



Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Faculté sciences de la Nature et de la vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

- Ayss arbia

Thème

**Impact de la sécheresse sur la production de la
pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.)**

Soutenu publiquement le 24/06/2025.

Jury :

Président : Mr. ADDA A

Encadrant : Mme. CHAHBAR S

Examineur : Mr. BERRABAH H

Grade

Pr (Univ.tiaret)

MCA (Univ.tiaret)

MCA (Univ.tiaret)

REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères et les plus profonds :

À Allah, le Tout-Puissant, qui m'a permis d'être ce que je suis aujourd'hui, car l'homme propose, mais Allah dispose. Seigneur, guide toujours mes pas et éclaire ma voie.

J'adresse ma gratitude à Madame CHAHBAR Safia, mon encadrante, pour son accompagnement précieux, le temps qu'elle m'a consacré et l'expérience qu'elle a généreusement partagée.

J'exprime ma profonde gratitude aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire : à Monsieur ADDA A, qui m'a honoré en assurant la présidence du jury, ainsi qu'à Monsieur BERRABAH H pour avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect. Je tiens également à remercier l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation tout au long de nos années d'études.

Salutations de remerciement et de reconnaissance à un frère que ma mère n'a pas enfanté, à Monsieur BERRANI AbdElKader.

Un grand merci à nos amis et camarades de promotion pour leur soutien et les moments de réconfort partagés.

Enfin, je remercie toutes les personnes, de près ou de loin, qui ont apporté leur aide à l'élaboration de ce mémoire, ainsi que les professionnels qui ont contribué à mon parcours et à ce que je suis devenu aujourd'hui.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail, avec tout mon amour, ma sincérité et ma fierté :

À mes chers parents, source inépuisable de tendresse, de noblesse et d'affection ; que cette
étape soit pour vous une source de satisfaction et de joie.

À la mémoire de mon frère bien-aimé SalahEddine, qu'Allah lui accorde Sa miséricorde et
l'accueille dans l'immensité de Son paradis.

À mes frères et sœurs, en témoignage de notre fraternité, en leur souhaitant bonheur, santé
et réussite.

À mes enfants adorés : Oussama, Amira et Saouab.

À l'ensemble de ma famille.

À mes amis, mes enseignants et à toute personne qui prendra la peine de lire ce travail.

Enfin, je tiens à me dédier ce travail en reconnaissance des efforts que j'ai fournis pour
réaliser ce modeste travail.

La liste des abréviations

La liste des abréviations

ABA : Acide abscissique.

ADH: Avec déficit hydrique.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization).

FAOSTAT : *base de données statistique de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.*

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

SDH : Sans déficit hydrique.

T1 : 13-03-03 Classe E

T2 : 14-08-03 Classe PB

T3 : 14-15-11 Classe PB

T4 : 15-03-12 Classe PB

T5 : 16-05-08 Classe SE

T6 : 16-06-08 Classe SE

T7 : SEBAIN

T8: TIHERT

T9 : OUMNIA

T10 : AMEL-EL-DJAZAIR

T11 : SAHRA

T12 : ALKO

T13 : EL DJAZAIR

T14 : EL HOGGAR

T15 : EL KHADRA

T16 : EL OUAD

T17 : KAHINA

T18 : ASSIREM

T19: SPUNTA

T20 : DESIRE

La liste des figures

Figure 1: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Boufares, 2012).	7
Figure 2: La tige de la pomme de terre (Oudafal et al, 2016).	8
Figure 3: la feuille de pomme de terre (Oudafal et al., 2016).	9
Figure 4: la fleur de pomme de terre(Oudafal et al.,2016).	9
Figure 5:Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre (Boufares, 2012).	10
Figure 6: Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre (Boufares, 2012).	11
Figure 7: Les différentes méthodes de multiplication de la pomme de terre(Boufares, 2012).	11
Figure 8: Cycle de production de <i>Solanum tuberosum</i> L (Delaplacep, 2007,2011).	13
Figure 9: Évolution de la production nationale de pomme de terre (MADR, 2018).	15
Figure 10: Les différentes formes des tubercules de pomme de terre (Boufares, 2012).	18
Figure 11: Mécanismes d'adaptation face aux stress hydrique chez la plante (Nouri, 2002).	30
Figure 12: Situation régionale de la zone d'étude (carte d'Algérie 1/500000, Mascara).	36
Figure 13: Institut national des recherches agronomiques spécialisé pour la production de semences de pomme de terre Sebaine (INRA Sebaine, 2022).	37
Figure 14: Préparation de lit de semences (INRA Sebaine, 2024)	39
Figure 15: Dispositif expérimental	39
Figure 16: Les résultats moyens du nombre de plants soumis à deux régimes hydriques.	42
Figure 17: Les résultats moyens du nombre de tiges soumis à deux régimes hydriques.	43
Figure 18:Les résultats moyens du nombre total de tubercules soumis à deux régimes hydriques.	44
Figure 19:Les résultats moyens du poids total des tubercules soumis à deux régimes hydriques.	45
Figure 20: Les résultats moyens du nombre de tubercules par plant soumis à deux régimes hydriques.	46
Figure 21: Les résultats moyens du poids de tubercules par plant soumis à deux régimes hydriques.	47
Figure 22: Les résultats moyens du nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.	48
Figure 23: Les résultats moyens du poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.	49
Figure 24: Les résultats moyens du nombre de tubercules de 35 à 50 mm soumis à deux régimes hydriques.	50

Figure 25: Les résultats moyens du poids de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.	51
Figure 26: Les résultats moyens du nombre de tubercules plus de ayant un diamètre supérieur à 50 mm soumis à deux régimes hydriques.	52
Figure 27: Les résultats moyens du poids de tubercules plus de 50 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques	53

Liste des tableaux

Tableau 1: Principaux producteurs de pommes de terre, en Monde (FAO,2018).	14
Tableau 2: Les caractéristiques des quelques variétés de pomme de terre	18
Tableau 3: Description des clones importées CRAW-Belgique	33
Tableau 4: Description des variétés locales	34
Tableau 5: Les caractéristiques physico-chimiques du sol (univ.Tiaret, 2024)	37
Tableau 6: Les abréviations et les noms des variétés	39
Tableau 7: Analyse statistique du nombre de plants.	42
Tableau 8: Analyse statistique du nombre de tiges.	43
Tableau 9: Analyse statistique du nombre total de tubercules.	44
Tableau 10: Analyse statistique du poids total de tubercules.	45
Tableau 11: Analyse statistique du nombre de tubercules par plant	46
Tableau 12: Analyse statistique du poids des tubercules par plant.	47
Tableau 13: Analyse statistique du nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre.	48
Tableau 14: Analyse statistique du poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre.	49
Tableau 15: Analyse statistique du nombre de tubercules de 35 à 50 mm	50
Tableau 16: Analyse statistique du poids de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre.	51
Tableau 17: Analyse statistique du nombre de tubercules ayant un diamètre supérieur à	52
Tableau 18: Analyse statistique du poids plus de 50 mm de diamètre.	53

Table des matières

Remerciment

Dédicace

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Table des Matières

INTRODUCTION 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) 4

1-Définition de la pomme de terre 5

2. Origine et histoire 5

3. Description botanique 6

4. Description morphologique de la pomme de terre 6

4.1. Appareil aérien 7

4.1.1. La tige 8

4.1.2. Les feuilles 8

4.1.3. Les fleurs 9

4.1.4. Le fruit 9

4.2. Appareil souterrain 10

5. Le cycle de reproduction 11

5.1. Le cycle sexué 12

5.2. Le cycle végétatif	12
5.2.1. La dormance	12
5.2.2. La germination	12
5.2.3. Croissance	13
5.2.4. Tubérisation	13
6. Importance économique	13
6. 1. Dans le monde	13
6.2. En Algérie	14
7. Exigences de la plante	15
7.1. Exigences climatiques	15
7.1.1. Température	15
7.1.2. Lumière	16
7.2. L'alimentation en eau	16
7.3. Exigences édaphiques	16
7.3.1. La texture du sol	16
7.3.2. Salinité	16
7.4. exigences en éléments fertilisants	17
8. Variétés de la pomme de terre	17
Chapitre II : Stress hydrique	23
1. Définition du stress hydrique	24
2. Effets du stress hydrique sur les plantes	24
3. Mécanismes d'adaptation	26
3.1. Stratégie d'esquive	27
3.2. Stratégie d'évitement	27
3.2.1.Mécanismes morphologiques	27
3.2.2. Mécanismes physiologiques	28
3.3. Stratégie de tolérance	29
3.3.1 Accumulation des sucres solubles	29
3.3.2. La teneur en chlorophylle	29
PARTIE EXPERIMENTALE	
Chapitre III : Matériel et méthodes	32
1. Objectif d'étude :	33
2. Conditions de réalisation de l'essai	33

2.2. Localisation de l'essai	36
2.3. Caractères édaphiques	37
2.4. Conduite de l'essai	38
2.5. Démarche de l'essai	38
2.6. Plantation	38
2.7. Dispositif expérimental	38
3. Mesures effectuées :	40
3.2. Le nombre de plants	40
3.3. Le rendement	40
3.4. La récolte	40
4. Traitement statistique	40
Chapitre IV: Résultats Obtenus	41
1. Nombre de plants :	42
2. Nombre de tiges :	42
3. Le nombre total des tubercules	43
4. Le poids total des tubercules	44
5. Nombre de tubercules par plant	45
6. Poids des tubercules par plant	46
7. Nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre:	47
8. Poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre :	48
9. Nombre de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre:	49
10. Nombre de tubercules supérieur à 50 mm de diamètre :	51
11. Poids de tubercules supérieur à 50 mm de diamètre:	52
Discussion	54
Conclusion générale	57
Références bibliographiques	58
Résumé	66

INTRODUCTION

Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) représente l'une des principales cultures légumières mondiales, cultivée dans plus de 100 pays (Zhang *et al.*, 2017). Elle est la principale source de tubercules consommés à l'échelle planétaire et constitue le seul tubercule parmi les grandes cultures vivrières (Faostat, 2016).

Riche en glucides, elle joue un rôle essentiel dans l'alimentation humaine, en particulier dans les pays du Sud, où elle contribue directement à la sécurité alimentaire (De Haan *et al.*, 2019). Face à l'accroissement rapide de la population mondiale et à la demande croissante en denrées alimentaires, l'agriculture subit une pression considérable. Les systèmes de production actuels peinent à répondre à cette demande de manière écologiquement durable (Wu *et al.*, 2018). Ce défi s'intensifie dans le contexte des changements climatiques, qui imposent à l'agriculture de demain de produire davantage, tout en utilisant les mêmes ressources, voire moins (Devaux *et al.*, 2020).

Grâce aux avancées en sélection variétale et en techniques culturales, les rendements de la pomme de terre ont progressivement augmenté (Tiwari *et al.*, 2020). En 2018, selon la FAO, la production mondiale de pommes de terre s'élevait à 368,2 millions de tonnes métriques, pour une superficie récoltée estimée à 17,58 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 20,06 tonnes par hectare (FAO, 2019). Bien que cette culture n'occupait alors que 2,97 % des terres consacrées aux quatre principales cultures vivrières – contre 36,2 % pour le blé –, elle enregistrait le rendement le plus élevé. Chaque hectare de pomme de terre produisait ainsi environ 15,1 tonnes de plus que le maïs, classé deuxième en termes de rendement à l'hectare

Toutefois, ces rendements élevés reposent en grande partie sur une irrigation intensive durant toute la saison de culture (Alva, 2008 ; Rud *et al.*, 2014), ce qui exerce une pression accrue sur les ressources hydriques. La pomme de terre, culture vivrière de premier plan à l'échelle mondiale, se distingue par sa sensibilité au stress hydrique, notamment en raison de son système racinaire peu dense et peu profond (Yuan, Nishiyama et Kang, 2003) qui limite sa capacité à puiser l'eau au-delà des couches superficielles du sol (Ahmadi *et al.*, 2011), et une gestion rigoureuse de l'irrigation est nécessaire pour atteindre un rendement optimal.

Selon Hijmans (2003), les projections climatiques indiquent une diminution potentielle du rendement de la pomme de terre de l'ordre de 18 à 32 % entre 2040 et 2069, en raison de l'augmentation attendue des épisodes de sécheresse. Ainsi, l'avenir de la culture durable de la

INTRODUCTION

pomme de terre dépend étroitement du développement de nouvelles stratégies d'irrigation visant à réduire les pertes en eau et à améliorer l'efficacité de son utilisation.

L'intensité des effets du stress hydrique dépend de la combinaison de plusieurs facteurs physiologiques et environnementaux. Elle est directement liée à la sévérité du déficit hydrique ainsi qu'à la durée du stress, qui influencent de manière significative la sensibilité des processus métaboliques tels que la photosynthèse, la division cellulaire ou encore la tubérisation chez des plantes comme la pomme de terre. À des stades critiques du cycle de développement, tels que la floraison ou le début de la tubérisation, le stress hydrique peut ainsi entraîner une diminution significative du potentiel de croissance ainsi que du rendement final (Li *et al.*, 2021).

De plus, la variabilité génotypique joue un rôle majeur dans la réponse des plantes à la sécheresse. Certaines variétés possèdent des mécanismes adaptatifs spécifiques tels que le renforcement du système racinaire, l'ajustement osmotique, la limitation de la surface foliaire ainsi que l'activation de voies métaboliques spécifiques, leur permettant de mieux tolérer le déficit hydrique. Parallèlement, l'interaction plante-environnement (type de sol, climat, intensité du rayonnement, fertilité) module fortement la capacité du couvert à mobiliser efficacement l'eau du sol tout en améliorant son efficacité d'utilisation (Koutrika *et al.*, 2022).

Dans un contexte de changement climatique marqué par une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de la sécheresse, comment affecte ce stress hydrique le rendement de la pomme de terre, et quelles stratégies d'adaptation peuvent être mises en place en atténuer les effets ?

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'impact de la sécheresse sur le rendement de la pomme de terre.

Il se divise en deux parties principales :

La première partie comprend deux chapitres. Le chapitre I présente des rappels bibliographiques sur la culture de la pomme de terre, tandis que le chapitre II est consacré au stress hydrique.

La deuxième partie contient également deux chapitres : le premier décrit le matériel utilisé et les méthodes mises en œuvre au cours de l'étude ; le second expose les résultats obtenus,

INTRODUCTION

suivis de leur discussion afin d'apprécier l'effet du stress hydrique sur la production de la pomme de terre.

Enfin, une conclusion générale vient clore ce travail.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
Généralités sur la pomme de
terre (Solanum tuberosum L.)

1-Définition de la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante vivace, tubéreuse et herbacée, classée parmi les dicotylédones. Elle est cultivée pour ses tubercules riches en amidon, reconnus pour leurs qualités nutritives, et a pour origine l'Amérique du Sud. Cette plante appartient à la famille des Solanacées, qui regroupe des espèces à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec plus de 2 000 autres espèces, telles que la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment ou encore le pétunia (Boufares, 2012).

2. Origine et histoire

La pomme de terre, originaire de la cordillère des Andes et plus précisément du Pérou, fait son entrée en Europe en 1570 suite au retour des conquistadors espagnols (ALLOY, 2009). Son histoire remonte à environ 8 000 ans sur les rives du lac Titicaca, situé à 3 800 mètres d'altitude, à la frontière entre la Bolivie et le Pérou. Des recherches ont révélé que des communautés de chasseurs-cueilleurs ayant migré vers le sud du continent américain il y a plus de 7 000 ans commencèrent à domestiquer des espèces sauvages de pommes de terre poussant en abondance autour du lac. Environ 200 espèces sauvages de pommes de terre ont été identifiées sur le continent américain. Cependant, c'est dans la cordillère centrale des Andes que les premiers agriculteurs ont réussi à sélectionner et améliorer les spécimens initiaux, aboutissant au fil des millénaires à une diversité impressionnante de tubercules (FAO, 2008).

La pomme de terre, originaire des côtes ouest de l'Amérique latine, se serait développée à l'état naturel avant d'être consommée depuis des temps très anciens par les populations locales. Introduite en Europe durant la seconde moitié du XVI^e siècle par des navigateurs ou des pirates, sa culture est restée limitée jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. Ce n'est qu'au XIX^e siècle qu'elle s'est largement répandue à travers l'Europe. Son intégration dans le régime alimentaire a significativement contribué à atténuer les famines récurrentes de l'époque (Houidi *et al.*, 2007).

En Algérie, la pomme de terre aurait été introduite une première fois au XVI^e siècle par les Maures andalous, qui ont également diffusé d'autres cultures comme la tomate, le poivron, le maïs et le tabac. Néanmoins, elle tomba rapidement dans l'oubli, ne suscitant pas d'intérêt particulier. Ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle que les colons se mirent à la cultiver pour leur usage personnel, tandis que les Algériens restaient réticents malgré les périodes successives de disette. Ce n'est qu'à la suite de la grande famine des années 1930-1940 que cette opposition fut surmontée (MEZIANE, 1991).

3. Description botanique

La pomme de terre fait partie de la famille des Solanaceae. L'espèce *Solanum tuberosum* est cultivée pour la consommation humaine. Il s'agit d'une espèce herbacée, vivace par ses tubercules mais cultivée en culture annuelle le plus souvent. (ROUSSELLE et *al.*, 1992).

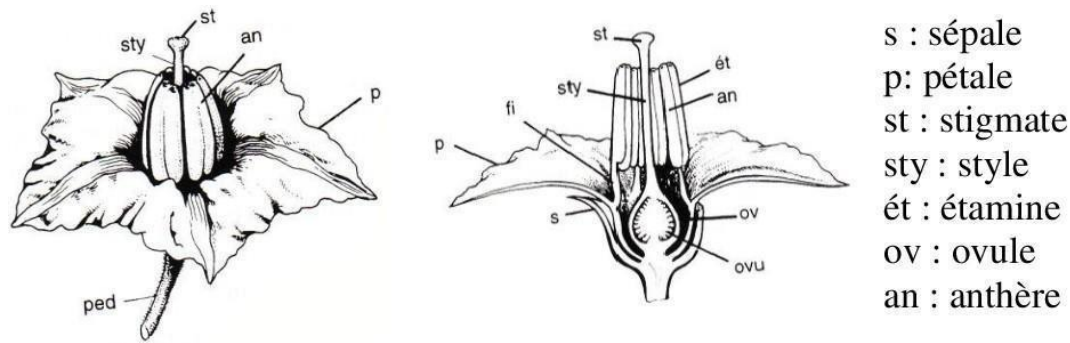
Classification :

Embranchement...	Angiospermes.
Classe...	Dicotylédone.
Sous-classe...	Gamopétales.
Ordre...	Polmoniales
Famille...	Solanacées
Genre...	<i>Solanum</i>
Espèce...	<i>Solanum tuberosum</i> L

4. Description morphologique de la pomme de terre

La pomme de terre est une plante herbacée, tubéreuse, à feuilles caduques et au port dressé. Elle est vivace grâce à ses tubercules (Zerigui et al., 2018).

Elle se compose de deux parties : une partie aérienne et une partie souterraine. Cette dernière est la plus importante, car elle renferme les tubercules, principaux responsables de la valeur alimentaire de la pomme de terre (Mariel, 2009).



La fleur

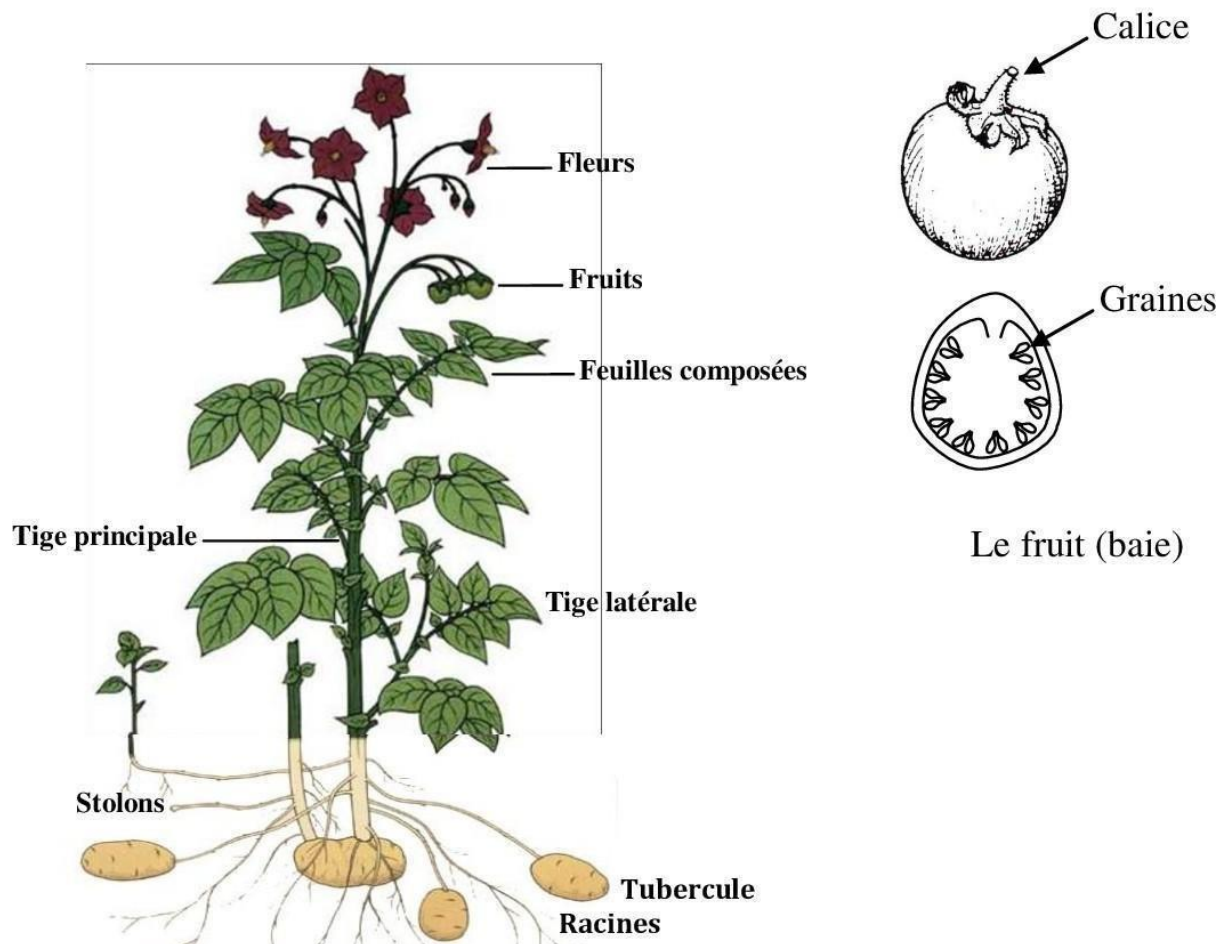


Figure 1: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Boufares, 2012).

4.1. Appareil aérien

Le système aérien de la plante est de nature annuelle.

Les tiges, au nombre de 2 à 10 voire plus, présentent généralement un port dressé à semi-dressé et une section irrégulière.

Les feuilles composées, par leur forme et leur couleur variables, permettent de distinguer les différentes variétés.

Les fleurs, dont la couleur et le nombre varient selon les variétés, sont généralement autogames, bien qu'elles soient souvent stériles.

Quant aux fruits ou baies, ils contiennent des graines sans intérêt agronomique en culture (Houidi, 2007).

4.1.1. La tige

chaque plante possède une ou plusieurs tiges herbacées, plus ou moins dressées, portant des feuilles composées (Fig 4). Le nombre de tiges dépend du calibre du plant, de son âge physiologique, ainsi que des conditions de conservation et de germination (Djaafour, 2018).



Figure 2: La tige de la pomme de terre (Oudafal et al, 2016).

4.1.2. Les feuilles

elles sont alternes, composées et de taille variable, mesurant entre 10 et 20 cm de longueur. Portées par un pétiole (Figure 2), elles se composent de 7 à 9 folioles et présentent des nervations de type réticulé (Michel, 2020).



Figure 3: la feuille de pomme de terre (Oudafal et al., 2016).

4.1.3. Les fleurs

Les fleurs sont généralement autogames, bien qu'elles soient souvent stériles. Leur coloration varie selon les différentes variétés (Daoud et al., 2017). Elles sont portées par un pédicelle et se caractérisent par la présence de 5 sépales fusionnés formant un calice, 5 pétales réunis en une corolle, 5 étamines attachées au tube de la corolle, ainsi que 2 carpelles fusionnés pour former un **ovaire supère (Figure 3)** (Rousselle et al., 1996).



Figure 4: la fleur de pomme de terre(Oudafal et al.,2016).

4.1.4. Le fruit

Le fruit se présente sous la forme d'une baie de forme sphérique ou ovoïde, mesurant entre 1 et 3 centimètres de diamètre. Sa couleur varie du vert au brun violacé, devenant jaune à maturité. Il renferme généralement plusieurs dizaines de petites graines plates et en forme de rein, immergées dans une pulpe mucilagineuse résultant de la transformation de l'endocarpe du fruit (Hamiti F, 2023).

Les fruits renferment des graines dont l'intérêt agronomique est nul ou très limité (Houidi et al., 2007). Ces fruits contiennent une quantité notable de solanine, un alcaloïde toxique

propre au genre (Kechid, 2005).

4.2. Appareil souterrain

La partie souterraine de la plante constitue l'élément le plus important, car elle renferme les tubercules qui donnent à la pomme de terre sa valeur nutritive. Cet appareil souterrain est composé du tubercule mère desséché et de tiges souterraines appelées stolons (Bernhards, 1998).

Contrairement à une racine, le tubercule de pomme de terre est une tige souterraine. Comme toute tige, il est formé d'entre-nœuds — courts et peu visibles dans ce cas

— et porte des bourgeons appelés « yeux », logés dans de petites dépressions. Lorsqu'ils se développent, ces bourgeons donnent naissance aux germes puis aux futures tiges aériennes. Les racines, quant à elles, peuvent émerger de différentes zones : des nœuds enfouis, des tiges feuillées, des nœuds des stolons ou encore des yeux du tubercule (Fig 5, 6) (Boufares, 2012).

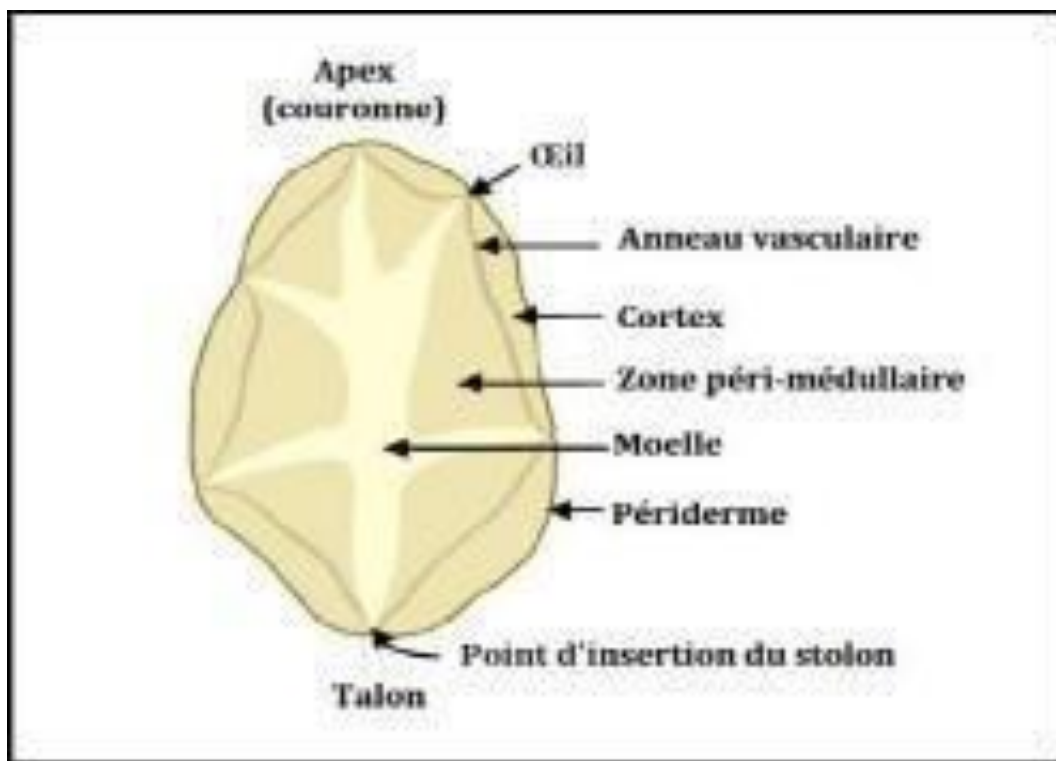


Figure 5: Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de terre (Boufares, 2012).

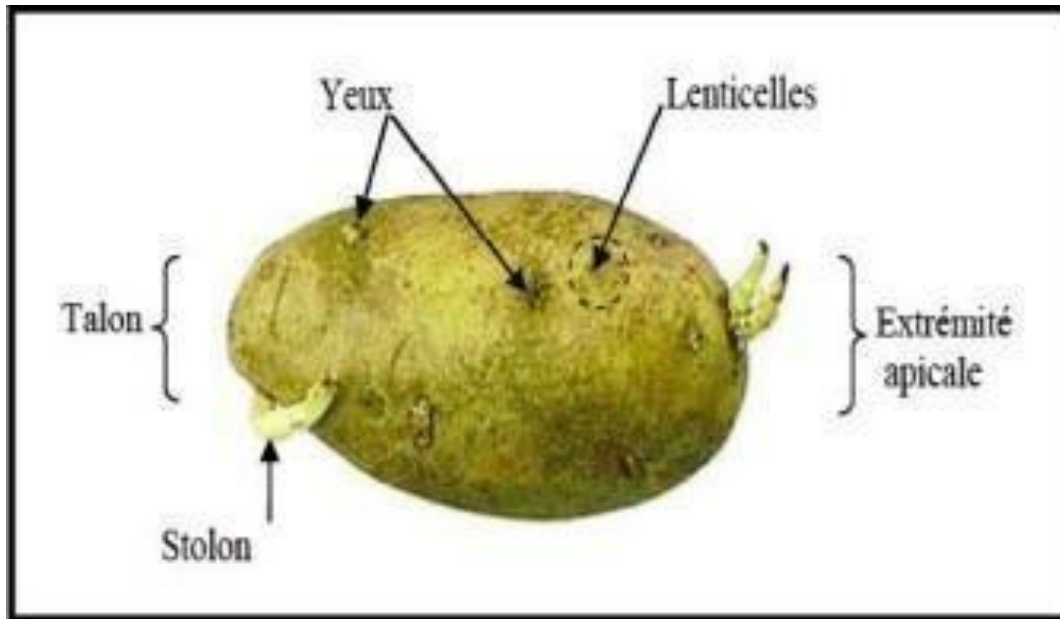


Figure 6: Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de terre (Boufares, 2012).

5. Le cycle de reproduction

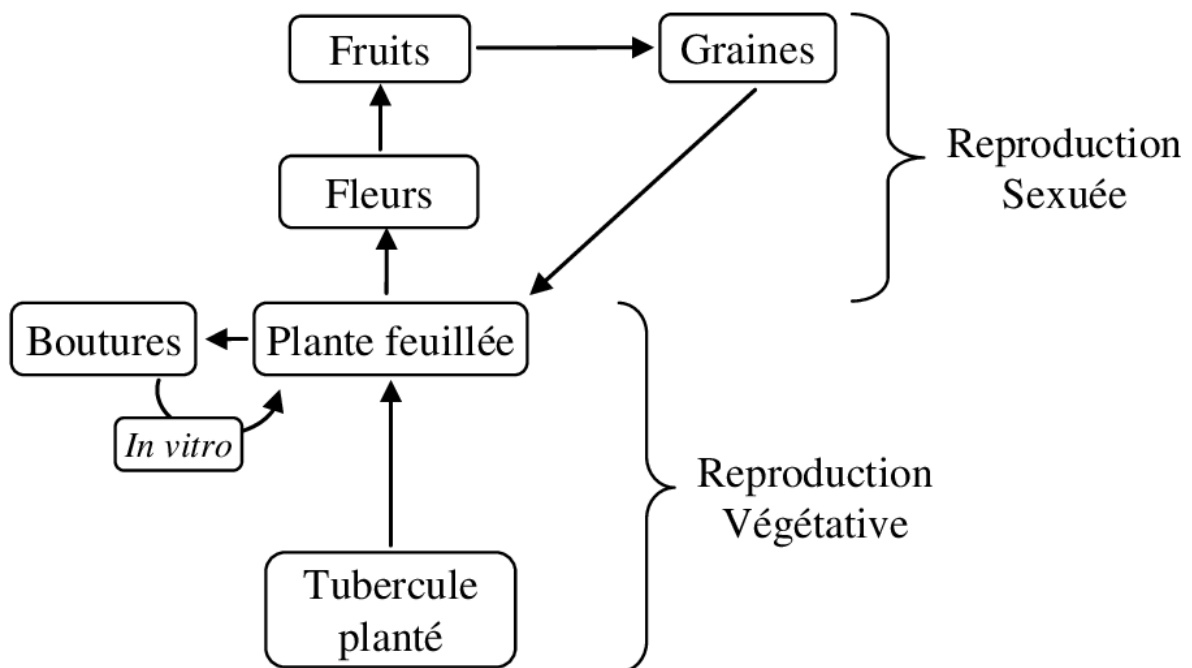


Figure 7: Les différentes méthodes de multiplication de la pomme de terre (Boufares, 2012).

5.1. Le cycle sexué

Le fruit, de forme sphérique ou ovoïde, mesure entre 1 et 3 centimètres de diamètre. Il peut contenir jusqu'à 200 graines, qui servent à la création de nouvelles variétés. La germination est de type épigée : les cotylédons sont soulevés au-dessus du sol grâce à la croissance de l'hypocotyle. Dans des conditions favorables, alors que la jeune plante ne mesure encore que quelques centimètres, des stolons commencent à apparaître. Ils se développent d'abord à la base des cotylédons, puis aux aisselles des feuilles situées plus haut. Ces stolons s'enfoncent ensuite dans le sol pour former des tubercules (Berndhars, 1998).

5.2. Le cycle végétatif

Il s'agit d'une multiplication asexuée qui se fait à partir d'un organe végétatif, en l'occurrence le tubercule.

Ce cycle est très court, durant environ 3 à 4 mois.

Il se déroule en quatre étapes principales (Djraoui, Mokhtari, et Serrar, 220):

- la dormance
- la germination
- la croissance
- la tubérisation (formation des tubercules).

5.2.1. La dormance

Cette période se fait après la récolte dans la plupart des variétés de la pomme de terre où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions du milieu (Lahouel, 2015). varie en durée selon la variété, les conditions de stockage, et surtout la température (Péron, 2006).

Pour accélérer la germination, il est possible de traiter chimiquement les tubercules destinés à la plantation ou de les soumettre à des alternances de températures élevées et basses (Belguendouz, 2011).

5.2.2. La germination

Dès la fin de sa phase de repos végétatif, si le tubercule est placé dans un environnement favorable — avec une température comprise entre 16 et 20 °C et une humidité relative de 60 à 80 % —, il commence immédiatement à germer (Ellisseche, 2008).

Au cours du stockage, et sous l'effet de conditions favorables, une évolution physiologique interne prépare le tubercule à produire des bourgeons. Un petit nombre de germes à croissance rapide apparaît, s'allonge, se ramifie, puis finit par se tubériser (Kechid, 2005).

5.2.3. Croissance

Lorsque les tubercules sont plantés à un stade physiologique approprié, les germes se transforment en tiges herbacées souterraines, munies de feuilles, permettant ainsi à la plante de devenir autotrophe. Les bourgeons axillaires donnent naissance à des rameaux et à des stolons (Lahouel, 2015).

5.2.4. Tubérisation

La tubérisation débute à la fin de la phase de croissance. Elle commence par l'arrêt de l'élongation des stolons, un phénomène qui se produit lorsque le diamètre des ébauches devient deux fois supérieur à celui des stolons qui les portent. Ensuite, s'enchaînent la multiplication cellulaire et le grossissement des ébauches, alimentées par les réserves synthétisées par le feuillage (Hamnache, 2017).

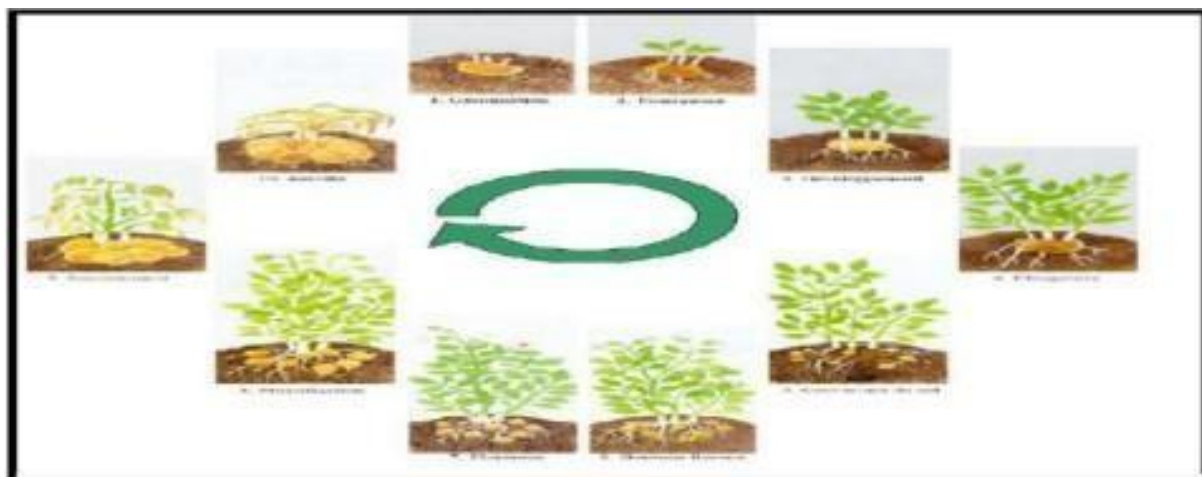


Figure 8: Cycle de production de *Solanum tuberosum* L (Delaplacep, 2007,2011).

6. Importance économique

6. 1. Dans le monde

Face aux défis alimentaires mondiaux, la pomme de terre jouera un rôle déterminant dans les années à venir. Parmi les principaux producteurs, on retrouve la Chine, l'Inde et la Fédération de Russie, tandis que l'Algérie se classe à la quinzième place au niveau mondial (FAO, 2018).

La culture de la pomme de terre est produite à travers les cinq continents du monde dans plus de 150 pays. En 2016 environ 19.246.462 hectares sont cultivés donnant lieu à une production d'environ 376.826.967 tonnes. Plus de la moitié de la production mondiale est fournie par les pays en voie de développement (FAO, 2018).

Tableau 1: Principaux producteurs de pommes de terre, dans le monde (FAO,2018).

Pays	Production (millions de tonnes)
1. Chine	99 065 742
2. Inde	56 224 047
3. Féd. de Russie	31 107 797
4. Ukraine	21 750 290
5. Etats-Unis	19 990 950

6.2. En Algérie

D'après les sources historiques, l'introduction de la pomme de terre en Algérie remonte au début du XIXe siècle, période durant laquelle elle était principalement cultivée pour approvisionner le marché français. Après l'indépendance, ce tubercule a progressivement gagné en importance dans le régime alimentaire des Algériens, devenant un produit clé pour la consommation locale. Cette évolution a entraîné une augmentation significative de la demande, positionnant la pomme de terre comme la principale culture maraîchère en termes de superficie et de production (CHEHET, 2008).

Contrairement aux pays nordiques où la pomme de terre est cultivée sur une seule saison annuelle, l'Algérie a enregistré pour l'année 2018 une production totale de 42 millions de quintaux sur une superficie d'environ 130 000 hectares. Cette hausse correspond à une augmentation de 29 % de la production alors que les surfaces cultivées n'ont progressé que de 19,41 %, soulignant ainsi l'impact des gains de rendement (MADRP, 2018). Entre 2008 et 2018, la production nationale est passée de 20 millions à 42 millions de quintaux, soit une augmentation de 22 millions. Cette performance est essentiellement attribuée à l'essor des trois principales wilayas productrices (MADRP, 2019).

Actuellement, la culture de la pomme de terre s'étend sur une superficie de 115 000 hectares, représentant 2 % de la surface agricole utile (SAU) nationale et 30 % de la SAU consacrée aux cultures maraîchères. Ces dernières années, cette filière a connu une transformation notable avec le développement de nouvelles régions de production, notamment dans le sud du pays. La wilaya d'El Oued, par exemple, concentre à elle seule 24

% des surfaces dédiées à cette culture. Par ailleurs, la production nationale de pommes de terre est particulièrement concentrée (TIMAC Agro, 2020).

Les principales wilayas productrices se distinguent par leurs contributions significatives:

- El Oued avec une production de 11,7 millions de quintaux (24 %),
- Ain Defla avec 7,3 millions de quintaux (15 %),
- Mostaganem avec 3,7 millions de quintaux (8 %).

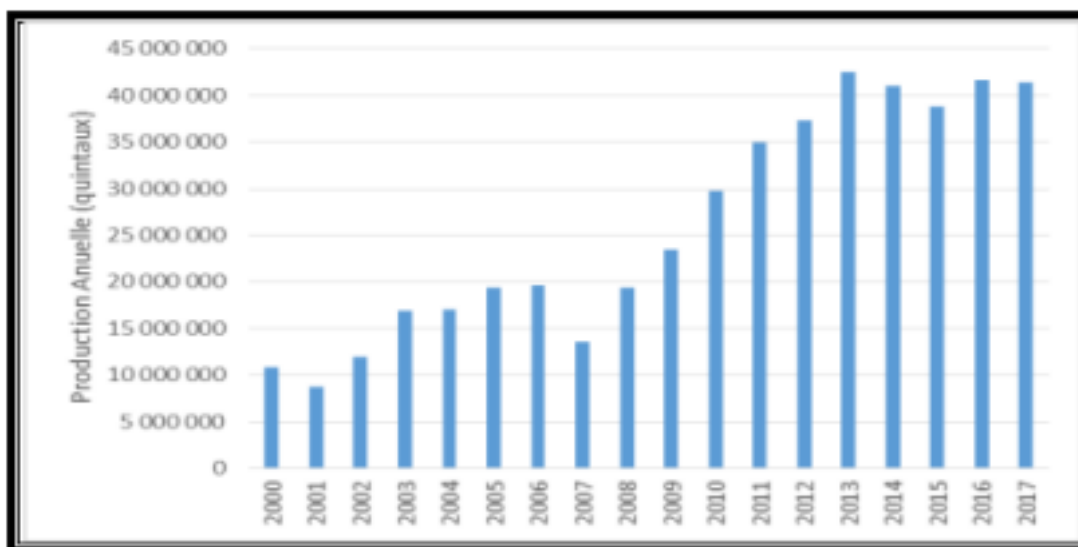


Figure 9: Évolution de la production nationale de pomme de terre (MADR, 2018).

7. Exigences de la plante

7.1. Exigences climatiques

La culture de la pomme de terre est répandue dans plus d'une centaine de pays, qu'ils soient au climat tempéré, subtropical ou tropical. Elle s'épanouit particulièrement dans les zones caractérisées par un climat tempéré frais, où la température représente le facteur limitant principal à la production (MOENNE, 2008).

7.1.1. Température

La température a une influence déterminante sur le type de croissance. Des températures élevées favorisent le développement des tiges, tandis que des températures plus basses stimulent davantage la formation des tubercules (Rousselle et al., 1996). La pomme de terre est particulièrement vulnérable au gel. Son seuil de végétation se situe entre 6 et 8 °C. Les températures optimales pour la croissance des tubercules sont d'environ 18 °C pendant la journée et 12 °C la nuit. En revanche, une température du sol dépassant 25 °C nuit à la tubérisation (Toumi, 2014).

7.1.2. Lumière

La lumière influence la tubérisation par son effet photopériodique, ainsi que l'activité photosynthétique par son intensité. Les photopériodes courtes favorisent davantage la tubérisation, tandis que les photopériodes longues stimulent plutôt la croissance. Dans les régions au climat tempéré, la majorité des cultivars utilisés présentent des photopériodes critiques situées entre 13 et 16 heures (Rousselle et al., 1996).

7.2. L'alimentation en eau

L'alimentation en eau de la pomme de terre est cruciale, car il s'agit d'une culture particulièrement exigeante à ce niveau. Les besoins hydriques varient selon la durée du cycle végétatif (CORALINE et al., 2009). En général, la pomme de terre nécessite une pluviométrie régulière et bien répartie, oscillant entre 500 et 600 mm d'eau tout au long de son cycle. Cependant, elle tolère mal un excès d'eau en fin de tubérisation, car cela entraîne un pourrissement rapide des tubercules, tout comme elle souffre en cas de sécheresse, qui provoque la formation de tubercules prématurés. Cette culture peut être réalisée pendant la saison pluvieuse ou sous un régime d'irrigation contrôlée (Hadjammar, 2018).

7.3. Exigences édaphiques

D'après BAMOUH (1999), la culture de la pomme de terre est possible sur la plupart des types de sols, à condition qu'ils soient bien drainés et peu pierreux. Les sols les mieux adaptés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meub.

7.3.1. La texture du sol

La pomme de terre requiert un sol sain, riche, profond et bien aéré. Elle se développe généralement mieux dans des sols à texture grossière, comme les sols sableux ou sablo-limoneux, que dans ceux à texture fine et compacte, tels que les sols argileux ou argilo-limoneux, qui freinent l'expansion des tubercules. Les sols légèrement acides (pH entre 5 et 6,5) favorisent de bons rendements. En revanche, une alcalinité excessive peut entraîner l'apparition de la gale commune sur les tubercules (Hadjammar, 2018).

7.3.2. Salinité

Comparée à d'autres cultures maraîchères, la pomme de terre présente une tolérance relative à la salinité. Toutefois, un niveau de salinité élevé peut nuire à l'absorption de l'eau par les racines (Bamouh, 1999). En présence d'une forte concentration en sels, le point de flétrissement est rapidement atteint. Il est possible de diminuer la salinité du sol en procédant à un lessivage à l'aide d'une eau d'irrigation faiblement minéralisée (Bamouh, 1999).

7.4. exigences en éléments fertilisants

La pomme de terre nécessite des apports en azote au début de son cycle de culture, mais il est préférable d'éviter son application après la tubérisation. Le phosphore peut être entièrement appliqué en fumure de fond ou divisé en une ou deux distributions, principalement lors de la plantation. Quant au potassium, il peut être administré en une ou plusieurs fois (SKIREDJ, 2007).

Selon MASSE (2004), la gestion des apports doit tenir compte de plusieurs contraintes, notamment les besoins de la culture, l'historique de la parcelle, les conditions pédoclimatiques ainsi que les exigences réglementaires.

8. Variétés de la pomme de terre

Le nombre de variétés de pommes de terre dépasse largement les milliers, attestant ainsi de leur grande diversité. Chaque année, de nouvelles variétés apparaissent, chacune bénéficiant d'une description officielle fondée sur de nombreux caractères morphologiques ainsi que quelques aspects physiologiques (Ait Hammou et al., 2017).

Selon Djaafour (2019), elles sont principalement caractérisées par :

- la couleur de la peau et de la chair,
- la forme du tubercule (fig 10),
- la durée de culture,
- la durée de conservation,
- la date de mise sur le marché,
- la précocité,
- le rendement,
- et la saveur.

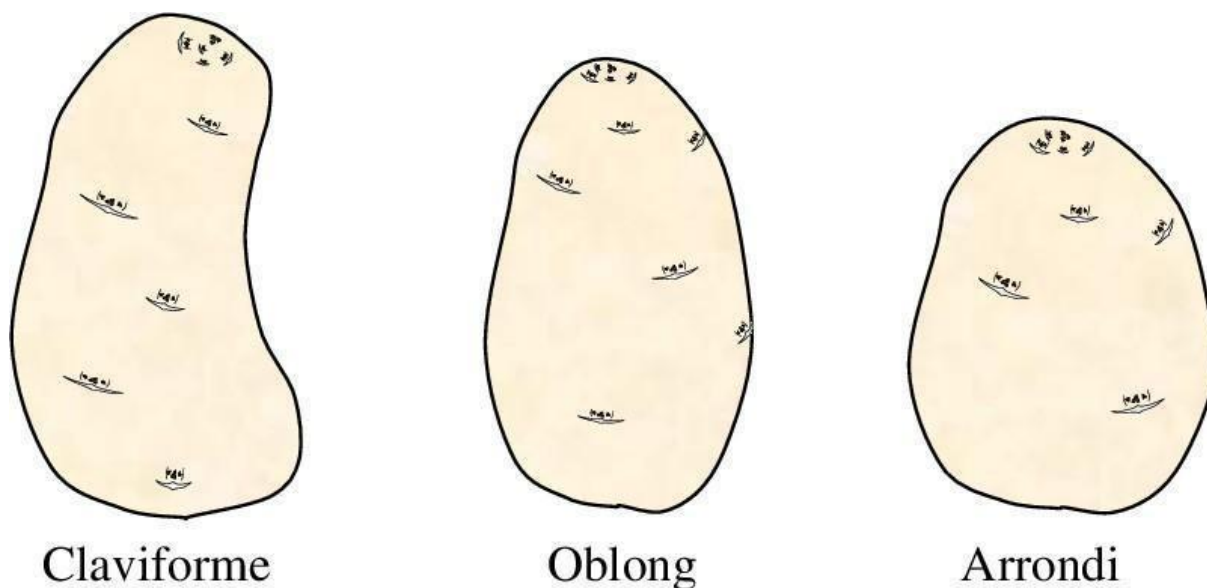


Figure 10: Les différentes formes des tubercules de pomme de terre (Boufares, 2012).

Les types de variétés :

Il existe trois types de variétés de pommes de terre :

Les variétés à chair ferme

Les variétés destinées à la consommation Les variétés féculières (Dominique, 2013).

Le tableau ci-dessous présente plusieurs variétés de pommes de terre, ainsi que leurs caractéristiques selon le plan français de pomme de terre établi en 2010. Cela offre un aperçu des spécificités de chaque variété.

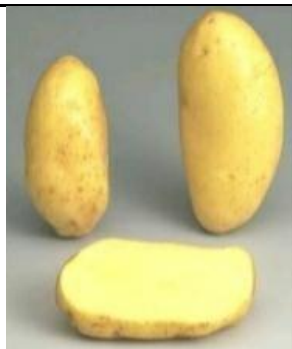
Tableau 2: Les caractéristiques des quelques variétés de pomme de terre.

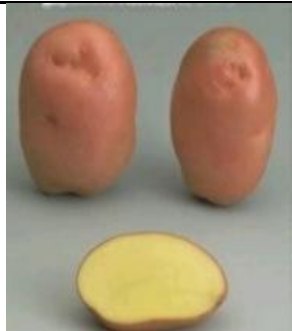
Variété	Description	
Annabelle	Catégorie : consommation à chair ferme. Maturité : précoce à demi précoce. Tubercule : allongé, yeux peu profonds, peau jaune, lisse à moyenne, chair jaune foncé. Germe : rouge violacé, conique, pilosité moyenne à forte. Plante : taille moyenne, port demi dressé à étalé, type intermédiaire. Tige : pigmentation faible.	

	Feuille : vert clair à moyen. Floraison : nulle ou très faible à faible. Fleur : blanche, bouton floral faiblement pigmenté. Fructification : absente ou très rare.	
Charlotte	Catégorie : consommation à chair ferme. Maturité : demi précoce. Tubercule : oblong allongé, très régulier, yeux superficiels, peau jaune, chair jaune. Germe : rouge violacé, conique pilosité moyenne. Plante : taille moyenne, port demi dressé, type semi-feuillu. Tige : entrenœuds. Feuille : vert franc, moyennement divisée, ouverte ; foliole moyenne, ovale (l= 1,71) ; limbe plan. Floraison : moyennement abondante. Fleur : rouge violacé, bouton floral moyennement pigmenté. Fructification : très rare.	

Rosabelle	Catégorie : consommation. Maturité : précoce. Tubercule : oblong à oblong allongé, très régulier, yeux superficiels, peau rouge, chair jaune. Germe : rouge violet, cylindrique, pilosité moyenne à forte. Plante : taille moyenne, port demi-étalé, type feuillu. Tige : entrenœuds moyennement pigmentés, nœuds faiblement pigmentés, aux ailes peu prononcées, en majorité rectilignes. Feuille : vert clair, peu divisée, mi ouverte, foliole moyenne, ovale arrondi ($l=1.68$), limbe semi-cloqué. Floraison : assez rarement abondante. Fleur : rouge violacé, bouton floral partiellement pigmenté. Fructification : très rare.	
Bintje	Catégorie : consommation. Maturité : demi-précoce. Tubercule : oblong, régulier, yeux superficiels, peau jaune, chair jaune. Germe : violacé, conique, pilosité moyenne. Plante : taille assez haute, port demi dressé, type semi-feuillu.	

	Tige : entrenœuds. Feuille : vert franc, peu divisée, mi ouverte ; foliole moyenne, ovale (l=1,78) ; limbe plan. Floraison : moyennement abondante. Fleur : blanche, bouton floral partiellement pigmenté. Fructification : très rare.	
Vitelotte noir, Négresse	Catégorie : consommation. Maturité : tardive. Tubercule : oblong cylindrique, yeux demi-enfoncés, répartis sur tout le tubercule, peau violette, chair violette. Germe : violet, pilosité faible. Plante : taille haute, port dressé, entièrement pigmentée. Tige : grosse, violette. Feuille : vert foncé, semi-brillante, peu divisée; pétiole et nervures violets. Floraison : assez rare. Fleur : blanche, radiée de violet. Fructification : très rare.	
Amyla	Catégorie : féculière. Maturité : demi-tardive à tardives. Tubercule : oblong court, yeux moyens à profonds, peau jaune, chair jaune. Germe : violet-bleu, ovoïde, pilosité faible à moyenne.	

	Plante : taille moyenne à haute, port dressé à demi-dressé, type intermédiaire. Tige : pigmentation faible à moyenne. Feuille : vert moyen à foncé, mâte à semi brillante, moyennement à fortement divisée, semi-fermée à fermer ; foliole moyenne, ovale. Floraison : moyennement abondante. Fleur : blanche, bouton floral moyennement pigmenté. Fructification : absente ou très rare à rare.	
Spunta	Catégorie : consommation. Maturité : demi-précoce. Tubercule : oblong allongé, régulier, yeux très superficiels, peau jaune, chair jaune. Germe : violet, conique, pilosité moyenne. Plante : taille haute, port dressé, type rameux. Tige : entrenœuds faiblement pigmentés, nœuds non pigmentés, aux ailes développées, rectilignes et ondulées. Feuille : vert franc, peu divisée, mi ouverte ; foliole moyenne, ovale arrondi (l= 1,61), limbe cloqué. Floraison : assez abondante. Fleur : blanche, bouton floral Fructification : très rare.	

désirée	Catégorie : consommation. Maturation : moyenne à demi-tardive. Tubercule : oblong, assez régulier, yeux superficiels, peau rouge, chair jaune. Germe : rouge violacé, en forme de tonneau, pilosité moyenne. Plante : taille haute, port dressé, type semi rameux. Tige : entrenœuds fortement pigmentés, nœuds moyennement pigmentés, aux ailes étroites, rectilignes. Feuille : vert franc, peau divisée, ouverte ; foliole moyenne, ovale ($l=1,73$), limbe plan. Floraison : abondante. Fleur : rouge violacé, grande pointes blanches, bouton floral partiellement pigmenté. Fructification : assez fréquente.	
---------	---	---

Chapitre II :

Stress hydrique

1. Définition du stress hydrique

Cela peut être défini comme le rapport entre la quantité d'eau requise pour la croissance d'une plante et celle effectivement disponible dans son environnement. La réserve d'eau utile pour la plante correspond à la quantité d'eau présente dans le sol et accessible à son système racinaire. Quant à la demande en eau de la plante, elle est déterminée par le niveau de transpiration ou d'évapotranspiration, impliquant des pertes d'eau à la fois au niveau des feuilles et du sol (Chennafi *et al.* 2006).

Le déficit hydrique des plantes survient lorsque l'approvisionnement en eau au niveau des racines devient insuffisant ou lorsque le taux de transpiration dépasse la quantité d'eau absorbée (Sayed *et al.*, 2012).

Ce stress peut être causé par une faible disponibilité en eau dans la zone du sol explorée par les racines et/ou par une forte évaporation au niveau des feuilles (Jérémie, 2007).

2. Effets du stress hydrique sur les plantes

Le déficit hydrique, en réduisant le potentiel hydrique du sol, peut entraîner une diminution du nombre de feuilles par plante, de leur taille ainsi que de leur durée de vie, affectant ainsi négativement la surface foliaire assimilatrice. Cette réduction peut résulter d'un ralentissement de l'expansion des feuilles et/ou d'une sénescence précoce (Chakhchar, 2015).

L'impact du stress hydrique sur les plantes varie en fonction de sa durée, de son intensité et des capacités génétiques de chaque espèce à y faire face (Burke, 2007). Ce stress affecte la physiologie végétale en ralentissant les processus cellulaires tels que la division, l'élongation et la translocation, en perturbant le fonctionnement énergétique (diminution de la photosynthèse, altérations de la respiration) et en provoquant un déséquilibre hormonal (Karakas *et al.*, 1997 ; Martinez *et al.*, 1987 et 2005). Ses effets diffèrent selon qu'il survient lors de la germination, de la croissance ou de la phase de reproduction.

Le stress hydrique impacte l'ensemble de la plante, tant au niveau aérien que souterrain (Hill *et al.*, 2021).

La sensibilité de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) au stress hydrique est largement documentée dans la littérature scientifique (Hill *et al.*, 2021 ; Van Loon, 1981). Cette plante présente un système racinaire peu profond, généralement concentré dans les 20 à 30 premiers centimètres du sol (Boguszewska-Mańkowska *et al.*, 2020 ; Iwama, 2008 ; Steckel

et Gray, 1979 ; Thornton, 2020), ce qui limite sa capacité à capter l'eau en profondeur et accentue sa vulnérabilité à la sécheresse (Hill et al., 2021 ; Van Loon, 1981). En outre, ses besoins en eau sont relativement élevés (Knox et al., 1997 ; Nasir et Toth, 2022), rendant la culture sensible même à de faibles déficits hydriques, qui peuvent affecter négativement le rendement en tubercules (Hill *et al.*, 2021).

Le manque d'eau entraîne une réduction de la croissance et du taux de photosynthèse. Cette réponse débute au niveau des racines, qui, en détectant une baisse de l'humidité du sol, synthétisent de l'acide abscissique (ABA). Cette hormone est ensuite transportée vers les feuilles pour induire la fermeture stomatique (Davies et Zhang, 1991), limitant ainsi la transpiration et améliorant l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Dahal *et al.*, 2019 ; Hill et al., 2021). Cependant, la fermeture des stomates réduit l'entrée de CO₂, entraînant une baisse de l'assimilation du carbone (Dahal *et al.*, 2019).

La poursuite du stress provoque une diminution du potentiel hydrique de la plante, réduisant la turgescence cellulaire (Taiz et Zeiger, 2002b), et par conséquent, freinant l'élongation cellulaire et la croissance foliaire (Hill *et al.*, 2021). Cela réduit la surface disponible pour la photosynthèse, ce qui perturbe l'équilibre énergétique de la plante et favorise l'apparition d'un stress oxydatif (Dahal *et al.*, 2019).

De nombreux travaux ont observé une réduction de la biomasse aérienne sous déficit hydrique, se traduisant par une baisse de l'indice foliaire (Jefferies et MacKerron, 1989 ; Lahlou *et al.*, 2003 ; Tourneux *et al.*, 2003), une diminution du nombre et de la taille des feuilles (Deblonde et Ledent, 2001 ; Zaki et Radwan, 2022 ; Jefferies, 1993b), ou encore un ralentissement de la couverture végétale (Aliche et al., 2018 ; Chang *et al.*, 2018). En général, la biomasse aérienne est plus affectée que la biomasse racinaire (Boguszewska-Mańkowska *et al.*, 2020).

La pomme de terre est connue pour réagir précocement à la sécheresse par la fermeture stomatique, souvent avant toute baisse du potentiel hydrique foliaire (Van Loon, 1981 ; Liu *et al.*, 2005). Cette fermeture rapide est corrélée à une augmentation d'ABA, signalant un stress racinaire avant même que les feuilles ne montrent des signes de déficit hydrique.

Effets sur le rendement

La réduction de la surface foliaire affecte directement la formation et la croissance des tubercules, car la photosynthèse produit le saccharose nécessaire à leur développement. Ce

sucre est ensuite transporté via le phloème vers les tubercules pour y être converti en amidon (Dahal *et al.*, 2019). Ainsi, un déficit hydrique se traduit fréquemment par une baisse de rendement (Boguszevska-Mańkowska *et al.*, 2020 ; Saravia *et al.*, 2016), une réduction du nombre, de la taille et de la biomasse fraîche des tubercules (Steckel et Gray, 1979 ; Jefferies et MacKerron, 1989 ; Schafleitner *et al.*, 2007 ; Zaki et Radwan, 2022), ainsi que par une altération de leur qualité nutritive (Da Ros *et al.*, 2020) et une hausse du taux de matière sèche, souvent associée à une baisse de leur valeur commerciale (Jefferies et MacKerron, 1989 ; 1993).

Le stade de développement auquel survient la sécheresse influence fortement l'impact sur la production. Un stress au moment de l'initiation des tubercules peut réduire leur nombre (Van Loon, 1981 ; Dahal *et al.*, 2019 ; Obidiegwu *et al.*, 2015), tandis qu'un stress pendant la maturation affecte surtout leur taille (Obidiegwu *et al.*, 2015). Une irrigation irrégulière entraîne quant à elle des tubercules déformés, en raison d'une alternance entre stress et reprise de croissance (Hill *et al.*, 2021 ; Van Loon, 1981). Ainsi, les phases de tubérisation sont considérées comme des périodes critiques nécessitant un apport hydrique constant pour préserver le rendement (Aliche *et al.*, 2020 ; Gervais *et al.*, 2021).

Enfin, des effets du stress hydrique sont également rapportés sur la biomasse souterraine. Une augmentation de la profondeur d'enracinement a été observée (Lahlou et Ledent, 2005), mais les effets sur la longueur racinaire ou le développement des stolons varient selon la sévérité de la sécheresse et la sensibilité des cultivars (Boguszevska-Mańkowska *et al.*, 2020 ; Chang *et al.*, 2018 ; Albiski *et al.*, 2012). Malgré cette variabilité, les études *in vitro* menées sur plusieurs cultivars indiquent une tendance globale à la diminution des paramètres de croissance racinaire en situation de stress (Albiski *et al.*, 2012 ; Zaki et Radwan, 2022).

3. Mécanismes d'adaptation

Pour faire face au manque d'eau, les plantes adoptent diverses stratégies adaptatives qui varient selon l'espèce et les conditions environnementales, telles que l'esquive, l'évitement et la tolérance. D'un point de vue physiologique, la tolérance d'une plante à un stress hydrique se traduit par sa capacité à survivre et à se développer. D'un point de vue agronomique, cette tolérance se mesure par un rendement supérieur à celui des plantes sensibles. La tolérance globale d'une plante au déficit hydrique résulte d'une combinaison

de modifications phénologiques, anatomiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques. Ces ajustements interagissent pour assurer la croissance, le développement et la productivité de la plante (Passioura, 2004).

Trois aspects de la réponse des plantes face à des déficits hydriques successifs se distinguent lorsqu'elles s'ajustent à leur environnement :

- Assurer l'alimentation en eau et maintenir le volume cellulaire quand l'environnement devient sec. Cela peut se réaliser en préservant l'apport en eau ou en limitant sa perte.
 - Mettre en œuvre des processus de réparation pour corriger les dommages subis.
 - Reprendre la croissance de manière modérée après une phase d'inhibition.
- L'adaptation des plantes au déficit hydrique se manifeste sous trois formes distinctes: l'esquive (drought scapers), l'évitement et la tolérance (Zhu, 2002).

3.1.Stratégie d'évitement

La stratégie d'évitement permet aux cultures d'éviter les périodes critiques de sécheresse en accélérant leur cycle de développement ou en modifiant leur environnement microclimatique, comme par l'ombrage. Bien qu'elle n'assure pas un rendement maximal, elle améliore significativement la stabilité et la résilience des rendements face au changement climatique (Ortiz *et al.*, 2023). Le décalage du cycle cultural, passant des périodes à forte demande climatique à celles présentant un risque hydrique moins élevé, est typique des cultures d'hiver. Ces cultures adaptent leur cycle à des périodes moins sujettes à la sécheresse, tout en compensant une croissance pendant une saison avec un rayonnement incident plus faible par une prolongation de la durée du cycle (Folkert *et al.*, 2001).

3.2.Stratégie d'esquive

La stratégie d'esquive permet aux plantes de limiter les effets du stress hydrique en réduisant la perte d'eau ou en maintenant leur état hydrique via des ajustements morphologiques ou physiologiques (comme la fermeture stomatique, le développement racinaire profond, ou la réduction de la surface foliaire). Si cette stratégie réduit le risque de pertes importantes, elle s'accompagne souvent d'une baisse du rendement potentiel (Tardieu, 2012). Les mécanismes d'évitement se divisent en deux principaux types : morphologiques et physiologiques.

3.2.1.Mécanismes morphologiques

La réduction de la conduction stomatique constitue une réponse adaptative essentielle au stress hydrique, permettant aux plantes de limiter la perte d'eau par évapotranspiration. Cependant, cette fermeture partielle ou totale des stomates restreint l'absorption de CO₂ (Chaves *et al.*, 2002), entraînant ainsi une baisse de l'activité photosynthétique (Hopkins,

2003). La régulation précoce de la conductance stomatique est un mécanisme d'adaptation à court terme essentiel pour réduire significativement les pertes d'eau et maintenir le potentiel hydrique foliaire. Cette intervention rapide permet à la plante de stabiliser sa pression hydrique, retardant les effets négatifs du stress hydrique, bien qu'elle entraîne une réduction de l'assimilation du CO₂ et puisse limiter la croissance à long terme (Zhang et al, 2024) .

- **Réduction de la croissance foliaire**

La réduction de la surface foliaire, notamment par enroulement des feuilles, constitue une stratégie efficace face au stress hydrique : elle diminue la transpiration tout en préservant le potentiel hydrique foliaire. Ce phénomène est provoqué par une perte de turgescence des cellules bulliformes dans les zones de croissance, entraînant un repliement des feuilles qui limite l'exposition à la chaleur et à l'évapotranspiration (Wang *et al*, 2023). Comme le processus d'expansion cellulaire dépend d'une absorption d'eau qui provoque la turgescence après le relâchement des contraintes exercées sur la paroi cellulaire, une disponibilité limitée en eau freine directement cette croissance (Hopkins, 2003). La réduction de la surface foliaire par enroulement des feuilles dans les cultures de pomme de terre constitue une stratégie d'évitement efficace en situation de stress hydrique : elle diminue la transpiration et aide à maintenir un statut hydrique plus stable. Ce repliement, déclenché par la perte de turgescence des cellules foliaires en zones de croissance, permet de conserver plus longtemps l'eau dans les tissus, bien que cela limite la surface photosynthétique et puisse réduire le rendement maximal (Salehi *et al*, 223).

- **Développement racinaire accru**

L'efficacité des racines à extraire l'eau du sol est un facteur déterminant pour retarder la déshydratation des tissus (Turner *et al.*, 2001). Cette adaptation repose sur une extension racinaire en profondeur et en surface, ainsi qu'une augmentation du taux de croissance et de ramification des racines (Laurent et Sané, 2007). Une absorption optimisée est facilitée par un investissement accru au niveau racinaire (Jackson *et al.*, 2000).

3.2.2. Mécanismes physiologiques

Au niveau cellulaire, une réduction du module d'élasticité permet aux cellules de maintenir un potentiel élevé malgré une déshydratation avancée (Tardieu *et al.*, 2006).

Chez la pomme de terre, l'ajustement osmotique constitue un mécanisme crucial de tolérance au stress hydrique. Ce processus repose sur l'accumulation de solutés compatibles (tels que les sucres solubles, la proline ou le tréhalose) dans les vacuoles, permettant de

diminuer le potentiel osmotique cellulaire sans altérer les fonctions métaboliques. Parallèlement, la réduction de la taille cellulaire optimise la concentration des solutés et renforce l'efficacité de cet ajustement. Cette double adaptation permet de maintenir un gradient hydrique favorable du sol vers les feuilles, même lorsque la disponibilité en eau est réduite, assurant ainsi la turgescence et le fonctionnement stomatique. Ce mécanisme synergique contribue à limiter la déshydratation des tissus en conditions de stress modéré (Wang *et al.*, 2024).

3.3.Stratégie de tolérance

Cette stratégie permet à la plante de **maintenir ses fonctions physiologiques essentielles** — notamment la croissance, la photosynthèse et la transpiration — malgré une disponibilité réduite en eau. Elle repose sur une série de mécanismes d'adaptation, tels que l'ajustement osmotique, la régulation stomatique et la protection des structures cellulaires, qui visent à préserver l'équilibre hydrique et la fonctionnalité métabolique même en conditions de déficit hydrique modéré à sévère (Molla *et al.*, 2024).

Les différents processus impliqués dans la tolérance à la sécheresse, avec le maintien d'un potentiel hydrique élevé, incluent principalement(Chakhchar, 2017):

- Une augmentation de la vitesse d'absorption de l'eau.
- Une réduction des pertes d'eau par transpiration, rendue possible grâce à des adaptations morphologiques spécifiques.

3.3.1 Accumulation des sucres solubles

L'accumulation des sucres solubles résulte principalement de l'hydrolyse des réserves telles que l'amidon ou d'une modification du métabolisme carboné (Lepoivre, 2003). Plusieurs études ont démontré que les sucres jouent également un rôle protecteur pour les membranes cellulaires, en particulier celles des mitochondries. Leur présence semble garantir la continuité des réactions de phosphorylation et la production d'énergie. Au-delà de leur effet sur les membranes, les hydrates de carbone soutiennent également les processus de synthèse enzymatique, renforçant ainsi la tolérance de la plante à la dessiccation et augmentant sa résistance à la sécheresse.

3.3.2. La teneur en chlorophylle

En situation de stress hydrique, une diminution de la teneur en chlorophylle est fréquemment observée chez le blé dur (Bousba *et al.*, 2009). Pour limiter les pertes d'eau dues à l'évaporation et réguler l'entrée de CO₂ atmosphérique, essentielle à la photosynthèse, une gestion plus efficace de l'eau se manifeste par une turgescence relative

moins sévèrement impactée par le stress, ce qui conduit à une dilution de la chlorophylle (Slayter, 1974 cité par Mouellef, 2010).

Cette capacité à tolérer un déficit hydrique interne assure une prolongation du fonctionnement de la photosynthèse. Les produits carbonés générés peuvent ainsi être mobilisés à la fois pour soutenir l'ajustement osmotique et pour favoriser le développement des racines. Les mécanismes d'adaptation de la plante face aux stress hydriques sont résumés dans le schéma suivant:

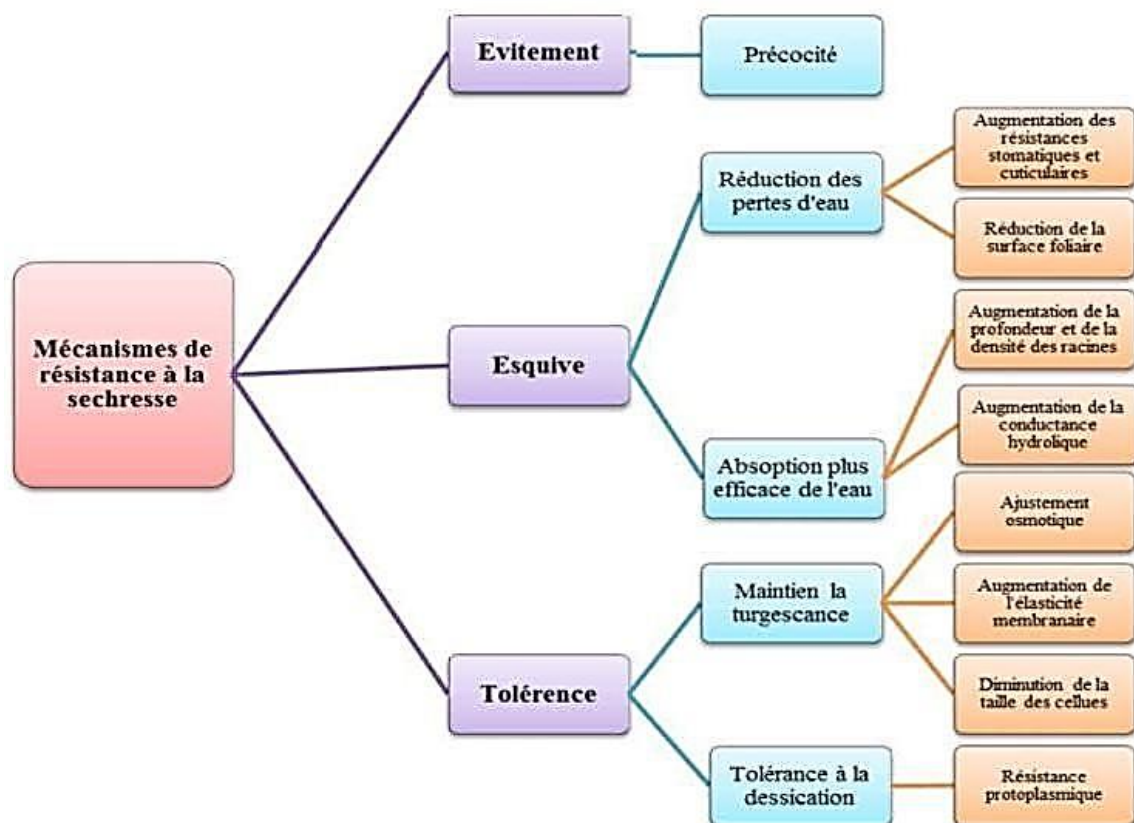


Figure 11: Mécanismes d'adaptation face aux stress hydrique chez la plante (Nouri, 2002).

En conclusion, face au stress hydrique, les plantes développent trois stratégies complémentaires : l'évitement pour limiter la perte d'eau, l'esquive pour contourner les périodes critiques, et la tolérance pour survivre malgré le déficit. Ces mécanismes sont essentiels à l'adaptation des cultures dans les environnements arides.

Partie Expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Objectif d'étude :

Dans ce travail, nous tentons de mener une étude comparative du développement de deux collections de pomme de terre. La première collection est caractérisée par des variétés locales et la seconde représente des variétés introduites. On tente d'élucider le comportement des variétés locales et introduites de la pomme de terre contrastées par leur comportement vis-à-vis des

conditions environnementales de la région de Sébaine wilaya de Tiaret.

L'essai est conduit en plein champ au niveau de l'INRA de Sebain. Cette région se caractérise par des irrégularités spatio-temporelles des conditions climatiques et principalement pluviométriques. Elles se définissent par des déficits hydriques répétés largement responsables des fluctuations importantes et dépressives des niveaux de rendement de plusieurs cultures.

2. Conditions de réalisation de l'essai

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal testé se compose de 20 variétés de pommes de terre, dont 14 variétés locales et six clones importées du Centre de Recherche Scientifique wallon (CRAW) en Belgique.

Tableau 3: Description des clones importées CRAW-Belgique(Bentarcha, OueldAli, 2024)

Variétés	Caractéristique du tubercule	Description botanique
13-03-03 (T1)	Nombre de tubercule : 12,6 Rendement : 156% Teneur de matière sèche : 21,5 Sensibilité au mildiou : peu sensible 7,7	
14-08-03 (T2)	Forme : oblongue courte Nombre de tubercule : 13,4 Profondeur des yeux : superficiels Sensibilité au mildiou : peu sensible 8,8 Rendement : 98%	Maturité : demi-précoce à moyenne Rugosité : assez lisse

14-15-11 (T 3)	Forme : oblongue Nombre de tubercule : 12,3 Profondeur des yeux : superficiel Couleur de la chair : jaune clair Sensibilité au mildiou : peu sensible 8,8 Rendement : 111%	Maturité : demi-précoce à moyenne Rugosité : assez lisse
15-03-12 (T4)	Forme : oblongue courte Nombre de tubercule : 16,1 Profondeur des yeux : légèrement enfoncés Sensibilité au mildiou : peu sensible (8,9) Rendement : 111%	Maturité : moyenne Rugosité : assez lisse
16-05-08 (T5)	Frite et mi hâtive à chair clair	MS = 21.4
16-06-08 (T6)	Frite et mi hâtive à chair clair	MS = 22

Tableau 4: Description des variétés locale

Variété	Caractéristiques des tubercules	Description botanique
Sebaine(T7)	Forme :oblongue allongée Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune clair Taux de matière sèche : 21 Rendement : 450Qx /Ha	Type de port : demi dressé à étalé Hauteur : moyenne Taille de la feuille : moyenne Intensité de la couleur de la feuille : foncé Couleur de la fleur : blanche
Tihert(T8)	Forme : oblongue court Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune clair Taux de matière sèche : 17 Rendement : 620Qx/Ha	Type de port : dressé Hauteur : moyenne Taille de feuille : moyenne à petite Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : violet

Oumnia(T9)	Forme : oblongue Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune Taux de matière sèche : 20 Rendement : 480Qx/Ha	Type de port : dressé Hauteur : moyenne Taille de feuille : grande Intensité de la couleur de la feuille : foncée Couleur de la fleur : blanche
Amel eldjazair(T10)	Forme : oblongue Couleur de la peau : jaune clair Couleur de la chair : jaune clair Taux de matière sèche : 22 Rendement : 580Qx/Ha	Type de port : étalé Hauteur : moyenne Taille de la fleur : petite Intensité de la couleur de la feuille : verte Couleur de la fleur : violet clair
Elsahra(T11)	Forme : oblongue moyen Couleur de la peau : rouge Couleur de la chair : blanche Taux de matière sèche : 21 Rendement : 570Qx/Ha	Type de port : dressé à demi dressé Hauteur : moyenne Taille de feuille : petite Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : blanche
Alko(T12)	Forme : oblongue Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune Taux de matière sèche : 26 Rendement 570Qx/Ha	Type de port : étalé Hauteur : petite Taille de la feuille : petite Intensité de la couleur de la feuille : verte Couleur de la fleur : blanche
El djazair(T13)	Forme : oblongue court Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune Taux de matière sèche : 23 Rendement : 444Qx/Ha	Type de port : demi dressé à étalé Hauteur : moyenne Taille de la feuille : grande Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : blanche
El hoggar(T14)	Forme : oblongue Couleur de la peau : jaune	Type de port : demi étalé Hauteur : haute

	Couleur de la chair : jaune Taux de matière sèche : 20 Rendement : 534Qx/Ha	Taille de la feuille : moyenne Intensité de la couleur de la feuille : Verte Couleur de la fleur : blanche
El khadra(T15)	Forme : oblongue longue Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : jaune Taux de matière sèche : 24 Rendement : 558Qx/Ha	Type de port : dressé à demi dressé Hauteur : moyenne Taille de la feuille : petite Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : blanche
El oued(T16)	Forme : oblongue Couleur de la peau : rouge Couleur de la chair : blanche Taux de matière sèche : 22 Rendement : 510Qx/Ha	Type de port : étalé Hauteur : moyenne Taille de la feuille : moyenne Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : violet clair
Kahina(T17)	Forme : oblongue court Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : blanche Taux de matière sèche : 23 Rendement : 450Qx/Ha	Type de port : étalé Hauteur : haute Taille de feuille : grande Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : blanche
Assirem(T18)	Forme : oblongue longe Couleur de la peau : jaune Couleur de la chair : blanche Taux de matière sèche : 22 Rendement : 750Qx/Ha	Type de port : étalé Hauteur : moyenne Taille de feuille : petite Intensité de la couleur de la feuille : vert clair Couleur de la fleur : blanche
Spunta(19)	Souplesse de la peau :moyenne Forme du tubercule :oblongue- allongé Profondeur des yeux :peu profonde Couleur de la peau :jaune Couleur de la chair : jaune claire	Maturité : semi-précoce Hauteur des plants :moyenne Fréquence des baies : absentes Couleur de la fleur :blanche Couleur de la base du germe :

		violet
Désirée(20)	Souplesse de la peau : moyenne Forme du tubercule : oblongue Profondeur des yeux :assez profonde Couleur de la peau :rouge Couleur de la chair :jaune	Maturité : demi-tardive Hauteur des plants : importantes Fréquence des baies : nombreuses Couleur de la fleur :rouge violacé Couleur de la base du germe rose

2.2. Localisation de l'essai

L'essai est réalisé au niveau de l'Institut national d'amélioration et de production des semences de la pomme de terre, l'INRAA. L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) est un organisme public de recherche scientifique et technologique relevant du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. L'INRAA de Tiaret est l'un des 12 centres régionaux de recherche de l'INRAA.

Il est situé à Sebaïne , à 37 km à l'Est du Chef-lieu de la Wilaya de Tiaret (Altitude 925m; Latitude: 35°26'37S; Longitude: 01°38'44E). Cette zone est limitée :

- Au sud par Nahr-Ouassel ;
- A l'Est par la piste reliant la Makabra sidi-Rais à Nahr-ouassel;
- A l'ouest par la route communale relie Taslemt à Sebain;
- Au nord par la route nationale n° 14 reliant Tiaret-Tissemsilt.

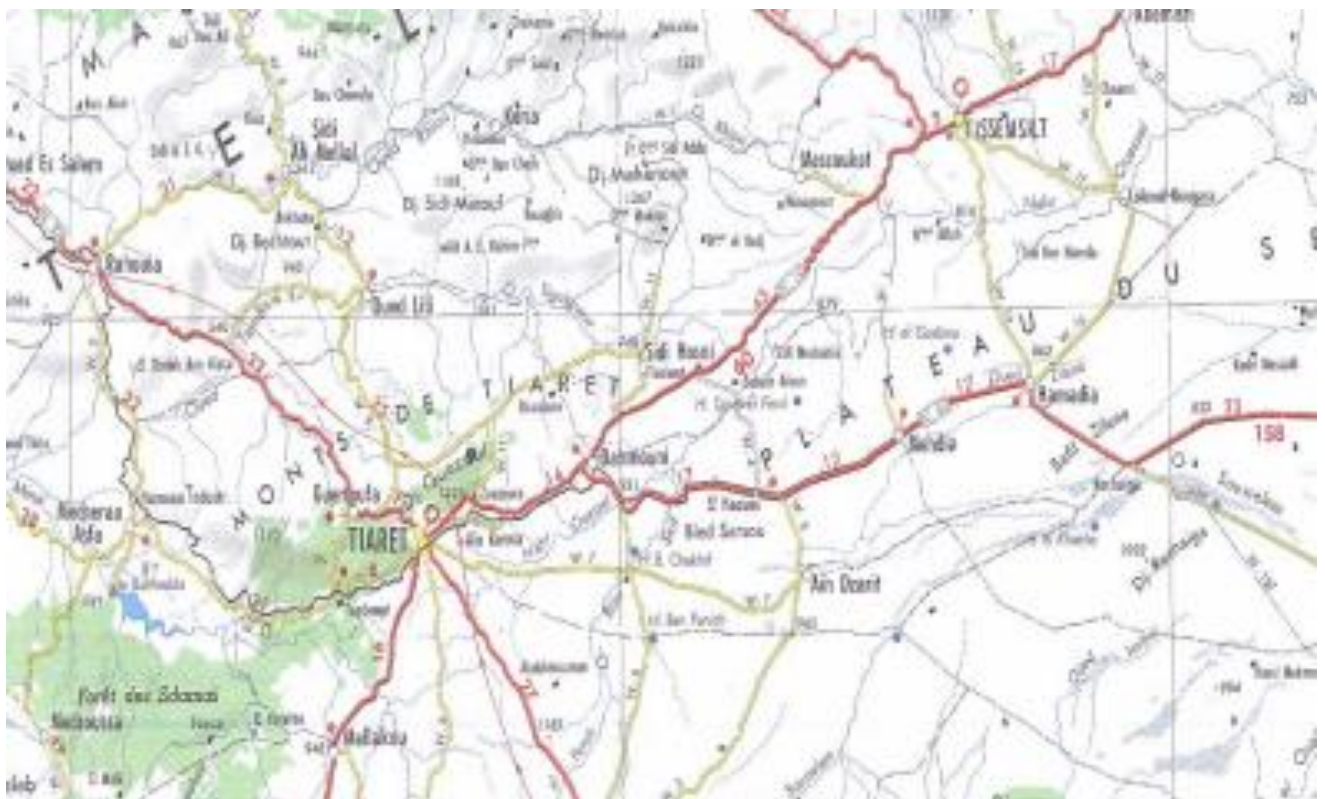


Figure 12: Situation régionale de la zone d'étude (carte d'Algérie 1/500000).



Figure 13: Institut national des recherches agronomiques spécialisé pour la production de semences de pomme de terre Sebaine (INRA Sebaine, 2022).

2.3. Caractères édaphiques

Le sol est caractérisé par une texture argilo-limoneuse avec des faibles proportions de sables. C'est un sol assez profond, équilibré et riche en matière organique avec un rapport C/N bas et un faible taux de calcaire.

Tableau 5: Les caractéristiques physico-chimiques du sol (Etudiants univ.Tiaret, 2024)

Les analyses physico-chimiques	Sol

Humidité %		12.6
PH		7,43
PH kCL		7,18
Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$		208
CaCO3 Total (en%)		5.83
CaCO3 Actif (en%)		3.5
Granulométrie (en %)	Argil	16.37
	LF	6.62
	SG	22.2
	SF	24.81
	LG	29.99
C%		0.93
MO %		1.66
N mg		36.33
P mg		44.33
K mg		42.33

2.4. Conduite de l'essai

Le processus de plantation a été réalisé à L'INRAA de la wilaya de Tiaret (Sebaïne) sur un terrain agricole d'une superficie de six hectares. Où il dispose de tous les équipements pour mettre en œuvre cet essai.

2.5. Démarche de l'essai

En but d'obtenir une meilleure influence biologique et permettre l'implantation ainsi qu'un bon développement de la végétation, avant le semis, différentes opérations de travail du sol sont effectuées. Le labour classique, effectué avec une charrue, permet de rendre le terrain plus meuble, sans pour autant mélanger les différentes couches du sol. Tracer des lignes de longueur 3.20 mètres sur toute la parcelle à l'aide d'une charrue.

2.6. Plantation

Le semis est réalisé manuellement, le 21 avril 2024, en ligne de 3.20 m à une distance d'un mètre entre les variétés et 25 cm entre les mini-tubercules. Le Désherbage est

effectué manuellement et continuellement de temps à autre dès qu'il y a eu apparition de mauvaises herbes. Un épandage d'engrais de NPK est effectué à raison de 10 qx /ha juste avant le semis.

2.7. Dispositif expérimental

C'est un dispositif de type latice, composé de quatre blocs, deux pour respectivement le traitement avec déficit hydrique (ADH) et sans déficit hydrique (SDH). Les fréquences des apports d'eau dépendent des conditions climatiques de la zone expérimentale.

Chaque trois jours, des arrosages ont été effectués pour les quatre blocs à raison de six (06) heures par jours pour les blocs SDH et un apport de quatre (04) heures par jour pour les blocs ADH. Pour éviter tout contact d'eau avec le traitement sec pour faciliter l'irrigation, les deux traitements sont séparés d'une distance de 03 m. Au niveau de chaque traitement chaque génotype est répété deux fois à travers les deux latices formant chacun des deux traitements.



Figure 14: Préparation de lit de semences (INRA Sebaine, 2024)

BLOC 1	T16	T17	T4	T10
	T13	T19	T11	T12
	T2	T5	T6	T3
	T20	T7	T1	T18
	T8	T9	T14	T15
BLOC	T20	T18	T3	T19
	T12	T2	T15	T4
	T6	T1	T13	T9

2	T10	T14	T7	T11
	T8	T5	T17	T16

Figure 15: Dispositif expérimental

Tableau 6: Les abréviations et les noms des variétés

Abréviation	Nom des variétés
T1	13-03-03 Classe E
T2	14-08-03 Classe PB
T3	14-15-11 Classe PB
T4	15-03-12 Classe PB
T5	16-05-08 Classe SE
T6	16-06-08 Classe SE
T7	SEBAIN
T8	TIHERT
T9	OUMNIA
T10	AMEL-EL-DJAZAIR
T11	EL SAHRA
T12	ALKO
T13	EL DJAZAIR
T14	EL HOGGAR
T15	EL KHADRA
T16	EL OUAD
T17	KAHINA
T18	ASSIREM

T19	SPUNTA
T20	DESIRE

3. Mesures effectuées :

3.1. Le nombre de tiges

Le nombre de tige a été mesuré à la floraison après la transformation du bourgeon végétatif en bourgeon reproducteur pour assurer la fin de croissance de la tige

3.2. Le nombre de plants

Le nombre de plants a été déterminé à la levée complète de la culture. Le comptage a été effectué directement sur le terrain.

3.3. Le rendement

Le rendement est exprimé par le poids total et le nombre total de tubercules, le poids le nombre des tubercules par plantes, ainsi que le nombre et le poids de tubercules exprimés par leur calibre.

3.4. La récolte

La récolte est réalisée manuellement à pleine maturité le mois d'Aout 2024.

Après la récolte, les tubercules sont triés en trois catégories en fonction de leur diamètre :

- * Tubercules inférieurs de 35 mm de diamètre.
- * Tubercules de 35-50 mm de diamètre.
- *Tubercules ayant un diamètre supérieur à 50 mm.

4. Traitement statistique

Des analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel statistica concernant spécialement l'anova, la corrélation entre les paramètres d'étude.

Chapitre IV: *RÉSULTATS*

1. Nombre de plants :

L'étude statistique des résultats relève que la variabilité testée n'influe pas sur le nombre de plant ($p > 0.05$). Le régime hydrique n'affecte pas ce paramètre (> 0.05), L'interaction des deux facteurs analysés est fortement indépendante de ce paramètre ($P > 0.05$). (Tableau 7).

Tableau 7: Analyse statistique du nombre de plants.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr de plant	1.728	0.072	0.137	0.713	0.698	0.798

Les résultats moyens (figure 16) montrent qu'au niveau du bloc sec le nombre de plants le plus important est présenté par la variété 5 avec une moyenne de 21.5 ± 3.5 plants et le plus faible nombre est enregistré chez la variété 17 avec 13 plants. Cependant, au niveau du bloc irrigué ce nombre oscille entre 22 ± 2 plants et 6 ± 2 plants donnés respectivement chez les variétés 8 et 15.

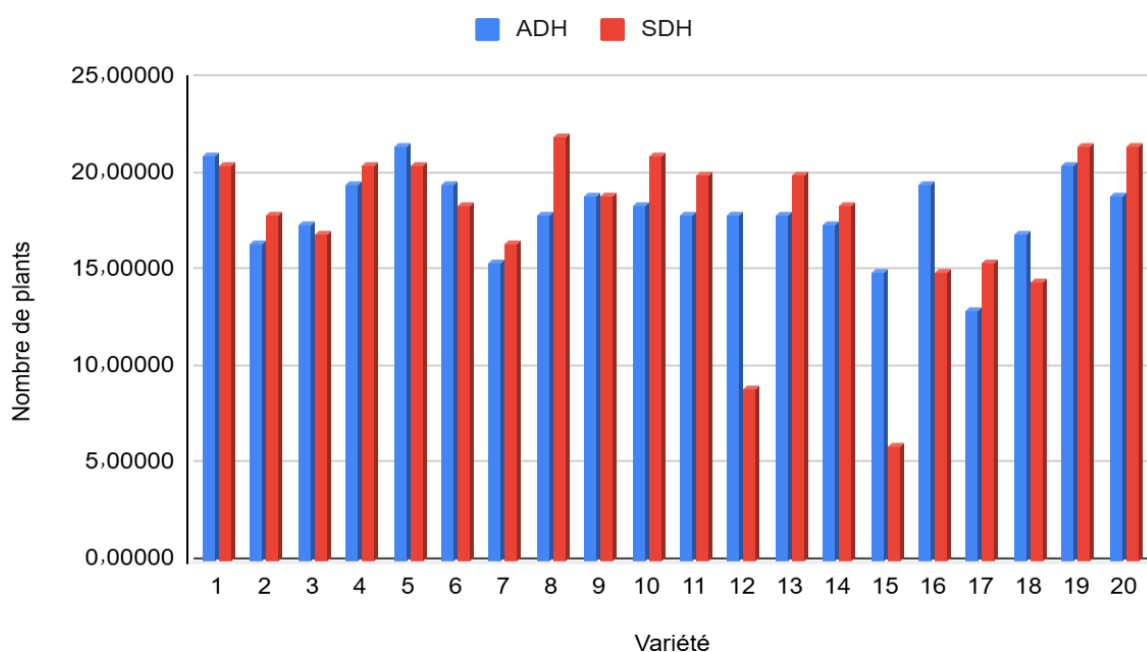


Figure 16: Les résultats moyens du nombre de plants soumis à deux régimes hydriques.

2. Nombre de tiges :

L'étude statistique des résultats relève que la variabilité testée influe sur le nombre de tiges ($p < 0.05$). Cependant, le régime hydrique n'affecte pas ce paramètre (> 0.05), L'interaction

des deux facteurs analysés est fortement indépendante du nombre de tiges ($P>0.05$). Les variétés examinées montrent un comportement similaire (Tableau 8).

Tableau 8: Analyse statistique du nombre de tiges.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr de tiges	3.354	0.000	0.837	0.365	0.909	0.576

Les résultats moyens (figure 17) montrent qu'au niveau du bloc sec le nombre de tiges le plus important est présenté par la variété 3 avec une moyenne de 6.74 ± 1.25 tiges et le plus faible nombre est enregistré chez la variété 15 avec 2.08 ± 0.08 tiges. Cependant, au niveau du bloc irrigué ce nombre oscille entre 7.16 ± 0.16 tiges et 2.07 ± 0.58 plants donnés respectivement chez les variétés 3 et 15.

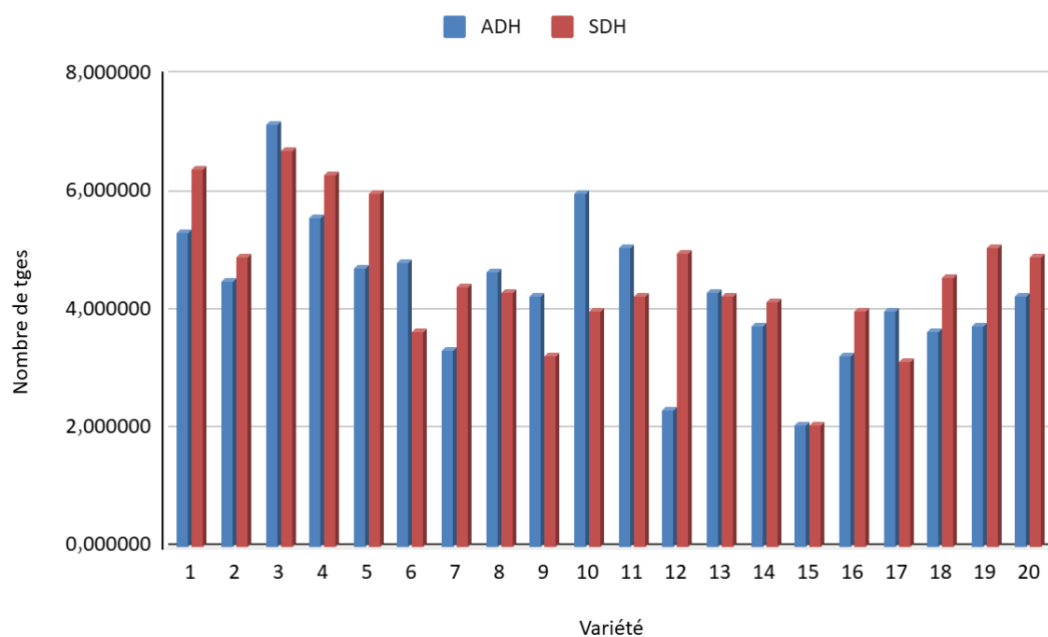


Figure 17: Les résultats moyens du nombre de tiges soumis à deux régimes hydriques.

3. Le nombre total des tubercules

L'analyse statistique des données (tableau 9) montre que l'effet variétal affecte fortement le nombre total des tubercules ($p < 0.05$), ce facteur est également influencé par le régime hydrique ($p < 0.05$). Par contre, l'interaction entre les deux facteurs analysés n'influence pas le nombre total des tubercules.

Tableau 9: Analyse statistique du nombre total de tubercules.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
nbr total de tubercules	9.702	0.000	23.799	0.000	1.400	0.181

Les résultats moyens (Figure 18) indiquent que le nombre total de tubercules le plus élevé est enregistré chez la variété 5, avec une moyenne de $166,5 \pm 25,5$ tubercules dans le bloc sec, et chez la variété 1, avec 193 ± 30 tubercules dans le bloc irrigué.

. Tandis que, la variété 15 affiche le plus faible nombre de tubercules dans les deux blocs, sec et irrigué, avec des valeurs respectives de $11,5 \pm 7,5$ tubercules et 5 ± 5 tubercules.

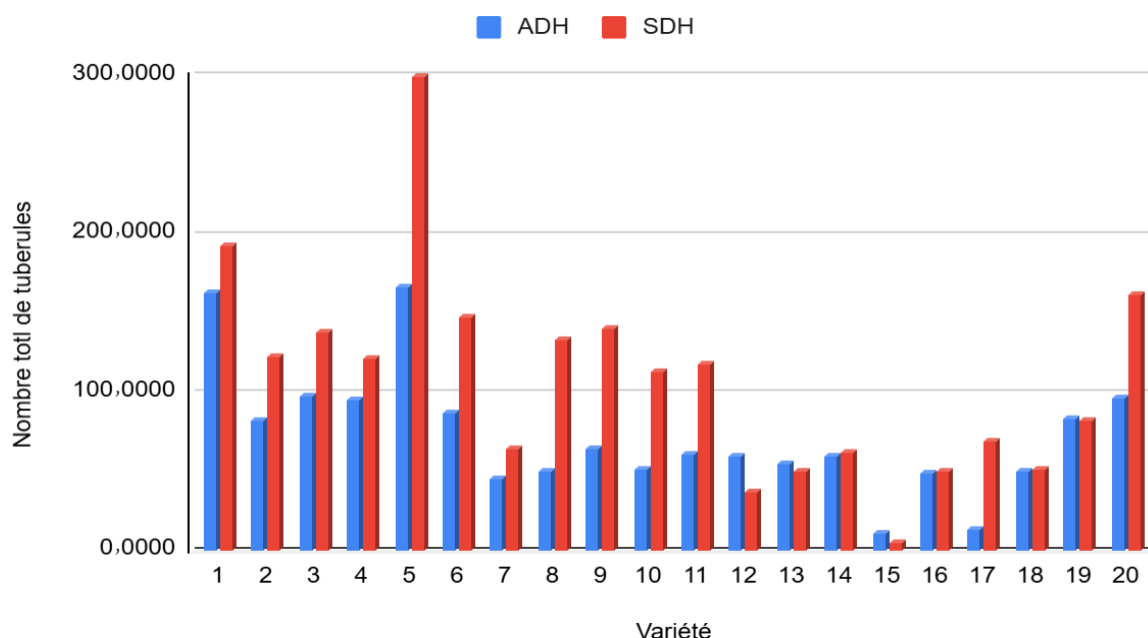


Figure 18: Les résultats moyens du nombre total de tubercules soumis à deux régimes hydriques.

4. Le poids total des tubercules

L'étude statistique des résultats enregistrés (tableau 10) révèlent que le poids total des tubercules est influencé significativement par l'effet variétal ($p < 0.05$). Ce facteur est également affecté par le stress hydrique ($p < 0,05$). Par contre, l'interaction des deux facteurs d'étude est indépendante du poids total des tubercules ($P > 0.05$).

Tableau 10: Analyse statistique du poids total de tubercules.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Poids total de tubercules	8.342	0.000	31	0.000	1.392	0.185

Les données moyennes (figure 19) montrent qu'au niveau du bloc sec, la variété 1 affiche le poids total des tubercules le plus élevé avec une moyenne de 10153 ± 3785 g. À l'inverse, la variété 17 présente le poids le plus faible, avec une moyenne de 164.5 ± 136.5 g. En ce qui concerne le bloc irrigué, la variété 9 enregistre le poids maximal avec une moyenne de 14809 ± 1221 g, tandis que ce poids est plus faible pour la variété 15 avec 136 ± 136 g.

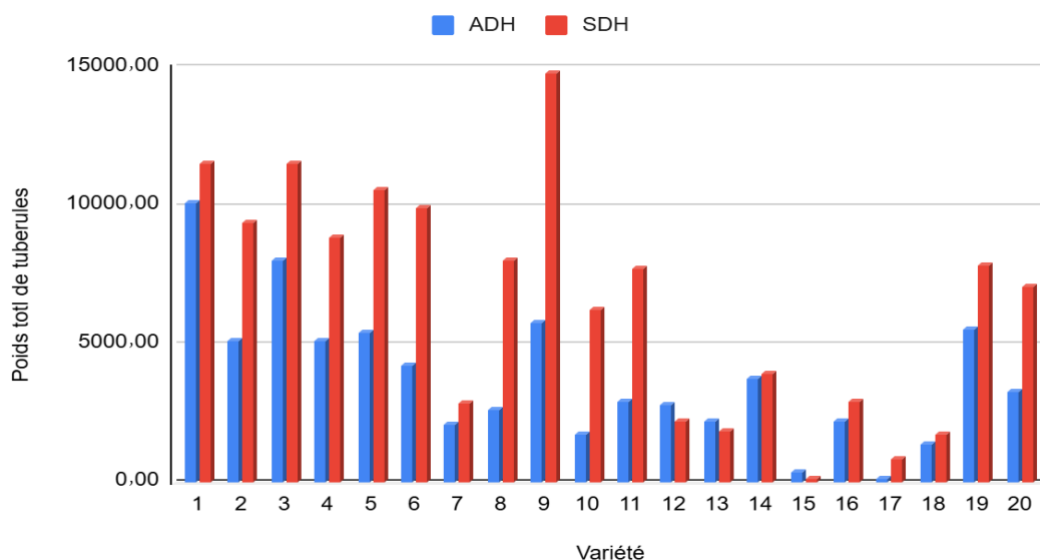


Figure 19: Les résultats moyens du poids total des tubercules soumis à deux régimes hydriques.

5. Nombre de tubercules par plant

L'analyse statistique des données (tableau 11) indique que le nombre des tubercules par plant est significativement impactée par les variations considérées ($p < 0,05$). Le régime hydrique apparaît comme un facteur déterminant influençant ce paramètre ($p < 0,05$). Par ailleurs, l'interaction entre les deux facteurs étudiés entraîne des variations notables de cette caractéristique ($p < 0,05$). Ces résultats démontrent que chaque variété réagit distinctement face aux conditions de stress hydrique imposées.

Tableau 11: Analyse statistique du nombre de tubercules par plant.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr/plant	12.668	0.000	43.921	0.000	2.66	0.026

A partir des résultats moyens (figure 20), la variété 5 présente le nombre le plus élevé au niveau des deux blocs sec et irrigué de valeurs variant successivement entre 7.7 ± 0.07 tubercules et 14.8 ± 1.01 tubercules. Alors que le nombre le plus faible est présent dans les deux blocs sec et irrigué pour la même variété 15 avec des valeurs variant respectivement entre 0.8 ± 0.55 tubercules et 0.6 ± 0.62 tubercules.

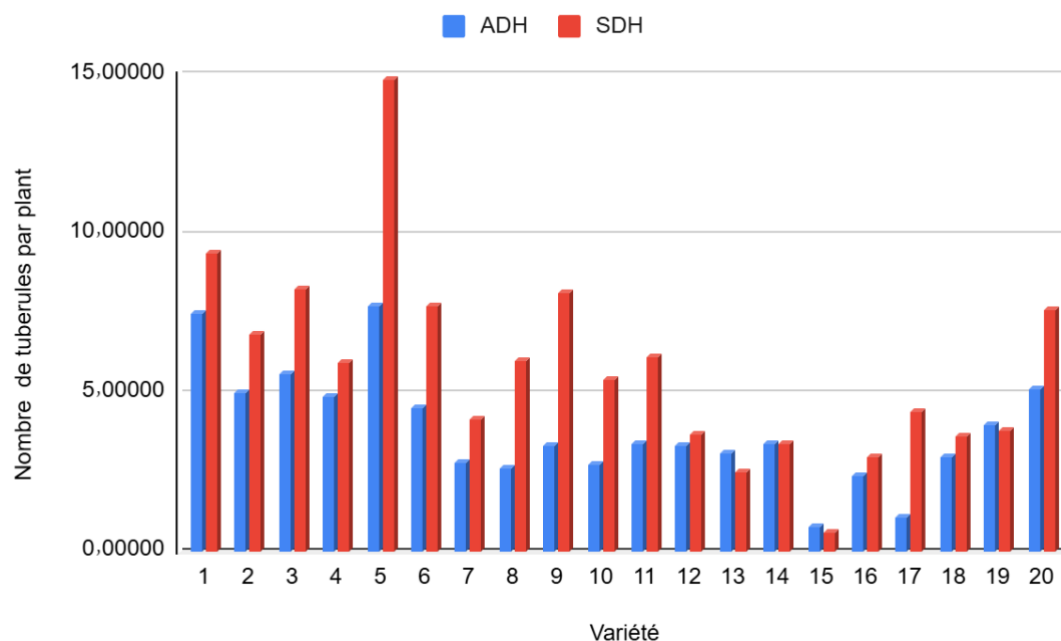


Figure 20: Les résultats moyens du nombre de tubercules par plant soumis à deux régimes hydriques.

6. Poids des tubercules par plant

L'analyse statistique des données (tableau 12) montre que le poids des tubercules par plant est significativement influencé par la variété ($p < 0,05$). Le régime hydrique apparaît également comme un facteur clé agissant sur ce paramètre ($p < 0,05$). Par ailleurs, l'interaction entre la variété et le régime hydrique entraîne des variations significatives du poids de tubercules par plant ($p < 0,05$), mettant en évidence des réponses différenciées des variétés face au stress hydrique.

Tableau 12: Analyse statistique du poids des tubercules par plant.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Poids/plant	11.634	0.000	48.587	0.000	1.972	.0035

Les résultats moyens (figure 21) montrent qu'au niveau du bloc sec, la variété 1 marque le poids le plus élevé avec une moyenne de $470.5 \pm 135.4g$, et le poids le plus faible est présent pour la variété 17 de $12.6 \pm 10.5g$.

Au sein du bloc irrigué, le poids le plus important est mentionné pour la variété 9 avec une valeur de 843.21 ± 202 g et le plus diminué pour la variété 15 de 17 ± 17 g.

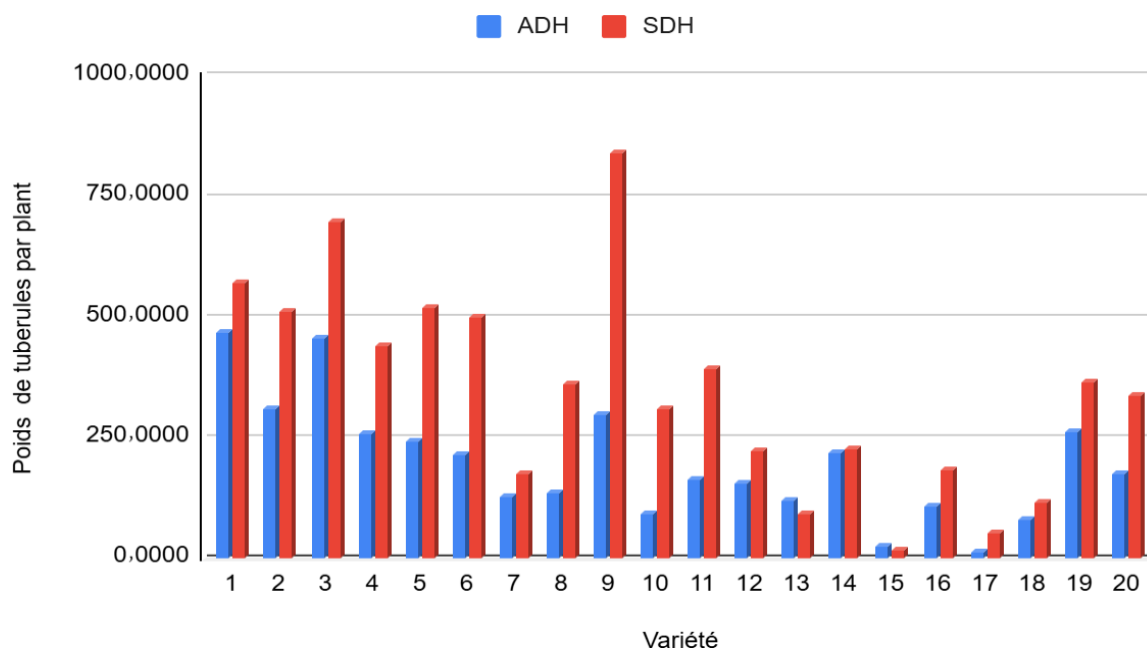


Figure 21: Les résultats moyens du poids de tubercules par plant soumis à deux régimes hydriques.

7. Nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre:

L'analyse statistique des résultats (tableau 13) révèle que le nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre est significativement affecté par la variabilité étudiée ($p < 0,05$). Le régime hydrique exerce un impact significatif sur l'expression de ce paramètre ($p < 0,05$). L'interaction entre les deux facteurs étudiés conduit à des variations importantes du nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre ($p < 0,05$). Ces observations révèlent que les variétés analysées réagissent de manière différente en présence de la contrainte hydrique appliquée.

Tableau 13: Analyse statistique du nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr <35	13.563	0.000	14.019	0.000	2.005	0.031

Les résultats moyens (Figure 22) indiquent qu'au niveau du bloc sec, la variété 5 se caractérise en produisant le plus grand nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre, avec une moyenne de 86 ± 9 tubercules. En revanche, la variété 15 affiche le nombre le plus faible avec seulement 7.5 ± 4.5 tubercules. Dans le bloc irrigué, le nombre de tubercules inférieur à 35 mm oscille entre 129.5 ± 16.5 tubercules pour la variété 5 et 4 ± 4 tubercules pour la variété 15.

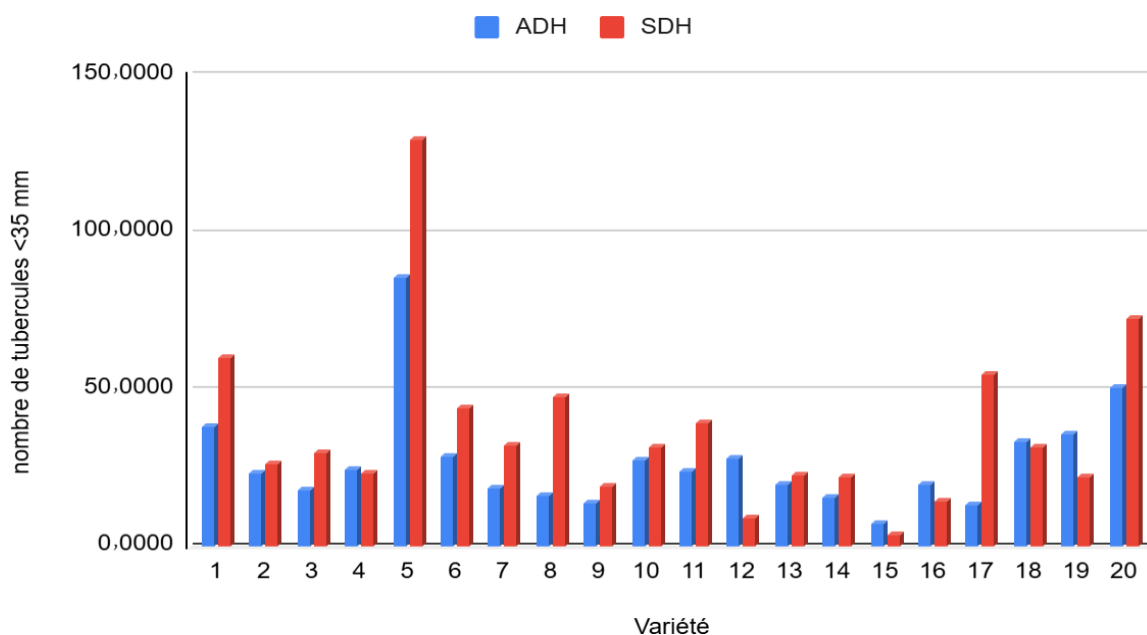


Figure 22: Les résultats moyens du nombre de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.

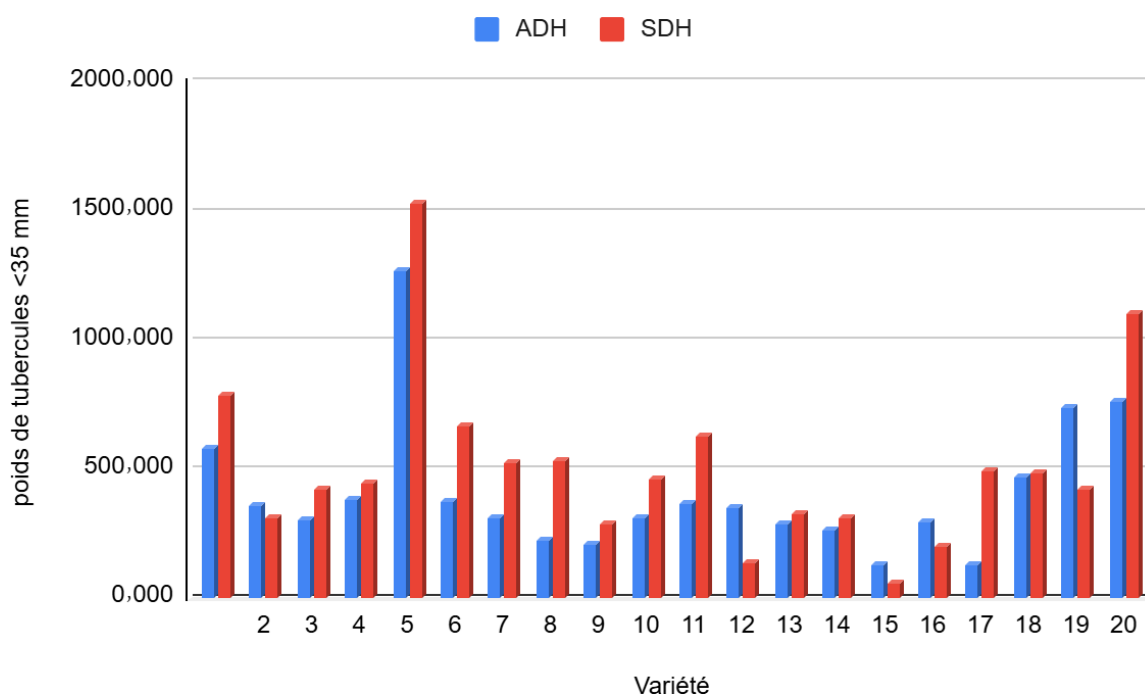
8. Poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre :

L'étude statistique des résultats (Tableau 14) indique que le poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre est fortement affecté par la variabilité examinée ($p < 0,05$). Par ailleurs, le régime d'hydratation exerce une influence très significative sur l'expression de ce paramètre ($p < 0,05$). L'interaction entre les deux facteurs d'études est indépendante du poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre.

Tableau 14: Analyse statistique du poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Poids<35	9.434	0.000	5.693	0.021	0.998	0.483

D'après les résultats moyens (figure 23) la variété 5 se caractérise par le poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre le plus élevé au niveau du traitement sec et irrigué avec respectivement $1270,5 \pm 6.5$ g et 1533 ± 349 g. Par contre la variété 15 enregistre les valeurs les plus faibles au niveau des deux traitements avec une moyenne de 133 ± 81 g (sec) et 62 ± 62 g (irrigué).

**Figure 23: Les résultats moyens du poids de tubercules inférieur à 35 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.**

9. Nombre de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre:

L'analyse statistique des données (tableau 15) met en évidence que les variétés testées influent d'une manière très hautement significative sur le nombre de tubercules ayant un diamètre entre 35-50 mm ($p < 0,05$). Le régime hydrique joue également un rôle significatif

dans l'expression de ce paramètre ($p < 0,05$). Alors que l'interaction des deux facteurs d'étude présente une faible signification.

Tableau 15: Analyse statistique du nombre de tubercules de 35 à 50 mm

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr35-50	7.366	0.000	8.024	0.007	1.021	0.459

Les résultats moyens (figure 24) montrent qu'au niveau du bloc sec, le nombre de tubercules qui se situe entre 35 et 50 mm de diamètre est plus important chez la variété 1 d'une valeur de 77.5 ± 12.72 tubercules, alors que la variété 17 marque le poids le plus faible 0.5 ± 12.72 tubercules. Dans le bloc irrigué, ce nombre oscille entre 147 ± 12.7 tubercules et 0 ± 12.7 tubercules donnés respectivement chez les variétés 5 et 15.

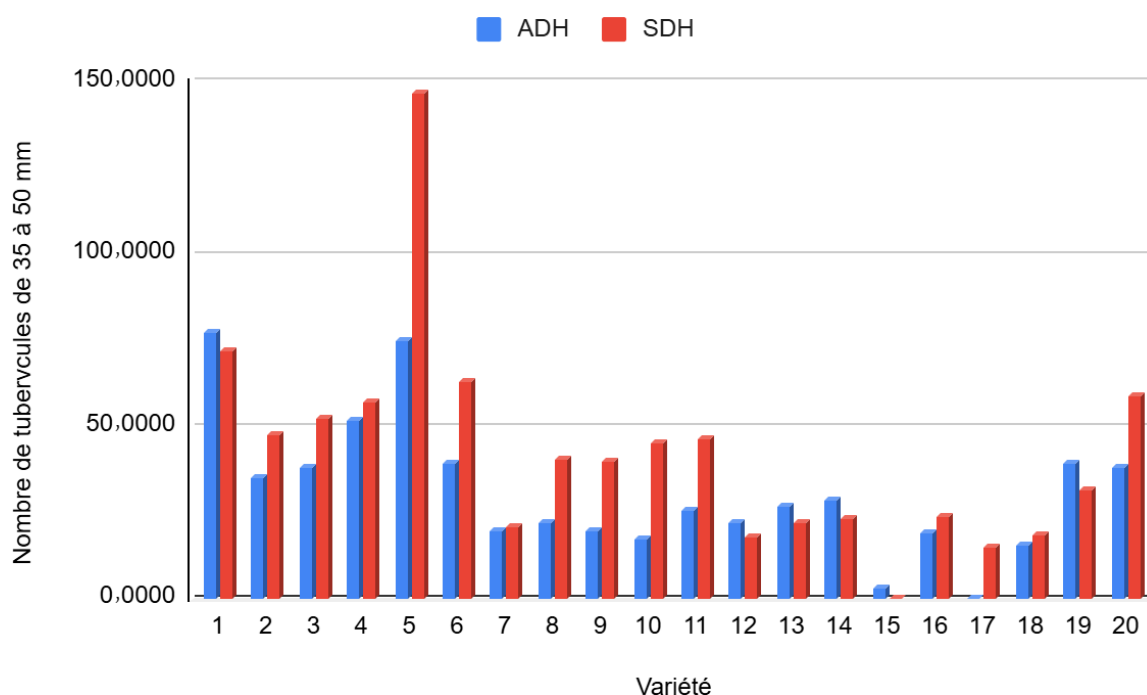


Figure 24: Les résultats moyens du nombre de tubercules de 35 à 50 mm soumis à deux régimes hydriques.

10. Poids de tubercules entre 35-50 mm de diamètre:

L'étude statistique des résultats (tableau 16) relève que le poids des tubercules limité entre 35 et 50mm de diamètre est significativement influencé par la variabilité testée ($P < 0.05$),

ainsi que par le stress hydrique appliqué ($p < 0.05$). Cependant, aucune différence significative n'a été observée parmi les variétés testées sous contrainte hydrique concernant le poids des tubercules entre 35 et 50 mm de diamètre ($p > 0.05$).

Tableau 16: Analyse statistique du poids de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Poids35-50	4.756	0.000	4.07	0.039	0.821	0.670

Les résultats moyens (figure 25) indiquent que dans le bloc sec, le poids des tubercules ayant un diamètre entre 35 et 50 mm est plus élevé pour la variété 1 avec une moyenne de 4375 ± 2729 g, tandis qu'il est le plus faible poids est enregistré pour la variété 15 avec une moyenne de 125 ± 93 g. En revanche, dans le bloc irrigué, le poids maximal est observé chez la variété 5 avec une moyenne de 6784 ± 678 g, alors que ce poids est 00 pour la variété 15.

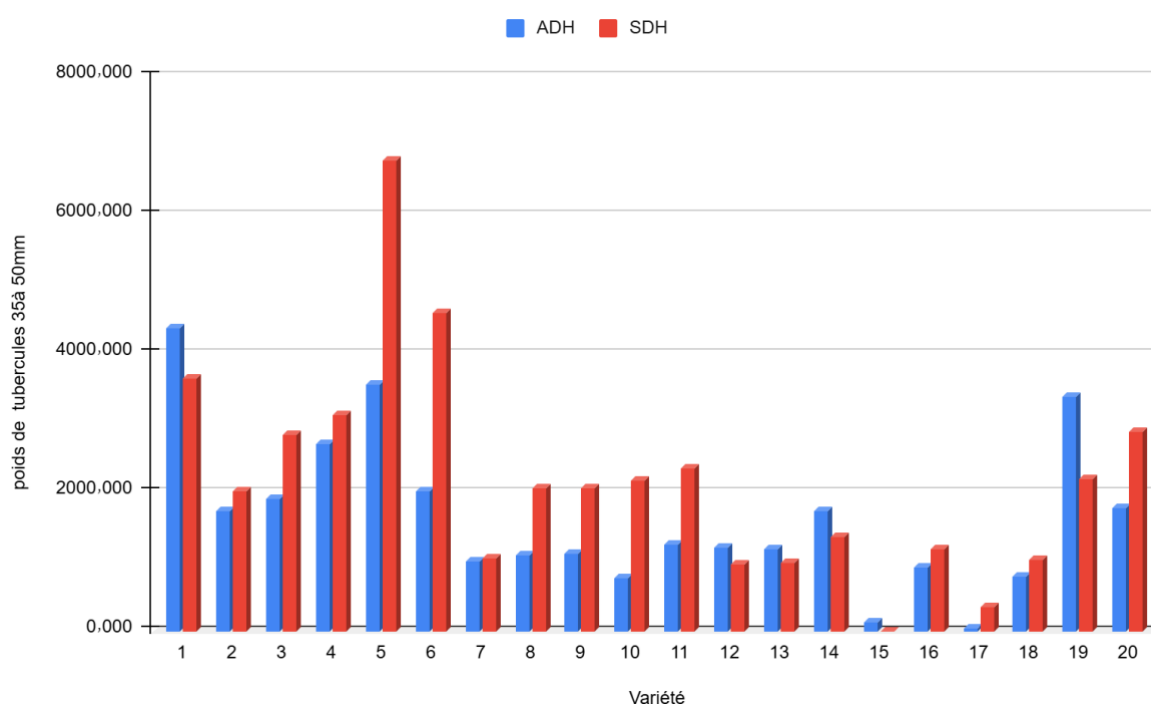


Figure 25: Les résultats moyens du poids de tubercules de 35 à 50 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques.

11. Nombre de tubercules supérieur à 50 mm de diamètre :

L'étude statistique (tableau 17) révèle que la proportion de tubercules mesurant plus

de 50 mm est fortement affectée par les variations des variétés étudiées ($p<0,05$). Le régime hydrique exerce une influence très hautement significative sur ce paramètre ($p<0,05$). L'interaction entre les deux facteurs analysés montre des fluctuations significatives de ce nombre ($p<0,05$). Ces observations montrent que les différentes variétés se comportent de manière spécifique lorsqu'elles sont soumises à la contrainte hydrique imposée.

Tableau 17: Analyse statistique du nombre de tubercules ayant un diamètre supérieur à 50 mm de diamètre.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Nbr >50	13.888	0.000	51.186	0.000	2.457	0.008

Les résultats (figure 26) indiquent que dans le bloc sec le nombre de tubercules ayant un diamètre de plus de 50 mm de diamètre le plus grand est marqué pour la variété 1 dans le bloc sec d'une valeur de 48 ± 9 tubercules, et dans le bloc irrigué ce nombre est plus important chez la variété 9 avec une moyenne de 81.5 ± 0.5 tubercules. Alors que la variété 17 ne possède aucun rendement (00) de cette catégorie de tubercules dans les deux blocs sec et irrigué.

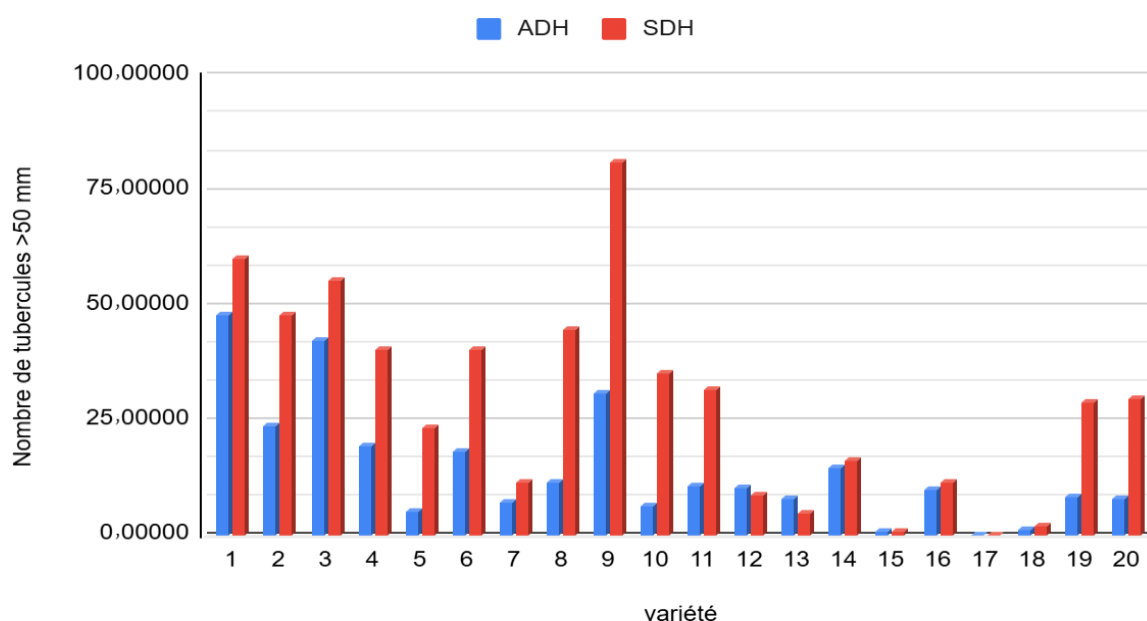


Figure 26: Les résultats moyens du nombre de tubercules plus de ayant un diamètre supérieur à 50 mm soumis à deux régimes hydriques.

12. Poids de tubercules supérieur à 50 mm de diamètre:

Selon les résultats (tableau 18), le poids de tubercules supérieurs à 50 mm de diamètre est fortement affecté par la nature des variétés testées ($p < 0.05$). Ce paramètre est également influencé par le stress hydrique ($p < 0.05$). L'interaction des deux facteurs affecte significativement le nombre de tubercules ayant un diamètre supérieur à 50 mm ($P < 0.05$).

Tableau 18: Analyse statistique du poids plus de 50 mm de diamètre.

Paramètre	effet variétal(F1)		effet hydrique (F2)		Interaction (F1 X F2)	
	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)	Test F	Probabilité (P)
Poids>50	14.387	0.000	57.235	0.000	2.750	0.003

Les résultats obtenus (figure 27) montrent que dans le bloc sec le poids des tubercules supérieurs à 50mm de diamètre le plus élevé est marqué chez la variété 3 d'une moyenne de 5811 ± 1003 g et le poids le plus faible est enregistré chez la variété 17 d'une moyenne de 00. Cependant, au niveau du bloc irrigué le poids le plus élevé est enregistré chez la variété 9 d'une moyenne de 12456 ± 946 g et le poids le plus faible (00) est donné par la variété 17 .

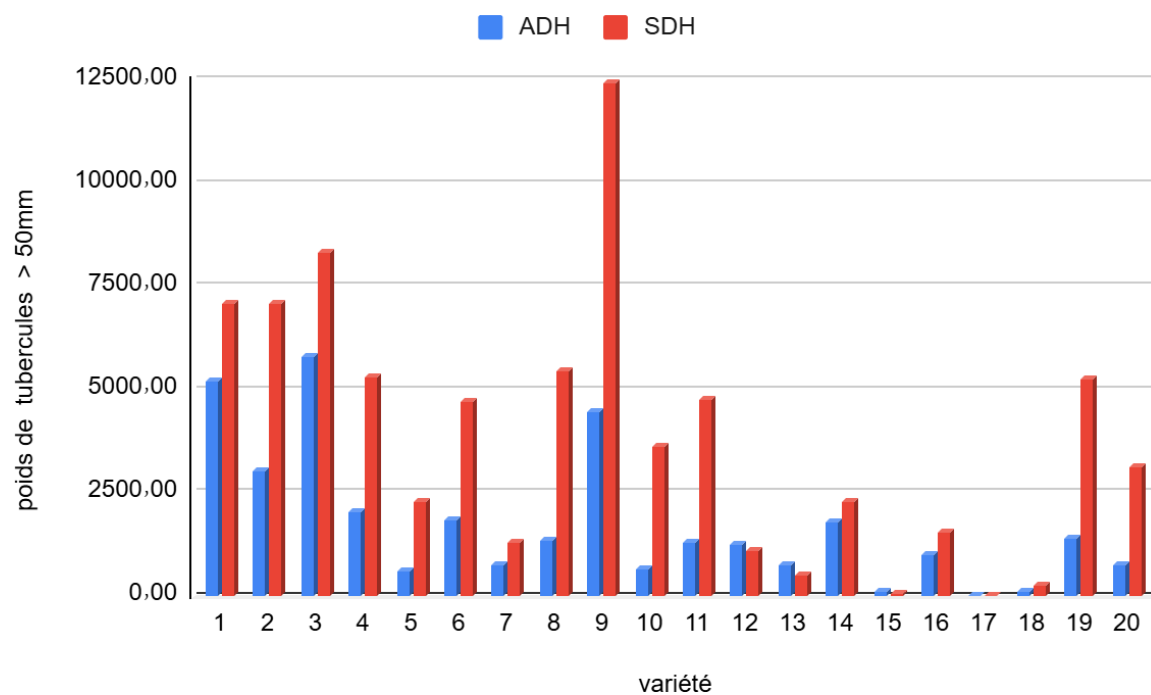


Figure 27: Les résultats moyens du poids de tubercules plus de 50 mm de diamètre soumis à deux régimes hydriques

Discussion

Les conditions climatiques de la région de Tiaret étant caractérisées par une sécheresse plus ou moins abondante, le développement de la culture de la Pomme de terre ne peut être envisagé qu'avec des géotypes résistants ou tolérants au stress hydrique. L'objectif de cette étude est d'identifier, à partir de vingt variétés de pomme de terre d'origine locale et introduite, les moins sensibles à la sécheresse en vue de leur adaptation aux zones aride ou semi-aride. Les études ont porté sur le comportement de la végétation (le nombre de tige par plant et le nombre de plants par 2 lignes) et sur le rendement, en conditions favorables (irriguées) et en conditions stressées.

Les résultats obtenus mettent en évidence des comportements statistiquement très significative entre variétés et entre traitements. Le manque d'eau impacte lourdement la production de tubercules en perturbant le développement des plantes (le nombre de tiges par plant et le nombre de plant par 2 lignes) (Alvarez, 2022).

Le déficit hydrique a causé une diminution considérable du rendement en tubercules. En effet, les moyennes globales montrent que le traitement irrigué produit en moyenne $\approx 1,4$ fois plus de biomasse tuberculaire que le traitement sec. Cela confirme la sensibilité générale de la pomme de terre à la contrainte hydrique : la fermeture stomatique induite par la sécheresse réduit la photosynthèse, donc le flux d'assimilats vers les tubercules (Dahal et al. 2023) .

En effet, la variété 9 a enregistré des chutes du nombre de tubercules à plus de 155% de 14809 g au niveau du traitement irrigué à seulement 5789 g tubercules au niveau du traitement stressé.

Après triage et séparation des mini-tubercules par calibre, les lots sont ensuite comptés et pesés séparément. Les valeurs moyennes du poids d'un mini-tubercule varient d'un calibre à un autre et d'une variété à une autre. Le diamètre des micro-tubercules est en relation avec la variété, l'intensité et la durée du stress. En effet, la variété 1 se distingue par un rendement nettement supérieur ≈ 10 kg/2 lignes, elle produit des mini-tubercules pesés à plus de 5 kg au calibre supérieur à 50mm. Tandis que les variétés 10, 11 et 12 ont une productivité intermédiaire mais statistiquement homogène. Cependant, d'autres variétés, telles que les variétés 15 et 17, présentent un poids très faible pour toutes les catégories étudiées. Cela suggère que la résistance à la sécheresse est comparable d'une variété à l'autre; les différences observées relèvent surtout de leur potentiel de rendement intrinsèque. Ces résultats sont

confirmés par Les travaux de Jiang et al. (2024) montrant également qu'un apport hydrique adapté peut optimiser les rendements et réduire la variabilité de la pomme de terre, soulignant l'importance de choisir des variétés performantes et bien adaptées aux conditions climatiques de chaque zone. Zub et al 2016.

Une nette relation positive établie entre le nombre de tige/plant et le nombre de tubercules /plant ($r=+ 0,487^{**}$), le nombre total des tubercules ($r= 0,453^{**}$) et le poids total des tubercules ($r= 0,451^{**}$). Cela indique que la production de tubercules dépend d'un bon développement des plants. Des études récentes montrent que le développement végétatif précoce des plants est crucial pour une production optimale de tubercules (Matsumoto et al., 2024).

Selon Alvarez, 2022, la pomme de terre ne compense pas les périodes de manque d'eau. En effet, une courte période de sécheresse, après l'initiation des tubercules, affecte le rendement. La bonne alimentation en eau aboutit à un rendement en tubercules élevé. Le stress hydrique appliqué au début de l'initiation de stolons affecte d'une manière significative le rendement en tubercule frais. Une sécheresse intense, ou survenant brutalement, peut arrêter la végétation.

Selon les résultats obtenus, la variété désirée, considérée comme variété demi tardive, présente un nombre de tige considérable 4,24 tige/plant, un poids de tubercules total plus de 7,8 kg avec plus de 5kg au calibre supérieur 50mm. Benniou et al. (2004) affirment que les variétés tardives et demi-tardives donnent un peuplement de tiges plus important surtout dans les conditions saisonnières élevées. Ces observations sont confirmées par plusieurs auteurs qui soulignent que les variétés tardives ont une croissance plus importante que les variétés précoces (Lualadio et al., 2010 ; Kheddam et al., 2017). Un allongement du cycle s'accompagne d'une légère augmentation du rendement dans certains cas confirmé par d'autres études (Blum, 1988). Mais l'allongement du cycle entraine aussi l'augmentation de la consommation d'eau.

Conclusion

Conclusion générale

La tolérance à la sécheresse est un trait complexe qui dépend de plusieurs facteurs tels que la durée du stress, sa gravité et le stade de développement de la plante. La baisse de rendement est principalement due à la sécheresse et le choix des variétés.

Selon nos résultats lors de cette étude, le déficit hydrique influe de manière significative sur les paramètres morphologique et sur le rendement final de la pomme de terre. En effet, le nombre de tige par plant s'est avéré le plus sensible au stress hydrique.

Les valeurs moyennes du poids d'un mini-tubercule varient d'un calibre à un autre et d'une variété à une autre. Le diamètre des micro-tubercules est en relation avec la variété et stress imposé.

La variété 1 combine haut potentiel et bonne stabilité face au stress ; elle est une candidate idéale pour les zones semi-arides de Tiaret. D'autres variétés, bien qu'inférieures, peuvent intéresser les producteurs recherchant une précocité ou des qualités technologiques particulières (taille des tubercules, maintien de calibre).

L'absence d'interaction forte invite toutefois à chercher de nouveaux géotypes spécifiquement tolérants à la sécheresse si l'objectif est de sécuriser la production sous irrigation déficitaire.

La variété Spunta, productive, tubérisation relativement précoce, peau blanche, tubercules réguliers de forme allongée, demi-précoce. Enregistre un rendement tuberculaire 29 avec un calibre supérieur à 50 mm.

Variété Désiré : productive. Gros tubercules ; peau rouge, moyenne à demi-tardive. Produise un rendement tuberculaire 30 avec un calibre supérieur à 50 mm

Ce mémoire s'inscrit dans une double perspective : d'une part, comprendre les mécanismes physiologiques et morphologiques mis en œuvre par la plante pour s'adapter au stress hydrique; d'autre part, identifier les variétés les plus tolérantes et proposer des pratiques agronomiques adaptées pour optimiser la production en conditions de déficit hydrique. Cette étude vise ainsi à contribuer à la résilience des systèmes de production de pomme de terre, particulièrement dans les zones arides et semi-arides.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Ahmadi, S. H., Plauborg, F., Andersen, M. N., Sepaskhah, A. R., Jensen, C. R., & Hansen, S.** (2011). Effects of irrigation strategies and soils on field-grown potatoes: Root distribution. *Agricultural Water Management*, 98(8), 1280–1290
- **Amokrane, A., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Djekoun, A. & Mekhlouf, A.** (2002). Étude comparative des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) d'origine algérienne, syrienne et européenne sous climat de type méditerranéen. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, (1), 33–38.
- **Albiski, F., Najla, S., Sanoubar, R., Alkabani, N., & Murshed, R.** (2012). In vitro screening of potato lines for drought tolerance. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 18, 315-321.
- **Alva, A. K.** (2008). Water management and water uptake efficiency by potatoes: A review. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54(1), 53–68
- **Aliche, E. B., Oortwijn, M., Theeuwes, T. P., Bachem, C. W., Visser, R. G., & van der Linden, C. G.** (2018). Drought response in field grown potatoes and the interactions between canopy growth and yield. *Agricultural Water Management*, 206, 20-30.
- **Alvarez-Morezuelas, A., Barandalla, L., Ritter, E., Lacuesta, M., & Ruiz de Galarreta, J. I.** (2022). Physiological response and yield components under greenhouse drought stress conditions in potato. *Journal of Plant Physiology*, 278, 153790.
- **Bentarcha Nour El Houda et Ouldali Chaimaa.** (2024). Etude du comportement variétal de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) vis-à-vis le climat de la région de TIARET
- **Boguszewska-Mańkowska, D., Gietler, M. & Nykiel, M.** (2020). « Comparative proteomic analysis of drought and high temperature response in roots of two potato cultivars. » *Plant Growth Regulation*, 92, 345–363.
- **Chennafi, H., M'hamed, H., Mouas, T., & M'hamed, B.** (2006). Effet du déficit* hydrique sur la croissance et le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) en conditions semi-arides. *Sécheresse*, 17(1), 23–27.
- **Boguszewska-Mańkowska, D., Zarzyńska, K., & Nosalewicz, A.** (2020). Drought differentially affects root system size and architecture of potato cultivars with differing drought tolerance. *American Journal of Potato Research*, 97, 54-62
- **Boufares., (2012).** Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chuback) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique p3- 4-6-7

- **Bousba, R., Ykhlef, N. & Djekoun, A.** (2009). Water use efficiency and flag leaf photosynthetic response to water deficit of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(5), 609–616.
- **Chakhchar, A., Wahbi, S., Lamaoui, M., Ferradous, A., El Mousadik, A., Ibnsouda-Koraichi, S., Filali-Maltouf, A. & El Modafar, C.** (2015). Physiological and biochemical traits of drought tolerance in *Argania spinosa*. *Journal of Plant Interactions*, 10 (4), 252–261
- **Chang, D. C., Jin, Y. I., Nam, J. H., Cheon, C. G., Cho, J. H., Kim, S. J., & Yu, H.-S.** (2018). Early drought effect on canopy development and tuber growth of potato cultivars with different maturities. *Field Crops Research*, 215, 156-162
- **Chang, Y., Lee, S., Kim, H.** (2018). Effects of drought on stem development and canopy traits in potato cultivars. *Journal of Plant Stress Physiology*
- **Chennafi H, Aidaoui A, Bouzerzour H. et Saci.** (2006). Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian Journal of Plant Science*. 5: 854-860
- **Da Ros, L., Elferjani, R., Soolanayakanahally, R., Kagale, S., Pahari, S.** (2023). Enhancing photosynthetic performance, water use efficiency and potato yield under elevated CO₂ is cultivar dependent, *Frontiers in Plant Science*
- **Dahal, K. C., & Vanlerberghe, G. C.** (2019). Improved chloroplast energy balance during water deficit enhances plant growth: more crop per drop. *Journal of Experimental Botany*, 69 (5), 1183–1197. DOI 10.1093/jxb/erx474
- **Dahal, K., Li, X.-Q., Tai, H., Creelman, A., & Bizimungu, B.** (2019). Improving Potato* Stress Tolerance and Tuber Yield Under a Climate Change Scenario – A Current Overview. *Frontiers in Plant Science*, 10, 563
- **Davies, W. J. & Zhang, J.** (1991). Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42, 55–76
- **De Haan, W., Compa, M., Cózar, A., Pedrotti, M., & Simon-Sánchez, E.** (2019). “Floating microplastic loads in the nearshore revealed through citizen science.” *Marine Pollution Bulletin*, 146, 1-9.
- **Deblonde, P., & Ledent, J.-F.** (2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy*, 14 (1), 31-41

- Devaux, A., Goffart, J.-P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., Suárez, V. & Hareau, G. (2020). Global Food Security: Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems. Dans H. Campos & O. Ortiz (Éds.), *The Potato Crop* (chapitre 1). Springer. DOI : 10.1007/978-3-030-28683-5_1
- Durand, J.-L. (2007). Les effets du déficit hydrique sur la plante : aspects physiologiques. *Fourrages*, 190, 181-195.
- FAO. (2016). *The State of Food and Agriculture 2016: Climate Change, Agriculture and Food Security*. Rome: FAO
- FAO. (2018). *The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050*. Rome: FAO.
- FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*. Rome: FAO
- Faostat. (2016). *Le monde de la pomme de terre production et consommation. Année* internationale de la pomme de terre 2008* FAO Rome 3p
- Folkert, A. H., Elena, A. G. & Buitink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, 6, 431–438.
- Gervais, T., Creelman, A., Li, X.-Q., Bizimungu, B., De Koeyer, D. & Dahal, K. (2021). Potato response to drought stress: physiological and growth basis. *Frontiers in Plant Science*, 12, 698060.
- Haverkort, A. J. (1990). Ecology of potato cropping systems in relation to latitude and altitude. *Agricultural Systems*, 32(3), 251–272.
- Hijmans, R. J. (2003). The effect of climate change on global potato production. *American Journal of Potato Research*, 80(4), 271–280
- Hill, D., Nelson, D., Hammond, J., & Bell, L. (2021). Morphophysiology of Potato (*Solanum tuberosum*) in Response to Drought Stress: Paving the Way Forward. *Frontiers in Plant Science*, 11, 597554
- Hopkins, W. G. & Hüner, N. P. A. (2003). *Introduction to Plant Physiology* (3^e éd.). Wiley, 580 p.
- Houidi Hamza et Ahmadi Ilyes. (2007). Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var CONDOR) dans la région du Souf.
- Iwama, K. (2008). Physiology of the potato: new insights into root system and repercussions for crop management. *Potato Research*, 51, 333-353
- Jackson, R. B., Sperry, J. S. & Dawson, T. E. (2000). Root signals and hydraulic

redistribution: linking belowground and aboveground processes in drylands. *Trends in Plant Science*, 5(10), 482–488.

□ **Jefferies, R. A. & MacKerron, D. K. L.** (1989). Radiation interception and growth of irrigated and droughted potato (*Solanum tuberosum*). *Field Crops Research*, 22(2), 101–112.

□ **Jefferies, R. A.** (1993). Responses of potato genotypes to drought. I. Expansion of individual leaves and osmotic adjustment. *Annals of Applied Biology*, 122(1), 93–104.

□ **Jiang, Y., Stetson, T., Phillips, J.** (2024). Reducing yearly variation in potato * tuber yield using supplemental irrigation. *Potato Research*, 67, 1625–1651

□ **Karakas, B., Ozias-Akins, P., Stushnoff, C., Suefferheld, M., Rieger, M. & Herbst, M.** (1997). Salinity and drought tolerance of mannitol-accumulating transgenic tobacco. *Plant, Cell & Environment*, 20(5), 609–616.

□ **Knox J., Weatherhead K. & Bradley R.** (1997). Mapping the total volumetric irrigation water requirements in England and Wales. *Agricultural Water Management*, 33(1), 1–18

□ **Kulkarni, M., Wahab, J., & Bizimungu, B.** (2020). Drought-induced regula* tory cascades and their effects on the nutritional quality of developing potato tubers. *Genes*, 11 (8), 864.

□ **Lahlou, Ouïam, Said Ouattar, and Jean-François Ledent.** (2003). “The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato.” *Agronomie*, 23.3, 257-268.

□ **Lepoivre, P.** (2003). *Phytopathologie : bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte*. De Boeck Supérieur, Bruxelles. 427 p.

□ **Levitt, J.** (1980). *Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses*. Academic Press, New York.

□ **Li, J., Liu, Z., Jiang, Q., Liu, H., & Li, C.** (2023). Varietal differences in yield and quality traits of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) across diverse environments. *Agronomy*, 13(7), 1659.

□ **Liu, F., Jensen, C. R., Shahanzari, A., Andersen, M. N., & Jacobsen, S.-E.** (2005). ABA regulated stomatal control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) during progressive soil drying. *Plant Science*, 168 (3), 831-836

□ **MADR.** (2015). Ministère d’Agriculture et Développement Rural. Évaluation de la mise en oeuvre du Renouveau agricole.

□ **Martínez, M., Cambra, I., González-Melendi, P., Santamaría, M. E., & Díaz, I**

(2012). C1A cysteine-proteases and their inhibitors in plants. *Physiologia Plantarum*, 85-94. (1),45

□ **Matsumoto, R., Singh, R. K., Kumar, A., & Rees, H.** (2024). A systematic review of vegetation indices for potato growth monitoring and tuber yield prediction from remote sensing. *Potato Research*, 68, 409–448.

□ **Maury, P., Berger, M., Mojayad, F. & Planchon, C.** (2000). Leaf water characteristics and drought acclimation in sunflower genotypes. *Plant and Soil*, 223, 153–160

□ **Mouellef A.** (2010). Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*triticum durum* desf.) au stress hydrique, mémoire. Université Mentouri Constantine faculté de biologie

□ **Nouri, L.** (2002). Ajustement osmotique et maintien de l'activité photosynthétique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) en conditions de déficit hydrique. Mémoire de Magistère en biologie végétale, Université Mentouri, Constantine. 77 p

□ **Obidiegwu, J. E., Bryan, G. J., Jones, H. G., & Prashar, A.** (2015). Coping with drought stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*, 6, 542

□ **Passioura, J. B.** (2004). Increasing Crop Productivity When Water is Scarce – From Breeding to Field Management. In: *New Directions for a Diverse Planet*, 4th International Crop Science Congress (Brisbane, 2004). CSIRO Publishing

□ **Rousselle P., Robert Y., Crosnier J C.** (1996). *La Pomme De Terre – Production, Amélioration, Ennemis Et Maladies, Utilisations*. 1 Ed. Paris : INRA Editions. P278.

□ **Rousselle P., Rousselle B., Ellisseche D.** (1992). *La pomme de terre in amélioration des rymond chabaud- lechvaller*

□ **Rud, R., Cohen, Y., Alchanatis, V., Levi, A., Brikman, R., Shenderay, C.** (2014). Crop water stress index derived from multi-year ground and aerial thermal images as an indicator of potato water status. *Precision Agriculture*, 15(3), 273–289

□ **Saravia, D., Farfán-Vignolo, E. R., Gutiérrez, R., De Mendiburu, F., Schafleitner* R., Bonierbale, M., & Khan, M. A.** (2016). Yield and physiological response of potatoes indicate different strategies to cope with drought stress and nitrogen fertilization. *American Journal of Potato Research*, 93, 288-295

□ **Schafleitner, R., Gutiérrez, R., Espino, R., Gaudin, A., Pérez, J., Martínez, M Domínguez, A., Tincopa, L., Alvarado, C., Numberto, G.** (2007). Field screening for variation of drought tolerance in *Solanum tuberosum* L. by agronomical physiological

and genetic analysis. *Potato Research*, 50 (1), 71

□ **Seyed, R.** (2012). Physiological Responses to Drought, Salinity, and Heat Stress in...

(MDPI) souligne exactement la relation racines/transpiration

□ **Slatyer, R. O.** (1973). "Effects of short periods of water stress on leaf photosynthesis." In *Plant response to climatic factors* (éd. R. O. Slatyer), Uppsala Symp., 1970, p. 271–276.

UNESCO.

□ **Steckel, J. R., & Gray, D.** (1979). Drought tolerance in potatoes. *The Journal of Agricultural Science*, 92 (2), 375-381

□ **Soltner.** (1988). *Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles*, ed. 16ème éditions p 464.

□ **soltner D.** (2005). *Les Grandes Productions Végétales, Phytotechnie Spéciale-Céréales-Plantes Sarclées-Prairies. Collection Sciences Et Techniques Agricoles 20eme Edition* 472p.

□ **Soltner D.** (2005). *Les Bases De La Production Végétale, Phytotechnie Générale-Tome III:La Plante Et Son Amélioration. Collection Sciences Et Techniques Agricoles 4eme Edition* 304p.

□ **Taiz, L., & Zeiger, E.** (2002). Chapter 25: Stress physiology. In *Plant physiology*. 3Rd edition (p. 591-623). Sinauer Associates.

□ **Taiz, L., & Zeiger, E.** (2002). Chapter 3 : Water and plant cells. In *Plant physiology*. 3Rd edition (p. 33-46). Sinauer Associates

□ **Tardieu, F., Simonneau, T. & Muller, B.** (2006). Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. *Comptes Rendus Geoscience*, 337(9–10), 57–67.

□ **Thornton, M.** (2020). Chapter 2: Potato growth and development. In J. C. Stark, M*

□ **Tiwari, J.K., Buckseth, T., Zinta, R., Saraswati, A., Singh, R.K., Rawat, S.** (2020). Genome-wide identification and characterization of microRNAs by small RNA sequencing for low nitrogen stress in potato. *PLoS ONE*, 15(5), e0233076

□ **Tourneux, C., Devaux, A., Camacho, M., Mamani, P., & Ledent, J.-F.** (2003). Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (I): morphological parameters, growth and yield. *Agronomie*, 23 (2), 169-179

□ **Turner, N. C., Wright, G. C. & Siddique, K. H. M.** (2001). Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 71, 193–231.

□ **Van Loon, C.** (1981). The effect of water stress on potato growth, development, and yield *American Potato Journal*, 58, 51-69

- **Ünlühan & Öztürk.** (2024). Growth, Yield Components and Tuber Yield Responses of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties in High Altitude Regions of Türkiye. *Journal of Agricultural Production*, 5(2), 131–137
- **Wang, F.-X., Kang, Y.-H. & Liu, S.-P.** (2003). Plastic mulching effects on potato under drip irrigation and furrow irrigation. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 11(4), 99–102
- **Wu, Y., Zhao, F., Liu, S., Wang, L., Qiu, L., Alexandrov, G., & Jothiprakash, V.**(2018). Bioenergy production and environmental impacts. *Geoscience Letters*, 5(1), 14
- **Yuan, B.-Z., Nishiyama, S., & Kang, Y.** (2003). Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agricultural Water Management*, 63(3), 153–167.
- **Zaki, H. E., & Radwan, K. S.** (2022). Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars to drought stress under in vitro and field conditions. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9, 1-19-
- **Zhang, H., Gong, Y., Yang, L., Zhang, L., & Wang, Y.** (2022). Physiological response and yield components under greenhouse drought stress conditions in potato. *Journal of Plant Physiology*, 278, 153790
- **Zhang, X., Liu, S., & Takano, T.** (2008). Two cysteine proteinase inhibitors from *Arabidopsis thaliana*, AtCYSa and AtCYSb, increasing the salt, drought, oxidation and col tolerance. *Plant Molecular Biology*, 68, 131-143
- **Zhu, J.-K.** (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53, 247–273.
- **Zurlini, A., Sánchez, M. L., Kumar, V., & Demir, B.** (2024). Effect of Drought Stress on Potato Production: A Review. *Agronomy*, 14(5), 1023.

Résumé

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الإجهاد المائي على إنتاج البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) من خلال مقارنة سلوك عشرين صنفاً تحت نظامين مائيين مختلفين: نظام مروي (شاهد) وآخر خاضع لنقص مائي مُمنهج. مكنت هذه التجربة من دراسة تأثير الإجهاد على أهم مكونات المحصول، بما يشمل عدد الدرنات للنبته، ومتوسط وزنها، وإجمالي المحصول، بالإضافة إلى عدد السيقان وعدد النباتات.

أظهرت النتائج المحصل عليها أن الإجهاد المائي أدى إلى تراجع ملحوظ على مستوى المؤشرات المدروسة، حيث ساهم في خفض عدد الدرنات وحجمها ووزنها، مما انعكس سلباً على المحصول النهائي. كما كشفت النتائج عن وجود تباين بين الأصناف المختبرة، إذ تميّزت بعض الأصناف المستوردة (T1، T3، T5) بقدرة أكبر على تحمل نقص المياه، وذلك بفضل امتلاكها لآليات تأقلم مُميّزة مكنتها من الحد من تأثير الإجهاد على مؤشرات النمو والمحصول.

تؤكد هذه النتائج على ضرورة انتقاء أصناف عالية التحمل للإجهاد المائي، إلى جانب تطوير ممارسات ري محكمة، وذلك من أجل تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية وضمان استدامة إنتاج البطاطا تحت الظروف المناخية الجافة.

Résumé :

Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'impact de la sécheresse sur la production de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) en évaluant la réponse de vingt variétés soumises à deux régimes hydriques différents : un traitement irrigué (témoin) et un traitement en déficit hydrique appliqué.

L'expérimentation a permis d'analyser l'effet du stress hydrique sur les principales composantes du rendement, notamment le nombre de tubercules par plante, leur poids moyen ainsi que la production totale par variété ainsi que le nombre de tiges et le nombre de plants. Les résultats obtenus montrent que la sécheresse entraîne une réduction significative du potentiel de production, affectant à la fois le nombre de tubercules formés, leur calibre et leur poids.

Les différences observées entre variétés illustrent la variabilité génotypique de la tolérance au stress hydrique, certaines variétés notamment les variétés importées (T1, T3 et T5) parvenant à limiter les effets du déficit en eau.

Ce travail souligne l'importance du choix variétal ainsi que de la maîtrise des apports hydriques pour garantir la stabilité du rendement de la pomme de terre en conditions de sécheresse.

Abstract

This thesis aims to study the impact of drought on potato (*Solanum tuberosum* L.) production by evaluating the response of twenty varieties subjected to two different water regimes: an irrigated treatment (control) and a water deficit treatment.

The experiment made it possible to analyze the effect of water stress on the main yield components, particularly the number of tubers per plant, their average weight, total yield per variety, as well as the number of stems and the number of plants.

The results obtained show that drought leads to a significant reduction in production potential, affecting the number of tubers formed, their size, and their weight.

The differences observed between varieties highlight the genotypic variability in drought tolerance, with some varieties—especially the imported ones (T1, T3, and T5)—demonstrating a greater ability to mitigate the effects of water deficit.

This study emphasizes the importance of varietal selection and efficient water management to ensure yield stability of potato crops under drought conditions.