc d'abord la nature des cultures, et non le seul effet du stress hydrique ou de l'irrigation. Avec une seule exploitation par culture, ces relations sont indicatives et ne peuvent faire l'objet de tests statistiques.

2.7. Éléments économiques

Le tableau 6 rapproche le rendement, le prix de vente et le niveau des charges opérationnelles déclarés par les exploitants.

Tableau 6 Éléments économiques par culture.

Culture	Rendement (q/ha)	Prix de vente (DZD/kg)	Charges opérationnelles
Ail en vert	90	120–180	Moyennes
Ail en sec	80	150–250	Élevées
Tomate plein champ	400	40–100	Moyennes
Tomate industrielle	930	25–50	Moyennes
Oignon	158,86	30–80	Moyennes
Pomme de terre	320	40–70	Moyennes à élevées

Deux logiques économiques se dégagent. Les cultures d'ail combinent de faibles rendements et des prix de vente élevés (120–250 DZD/kg) : leur valeur repose sur le prix unitaire, l'ail en sec supportant en outre des charges élevées (stockage, séchage). À l'inverse, les tomates et la pomme de terre reposent sur de forts volumes à prix unitaire modéré (25–100 DZD/kg). La tomate industrielle, vendue à bas prix aux unités de transformation, ne reste rentable que grâce à son rendement très élevé.

Ces éléments restent indicatifs : les prix et les charges ont été fournis sous forme de fourchettes ou d'appréciations qualitatives, et l'unité du prix de vente est à confirmer. Une analyse économique complète (produit brut, charges détaillées, marge brute par hectare) nécessiterait des montants précis et homogènes.

3. Analyse statistique de la production de pomme de terre (2020/21–2024/25)

Cette section analyse l'évolution de la superficie, de la production et du rendement de la pomme de terre dans la wilaya de Mostaganem, par système de culture (saison, arrière-saison, primeur), à partir des données des services agricoles (DSA).

3.1. Données et calcul du rendement

Le tableau 7 reprend les données de superficie et de production. Le rendement (tableau 8), calculé comme le rapport production / superficie, est l'indicateur agronomique central : il rapporte le volume produit à la surface mobilisée.

Tableau 7 Superficie et production de la pomme de terre par saison.

Campagne	Saison Sup.(ha)	Saison Prod.(q)	Arrière Sup.(ha)	Arrière Prod.(q)	Primeur Sup.(ha)	Primeur Prod.(q)
20/21	3 150	787 500	175	66 500	10 720	4 073 600
21/22	2 288	594 880	130	32 500	11 000	3 300 000
22/23	2 265	543 600	266	79 800	10 504	3 361 280
23/24	2 175	478 500	196	54 880	10 475	3 142 500
24/25	2 000	400 000	–	–	10 016	4 006 600

Tableau 8 Rendement de la pomme de terre par saison (q/ha).

Campagne	Saison	Arrière-saison	Primeur
20/21	250,0	380,0	380,0
21/22	260,0	250,0	300,0
22/23	240,0	300,0	320,0
23/24	220,0	280,0	300,0
24/25	200,0	–	400,0

3.2. Statistique descriptive

Dans cette section, nous allons effectuer une analyse descriptive sur les données. Pour chaque variable et chaque saison, le tableau 9 donne la moyenne, la médiane, le minimum, le maximum, l'écart-type (calculé sur l'échantillon, dénominateur $n-1$) et le coefficient de variation ($CV = \text{écart-type} / \text{moyenne} \times 100$), qui mesure la variabilité relative.

Tableau 9 Statistiques descriptives par variable et par saison.

Indicateur	Moyenne	Médiane	Min.	Max.	Écart-type	CV (%)
Superficie (ha) – Saison	2 376	2 265	2 000	3 150	447	18,8
Superficie (ha) – Arrière-saison	192	186	130	266	57	29,5
Superficie (ha) – Primeur	10 543	10 504	10 016	11 000	362	3,4
Production (q) – Saison	560 896	543 600	400 000	787 500	146 185	26,1
Production (q) – Arrière-saison	58 420	60 690	32 500	79 800	20 056	34,3
Production (q) – Primeur	3 576 796	3 361 280	3 142 500	4 073 600	431 052	12,1
Rendement	234,0	240,0	200,0	260,0	24,1	10,3

(q/ha) – Saison						
Rendement (q/ha) – Arrière-saison	302,5	290,0	250,0	380,0	55,6	18,4
Rendement (q/ha) – Primeur	340,0	320,0	300,0	400,0	46,9	13,8

Le rendement moyen est le plus élevé en primeur (340 q/ha), suivi de l'arrière-saison (302 q/ha) puis de la culture de saison (234 q/ha). Du point de vue de la variabilité, la superficie en primeur est remarquablement stable (CV = 3,4 %), alors que la superficie de saison varie davantage (CV = 18,8 %). La production de saison et surtout d'arrière-saison présente les coefficients de variation les plus élevés (26 % et 34 % respectivement), ce qui traduit une production beaucoup plus instable que celle du primeur (12 %).

3.3. Évolution temporelle (2020/21–2024/25)

Le tableau 10 présente les taux de croissance annuels de la production ainsi que le taux de croissance annuel moyen (TCAM). Le tableau 11 résume les TCAM des trois variables. Les figures 2 à 5 illustrent ces évolutions.

Tableau 10 Taux de croissance annuels de la production (%) et TCAM.

Période	Saison	Arrière-saison	Primeur
20/21 → 21/22	-24,5 %	-51,1 %	-19,0 %
21/22 → 22/23	-8,6 %	+145,5 %	+1,9 %
22/23 → 23/24	-12,0 %	-31,2 %	-6,5 %
23/24 → 24/25	-16,4 %	–	+27,5 %
TCAM (%/an)	-15,6 %	-6,2 %	-0,4 %

Tableau 11 Taux de croissance annuel moyen (TCAM) des trois variables, par saison.

Variable	Saison	Arrière-saison	Primeur
Superficie	-10,7 %	+3,8 %	-1,7 %
Production	-15,6 %	-6,2 %	-0,4 %
Rendement	-5,4 %	-9,7 %	+1,3 %

La production de saison connaît une baisse marquée et régulière (TCAM = -15,6 %/an ; tendance linéaire significative : pente $\approx$ -89 138 q/an, $R^2 = 0,93$, $p = 0,008$). Cette baisse résulte à la fois

d'une contraction des surfaces (TCAM = -10,7 %/an) et d'une érosion du rendement (TCAM = -5,4 %/an).

À l'inverse, la production de primeur reste globalement stable (TCAM = -0,4 %/an ; aucune tendance significative : $R^2 = 0,01$, $p = 0,86$), avec une superficie quasi constante et un rendement légèrement croissant (TCAM = +1,3 %/an). L'arrière-saison demeure marginale et très irrégulière, avec une donnée manquante pour la campagne 2024/25.

Évolution de la production de pomme de terre par saison (Mostaganem)

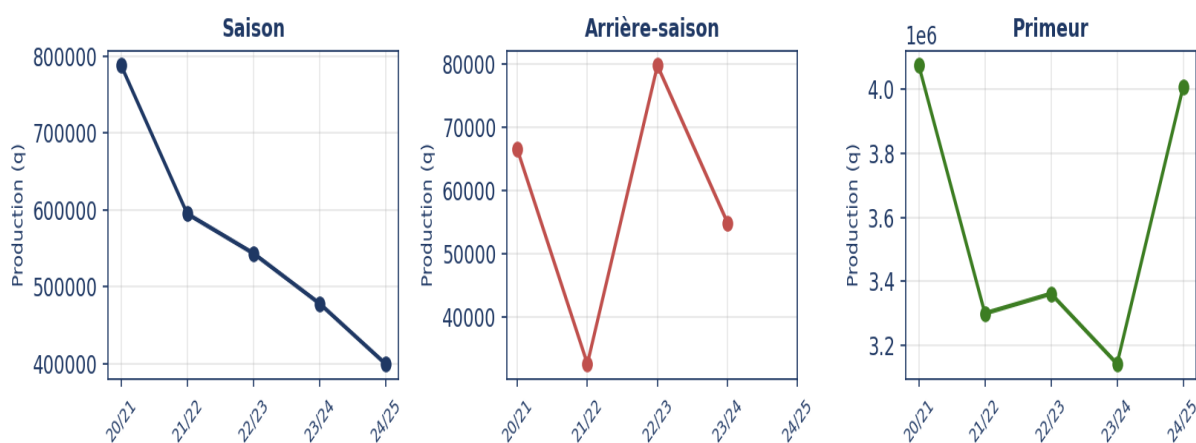


Figure 10 Évolution de la production par saison.

Évolution de la superficie de pomme de terre par saison (Mostaganem)

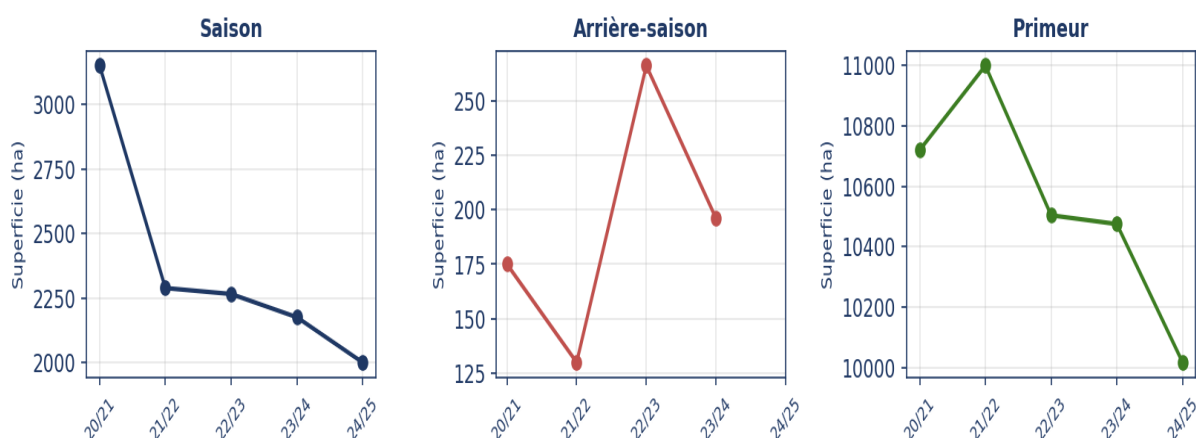


Figure 11 Évolution de la superficie par saison.

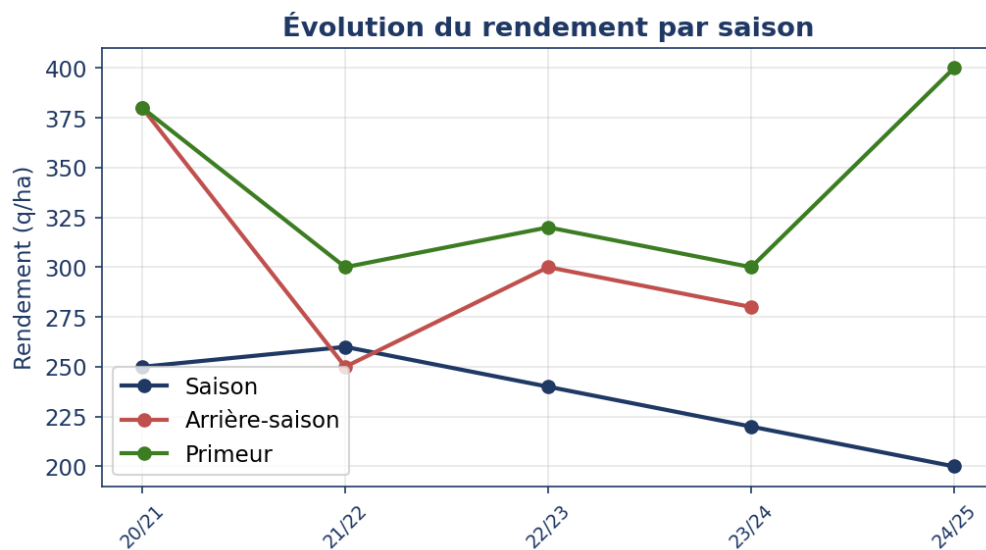


Figure 12 Évolution du rendement par saison.

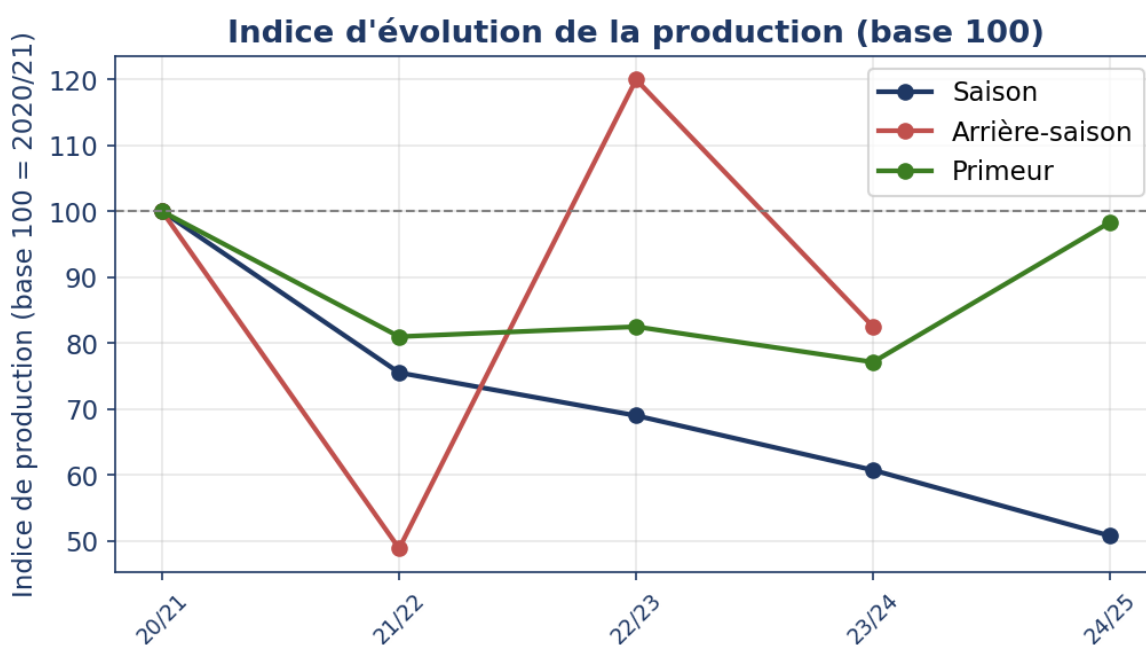


Figure 13 Indice d'évolution de la production (base 100 = 2020/21).

La figure 13 (indice base 100) confirme la divergence des trajectoires : la production de saison perd près de la moitié de sa valeur initiale sur la période, tandis que celle du primeur reste proche de son niveau de départ.

3.4. Structure saisonnière de la production

La figure 14 montre la part de chaque saison dans la production totale de pomme de terre de la wilaya.

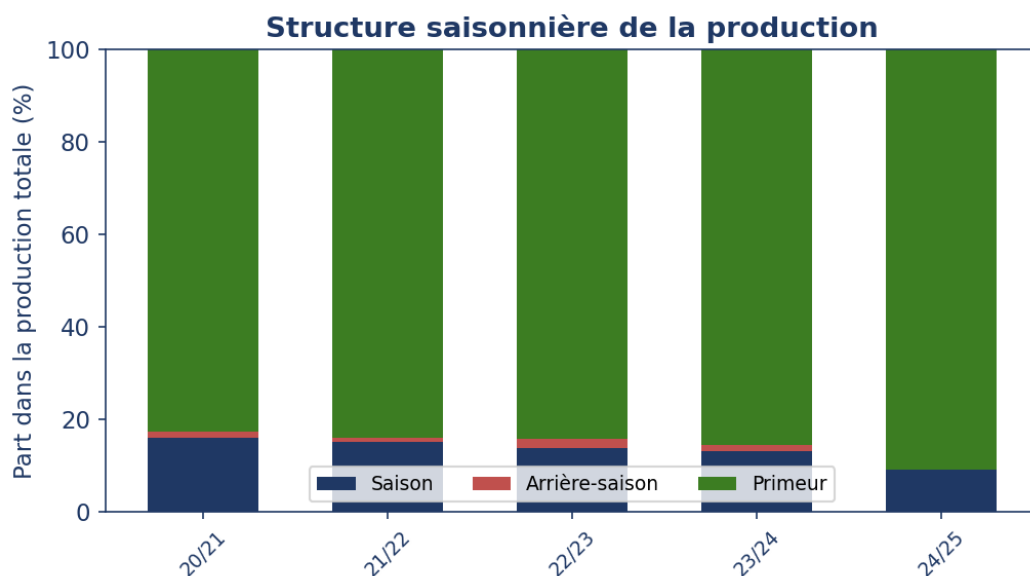


Figure 14 Structure saisonnière de la production (part en %).

La production est très largement dominée par le primeur, dont la part passe de 82,7 % en 2020/21 à 90,9 % en 2024/25. Symétriquement, la part de la saison recule de 16,0 % à 9,1 %. La pomme de terre de Mostaganem est donc essentiellement une production de primeur, et cette spécialisation se renforce sur la période.

3.5. Corrélation superficie–production

On mesure le lien entre superficie et production par le coefficient de Pearson (relation linéaire) et le coefficient de Spearman (rangs, robuste aux faibles effectifs). Compte tenu du nombre réduit d'années, ces résultats sont indicatifs.

Tableau 12 Corrélation entre superficie et production, par saison.

Saison	r (Pearson)	p	r _s (Spearman)	Interprétation
Saison	0,961	0,009	1,000	Forte corrélation positive
Arrière-saison	0,891	0,109	0,800	Corrélation positive (n.s.)
Primeur	-0,364	0,547	0,000	Lien faible / non significatif

En saison, superficie et production évoluent ensemble ($r = 0,96$) : la baisse de production accompagne directement la réduction des surfaces. En primeur, la superficie étant quasi constante, la production dépend surtout du rendement et non de la surface, d'où une corrélation superficie–production faible ($r = -0,36$).

4. Comparaison des rendements selon la saison culturale de la pomme de terre

Au-delà de l'évolution des superficies et des productions, les rendements obtenus diffèrent selon la saison culturale. Le tableau ci-dessous compare les rendements moyens des trois systèmes : primeur, saison et arrière-saison calculés à partir des cinq campagnes étudiées (2020/21 à 2024/25).

Tableau 13 Rendements de la pomme de terre selon la saison culturale (Mostaganem, 2020/21–2024/25).

Saison culturale	Campagnes (n)	Rendement moyen (q/ha)	Écart-type (q/ha)	CV (%)	Min.–Max. (q/ha)
Primeur	5	340,0	46,90	13,8	300–400
Saison	5	234,0	24,08	10,3	200–260
Arrière-saison	4	302,5	55,60	18,4	250–380

Le rendement moyen le plus élevé revient à la pomme de terre primeur (340,0 q/ha), devant l'arrière-saison (302,5 q/ha) puis la culture de saison (234,0 q/ha). La variabilité interannuelle demeure modérée pour les trois systèmes (CV compris entre 10 et 18 %), l'arrière-saison étant la plus variable, ce qui s'explique en partie par son faible nombre de campagnes et ses superficies plus restreintes.

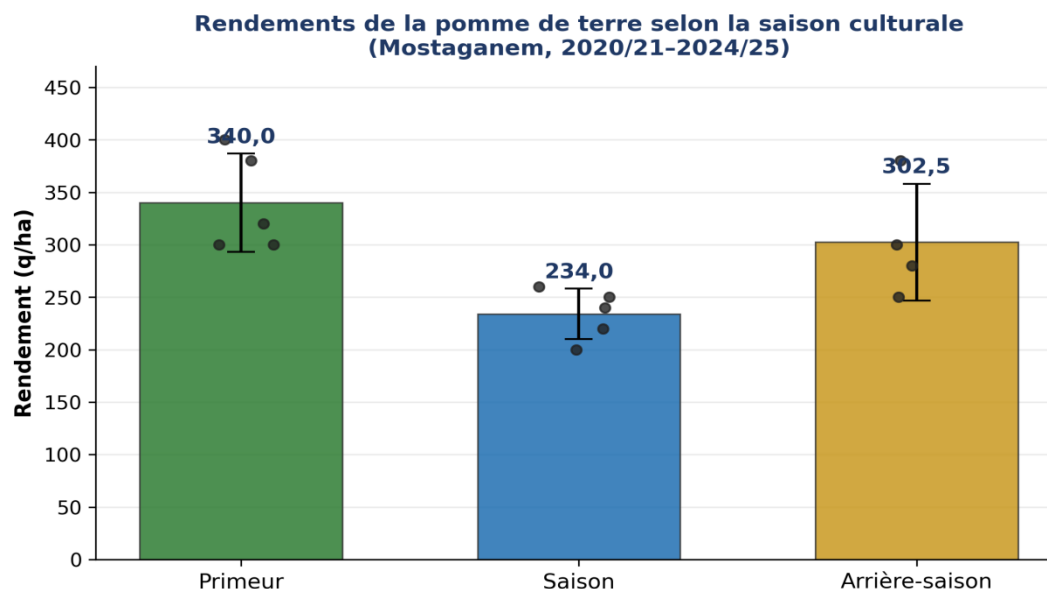


Figure 15 Rendements moyens de la pomme de terre par saison culturale (moyenne $\pm$ écart-type ; les points représentent les campagnes).

Les rendements des trois saisons étant observés sur les mêmes campagnes, ils constituent des mesures appariées ; la comparaison est donc conduite par le test de Friedman, et non par un test pour groupes indépendants. Ce test ne met pas en évidence de différence significative au seuil de 5 % entre les trois saisons (statistique de Friedman : $\chi^2 = 5,73$; ddl = 2 ; $p = 0,057$), la valeur de p restant toutefois proche du seuil.

Les comparaisons deux à deux par le test de Wilcoxon des rangs signés confirment ce constat : aucune différence n'est significative à 5 % (primeur vs saison : $p = 0,063$; primeur vs arrière-saison et saison vs arrière-saison : $p = 0,25$). Pour la paire primeur-saison, les rendements de la primeur sont pourtant supérieurs à ceux de la saison sur la totalité des campagnes, mais le faible nombre d'observations (cinq campagnes) ne suffit pas à atteindre la significativité.

En définitive, la tendance descriptive est nette, la pomme de terre primeur présente les rendements moyens les plus élevés, devant l'arrière-saison puis la saison, mais cette hiérarchie n'est pas statistiquement confirmée au seuil de 5 % compte tenu du très faible nombre de campagnes. Ce résultat illustre la prudence requise avec de petits effectifs et mériterait d'être réévalué sur des séries plus longues.

5. Discussion

Les résultats font apparaître une forte spécialisation de la wilaya de Mostaganem dans la pomme de terre de primeur, qui représente plus de 80 % de la production sur l'ensemble de la période et dont la part progresse encore. Ce constat est cohérent avec la vocation littorale et précoce de la région soulignée dans la synthèse bibliographique (chapitre 1) : les conditions pédoclimatiques du littoral favorisent une production précoce, valorisée par des prix élevés en début de saison.

Le recul net de la culture de saison (– près de la moitié de la production en cinq ans) constitue le second fait marquant. Il résulte d'une double dynamique : une contraction des surfaces et une érosion du rendement. Plusieurs hypothèses, à explorer, peuvent l'expliquer : un redéploiement des moyens vers le primeur, plus rémunérateur ; les contraintes économiques de la filière (coût élevé des intrants, instabilité des prix à la production) évoquées au chapitre 1 ; ou encore des facteurs agronomiques (fatigue des sols, pression parasitaire). La forte corrélation superficie–production observée en saison ($r = \{F(\text{corr}['\text{Saison}'] [0,2])\}$) indique que, pour ce système, l'évolution de la production est avant tout commandée par celle des surfaces.

Du point de vue agronomique, la hiérarchie des rendements (primeur > arrière-saison > saison) et la grande stabilité du rendement et de la superficie en primeur (CV faibles) suggèrent un système de primeur bien maîtrisé techniquement. La prédominance du goutte-à-goutte mise en évidence par l'enquête va dans le même sens : la maîtrise de l'irrigation est un levier essentiel du rendement dans un contexte semi-aride, et son adoption soutient la régularité de la production de primeur.

Enfin, le contraste entre les deux moteurs de la production (la surface en saison, le rendement en primeur) a une portée opérationnelle : améliorer la production de saison passerait surtout par une reconquête des surfaces et une remontée des rendements, tandis que les marges de progrès en primeur se situent davantage du côté de l'intensification et de la qualité que de l'extension des surfaces, déjà stabilisées.

6. Limites et perspectives

Plusieurs limites doivent être soulignées. La série statistique est courte (cinq campagnes), ce qui restreint la portée des analyses de tendance et de corrélation : les coefficients rapportés sont

indicatifs et n'autorisent pas de conclusion définitive. L'enquête de terrain repose sur un effectif réduit ($n = 6$) et relève d'une étude de cas, sans test inférentiel robuste. Une donnée d'arrière-saison (2024/25) est manquante. Enfin, l'analyse n'intègre pas encore de données climatiques ni économiques appariées, qui permettraient d'expliquer les variations observées.

Les perspectives qui en découlent sont les suivantes : allonger la série chronologique et élargir l'échantillon d'exploitations, appairer les données de production avec la pluviométrie, les températures et les prix afin de modéliser les déterminants du rendement ; mobiliser une analyse multivariée (par exemple une analyse en composantes principales) pour établir une typologie des exploitations et étendre la comparaison à d'autres wilayas pour situer Mostaganem dans la dynamique nationale.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Ce travail avait pour objectif d'étudier, à travers une double approche statistique et de terrain, la dynamique de production de la pomme de terre et les pratiques des exploitations maraîchères dans la wilaya de Mostaganem.

L'analyse de la production de pomme de terre sur cinq campagnes a mis en évidence le rôle prépondérant du segment primeur, qui assure l'essentiel de la production régionale et demeure relativement stable dans le temps. À l'inverse, la culture de saison connaît un recul marqué de ses superficies et de sa production, traduit par une tendance à la baisse statistiquement significative, tandis que la culture d'arrière-saison reste marginale et irrégulière. L'analyse a également montré une relation forte entre la superficie et la production pour la culture de saison, confirmant le rôle déterminant des surfaces emblavées dans cette dynamique.

La caractérisation des six exploitations enquêtées a révélé une nette prédominance de l'irrigation au goutte-à-goutte et des sols argilo-calcaires, ainsi qu'un niveau de stress hydrique le plus souvent modéré. Le suivi hydrique a montré que le goutte-à-goutte maintient l'humidité du sol dans une plage favorable et limite le flétrissement, les symptômes les plus marqués (tomate industrielle, ail en sec) s'expliquant par des besoins physiologiques de fin de cycle et par le stress thermique, et non par un déficit hydrique structurel. Les rendements observés, très contrastés selon les cultures, reflètent avant tout la nature des espèces et les conditions de conduite propres à chaque exploitation.

Dans l'ensemble, ces résultats soulignent l'importance de la maîtrise de l'irrigation et du choix des cultures dans la performance des exploitations, ainsi que la nécessité de suivre l'évolution des différents segments de production pour anticiper les déséquilibres, à l'image du recul de la pomme de terre de saison.

Ce travail comporte toutefois des limites. L'enquête repose sur un échantillon réduit de six exploitations, correspondant chacune à une culture différente, ce qui en fait une étude de cas à visée descriptive, sans portée statistique inférentielle ; par ailleurs, les données économiques recueillies demeurent partielles. Il serait donc pertinent, dans de futurs travaux, d'élargir l'échantillon d'exploitations, d'intégrer des données économiques précises (produit brut, charges,

marges) et d'étendre l'analyse statistique à d'autres cultures et à un plus grand nombre de campagnes, afin de consolider et de généraliser les enseignements dégagés.

Bibliographie

(Bedjaoui et Zermane, 2019) : Bedjaoui Maroua et Zermane Aya Roumeissa, Utilisation des déchets de tomate et d'orange comme substrat de fermentation solide pour la production d'enzymes fongiques, Mémoire de Master Sciences Biotechnologiques, Université des Frères Mentouri Constantine, 2019

(Bouزيد et Bedrani, 2013) : Bouزيد, A., & Bedrani, S. , La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. *Les cahiers du CREAD*, 103, 85-105, 2013.

(Burton, 2021) : Burton, A. L. (2021). Ordinary least squares regression allows researchers to model the relationship between variables by minimizing the sum of squared residuals. *The Encyclopedia of Research Methods in Criminology and Criminal Justice*.

(Caïd et al., 2019) : Caïd, N., Chachoua, M., et Berrichi, F. (2019). Analyse spatiale diachronique de l'occupation du vignoble algérien depuis 60 ans: cas de la wilaya de Mostaganem. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 13), 53-74.

(Creswell et Creswell, 2018): Creswell, John W., and J. David Creswell. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications, 2017.

Cleophas, Ton J., and Aeilko H. Zwinderman. "Non-parametric tests for three or more samples (Friedman and Kruskal-Wallis)." *Clinical data analysis on a pocket calculator: understanding the scientific methods of statistical reasoning and hypothesis testing*. Cham: Springer International Publishing, 2016. 193-197.

(Devaux et al., 2014) : Devaux, A., Kromann, P. & Ortiz, O. (2014). Potatoes for Sustainable Global Food Security. *Potato Research*, 57(3–4), 185–199.

(Devaux et al., 2020) : Devaux, A., Goffart, J.-P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J.J., Suarez, V. & Hareau, G. (2020). Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems. In : H. Campos & O. Ortiz (éds), *The Potato Crop*. Springer, Cham, pp. 3–35.

FAOSTAT (2025). Crops and Livestock Products. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome. En ligne : <https://www.fao.org/faostat/>

(Hamed et Rao, 1998): Hamed, Khaled H., and A. Ramachandra Rao. "A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data." *Journal of hydrology* 204.1-4 (1998): 182-196.

(Hawkes, 1990): Hawkes, John Gregory. *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources*. 1990.

(Jebb et Tay, 2017): Jebb, Andrew T., and Louis Tay. "Introduction to time series analysis for organizational research: Methods for longitudinal analyses." *Organizational Research Methods* 20.1 (2017): 61-94.

(Lejeune , 2017) : Lejeune, Michel. *Statistique: La théorie et ses applications*. Springer Paris, 2010.

Menouer, H. (2021). *Étude comportementale de 03 variétés de pomme de terre (Solanum tuberosum L.) cultivées dans la région de Mostaganem* (Mémoire de Master). Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie.

Petrovska, B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy reviews*, 6(11), 1.

(Schober et al., 2018): Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). *Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation*. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768.

(Snoussi, 2010) : Snoussi Sid Ahmed, Etude de base sur la tomate d'Algérie, Rapport de mission, 2010

Webographie

Bulbiverse (2024). Guide complet de la culture de l'ail pour les maraîchers en France. Bulbes potagers. URL : <https://bulbespotagers.com/pages/guide-complet-de-la-culture-de-lail-pour-les-maraichers-en-france>

CNRADA. (2023). Fiche technique de l'oignon. Centre National de Recherche et de Développement en Agriculture. <https://cnrada.org/fiche-technique/fiche-technique-de-loignon/Cnrada>

(Numiqo, 2026) : Numiqo Team (2026). numiqo: Online Statistics Calculator. numiqo e.U. Graz, Austria. URL <https://numiqo.com>

Web1 : www.agronoblog.com (block de l'agriculture, 2021)

Web 2 : <https://www.horizons.dz/?p=224409>