

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de Vie

Département de Biotechnologie et de l'agro-écologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière Sciences Agronomiques

Option : Système de Production Agro-écologique

Thème

Evaluation de la tolérance au stress salin et hydrique de quelques variétés autochtones d'oliviers (*Olea europaea L.*)

Présenté par :

- BENTRIDI IBRAHIM

-MOWLOUD NAHA SLEIMANE

Devant le jury :

Mouas Yamina .	MCA	Examinatrice	U. Blida 1
Chaouia Cherifa .	professeur	Promotrice	U. Blida 1
Aiter Nassima .	Maitre de recherche	Co-promotrice	ITAFV
Deguaichia Houssam .	Maitre de recherche	Examineur	CRAPast

Promotion : 2021-2022

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma Mère Saliha : tu représentes pour moi la source de l'espoir et l'exemple de la force qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ces enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leur étude.

A mon Père Rachid : aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours envers vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années

A mes chers frères et sœurs : Meriem, Youcef, Sara, Abdelhak, Hadjer.

A ma tante Faiza qui m'a aidée beaucoup avec son soutien matériel et Moral.

A mes très chers amis avec qui j'ai tant partagé, ris et appris, ils ont fait de ces années les plus belles de ma vie et j'ai eu la chance de les avoir rencontrés

A mes très chères frères Houssam et Mouataz qui ont prouvé le vrai sens de l'amitié

A mon binôme Mowloud le frère avec qui j'ai eu la chance de travailler

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études

A tous ceux qui me

Sont chers et que j'ai omis de citer.

IBRAHIM

Dédicaces

Je remercie Dieu tout puissant d' avoir pu achever ce modeste travail, que je dédie à :

➤ *Mes chers parents, en témoignage de ma reconnaissance pour leur amour, soutien et encouragements. Je n' oublierai jamais leurs patiences et leur compréhension envers moi, et leurs aides qu' ils m' ont porté pour faciliter la tâche. Que Dieu les garde et les protège.*

➤ *A Mes chers frères et sœurs*

➤ *A tous les amis(es) et les collègues*

➤ *A mon binôme Bentriddi Ibrahim*

➤ *A tous mes camarades de la promotion*

➤ *A tous ceux qui m' ont été d' un soutien moral ou matériel.*

Naha Sleimane Mowloud

Remerciements

En premier lieu nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

*Nous tenons à remercier Mme la professeure **CHAOUIA Cherifa**, pour avoir accepté de nous encadrer et nous aider à réaliser ce travail, pour son soutien ainsi que pour la confiance qu'elle nous a témoignée, qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude.*

*Nos sincères remerciements sont adressés au **Dr. AITER-HADDAD Nassima** directrice d'unité de recherche ITAFV et **Dr. HADDAD Benalia** enseignant-chercheur à l'ENSA pour leurs aides précieuses, leurs suivis tout au long de notre expérimentation au niveau de serre de l'ITAFV et du laboratoire de l'ENSA. Nous sommes très reconnaissants.*

*Nous tenons à remercier aussi **Dr. MOUAS Yamina** présidente du jury pour ses encouragements et son soutien et de nous honorer en présidant ce jury.*

*Nos vifs remerciements vont aussi au **Dr. DEGUAICHIA Houssef** de l'Institut CRAPSD pour sa présence malgré l'éloignement, ses tâches multiples et d'avoir accepté d'examiner ce travail et c'est un grand honneur pour nous.*

*On remercie également l'ensemble du personnel de l'institut technique d'arboriculture et de la vigne en particulier, **Mme TAIBI Amina** ingénieure laboratoire culture in vitro , **Mme BRANCI Souhila** technicienne supérieure du laboratoire culture in vitro , **Mme OTMANI Zahia** Magistère en agronomie au laboratoire de pédologie, **Mme RADJI Hassiba** chef de département au laboratoire central, **Mr REBIHA Khaled** Directeur générale de l'ITAF, **Mme BOUKHALFA Salima** ingénieure Département expérimentation et tout le personnel de l'institut.*

*Nous remercions aussi adressés à **Mme LAKEL Semah** doctorante à l'université de Blida pour ses aides au niveau du laboratoire de recherche de biotechnologie des productions végétales.*

Enfin, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux et celles qui nous ont aidé, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé

L'Algérie est considérée comme l'une des régions méditerranéennes. Elle se distingue par la diversité du couvert végétal, ainsi que la diversification des cultures en fonction des caractéristiques pédo-clématiques.

L'olivier se distingue par sa popularité dans le milieu socio-culturel et son rôle dans la production d'un point de vue économique. Il est connu par ses diverses études pour sa capacité à résister à divers facteurs abiotiques notamment la salinité et la sécheresse. Ce dernier a des capacités d'endurance maximales à travers lesquelles il a un impact négatif important. Il réduit sa production naturelle. De nombreuses études ont été menées sur cet arbre de manière extensive, mais les variétés autochtones ne sont pas documentées et insuffisamment étudiées.

Dans cette étude, nous avons suivi le comportement de cinq cultivars algériens (Azeradj, Limli, Ferkani, Langue Miliana et Sigoise) en comparaison avec le cultivar introduit d'origine espagnol (Arbequina) résistant aux différents stress abiotiques. Cette étude permet de valoriser et préserver le patrimoine local.

Stress hydrique soumis aux variétés avec un apport d'irrigation allant de 50, 75 et 100 % et à un stress salin en irriguant avec des solutions NaCl à des concentrations allant de 0,50, 100 et 200 mMol.

L'effet du stress sur les facteurs morphologiques physiologiques et biochimiques des feuilles a été évalué sur une période de trois mois.

Les variétés autochtones testées se sont comportées de la même manière et ont évolué avec une légère différence entre elle excepté faite pour la variété introduite espagnole Arbequina qui était plus stable

Mots-clés : *Olea europaea*. L, stress salin, stress hydrique, facteurs morphologiques, physiologiques et biochimiques.

ملخص

تعتبر الجزائر من مناطق البحر الابيض المتوسط . يميز هذه المنطقة تنوع الغطاء النباتي وكذا تنوع في المحاصيل حسب الخصائص المناخية وخصائص الترب، من بين الزراعات المعروفة بزراعتها بشكل واسع زراعة اشجار الزيتون والتي يتناولها موضوع بحثنا .

تتميز شجرة الزيتون بشعبيتها في الوسط الاجتماعي الثقافي ودورها في الانتاج من الناحية الاقتصادية، شجرة الزيتون الجفاف ... الخ)، لآكن لهاته معروف من مختلف الدراسات بقدرتها لتحمل مختلف الاجهادات اللاحيوية (ملوحة التربة، دراسات كثيرة اجريت الاخيرة قدرات تحمل قصى من خلالها يكون لها تأثير سلبي كبير يقوم بخفض انتاجها الطبيعي، على هاته الشجرة بشكل واسع لآكن المتعلقة بالاصناف المحلية غير موثق ومدروس بشكل غير كافي.

في هاته الدراسة تتبعنا سلوك خمس اصناف جزائرية (ازراج، ليملي، فركاني، لسان مليانة وسيغواز) مع المقارنة بسلوكيات صنف اسباني (اربيكينا) لمعرفة أكثر على مقاومة هاته الاصناف للإجهادات المائية والملحية بهدف تعزيز والمحافظة على التراث المحلي.

قمنا بتعريض الاصناف المذكورة الى اجهاد مائي ' حيث بلغ معدل الري (75،50 و100 بالمئة) والى اجهاد ملحي عن طريق الري بمحاليل ملحية من مادة كلوريد الصوديوم بتركيزات (100،50 و200 ميلي مول).

تم تقييم تأثير الاجهاد على العوامل المورفولوجيا' الفيسيولوجية والكيميائية الحيوية للأوراق على مدة ثلاثة أشهر.

الاصناف الأصلية المختبرة تصرفت بنفس الطريقة وتطورت مع اختلاف طفيف بينها باستثناء الصنف الإسباني الذي كان أكثر استقرارًا

الكلمات المفتاحية شجرة الزيتون، الاجهاد الاحيوي. العوامل المورفولوجيا، الفيسيولوجية والكيميائية الحيوية.

Summary

Algeria is considered one of the Mediterranean regions. It is distinguished by the diversity of the plant cover, as well as the diversification of crops according to pedo-climatic characteristics.

The olive tree is distinguished by its popularity in the socio-cultural environment and its role in production from an economic point of view. It is known through its various studies for its ability to resist various abiotic factors, in particular salinity and drought. The latter has maximum endurance capabilities through which it has a significant negative impact. It reduces its natural production, many studies have been carried out on this tree extensively, but the native varieties are not documented and insufficiently studied.

In this study, we followed the behavior of five Algerian cultivars (Azraj, Limli, Ferkani, Langue Miliana and Sigoise) in comparison with the cultivar of Spanish origin (Arbequina) introduced resistant to different abiotic stresses. This study makes it possible to enhance and preserve the local heritage.

Water stress subjected to varieties with an irrigation contribution ranging from 50, 75 and 100% and to saline stress by irrigating with NaCl solutions at concentrations ranging from 0.50, 100 and 200 mmol.

The effect of stress on the physiological and biochemical morphological factors of the leaves was evaluated over a period of three months.

The indigenous varieties tested behaved in the same way and evolved with a slight difference between them except for the Spanish introduced variety Arbequina which was more stable.

Keywords: olive tree, salt stress, water stress, morphological, physiological and biochemical factors.

Table des matières	
Dédicaces	
Dédicaces	
Remercîment	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	

Partie 1 : Synthèse Bibliographique.

Chapitre 1 : Généralités

1-1-Historique et origine.....	3
1-3-En Algérie.....	4
1-3-1-Patrimoine génétique.....	5
1-3-2-Situation de l'oléiculture En Algérie.....	7
1-4-Caractéristiques morphologiques.....	8
1-5-Cycle de développement de l'olivier.....	10
1-6-Taxonomie.....	10
1-7-Exigence Pédo-Clématiques.....	11
1-8-Intérêt d'olivier.....	12

Chapitre 2 : Stress abiotique.

Introduction.....	13
2-1-Stress hydrique.....	14
2-1-1-Définition.....	14
2-1-2-Effet du déficit hydrique sur l'aspect physiologique.....	14
2-1-3- Effet du déficit hydrique sur la photosynthèse.....	15
2-1-4- Effet du déficit hydrique sur sur la transpiration.....	15
2-1-5- stratégies développées par les plantes face au stress hydrique.....	16
2-1-6-les modalités d'adaptation de l'olivier face au stress salin.....	17
2-2-Stress salin.....	17
2-2-1-Origine de la salinité.....	19
2-2-2-Effet de la salinité sur les plantes.....	21
2-2-2-1- Effet de la salinité sur la croissance et développement.....	21
2-2-2-2- Effet de la salinité sur les processus physiologique.....	22
2-2-2-3- Effet de la salinité sur les pigment photosynthétique.....	22
2-2-3-La résistance à la salinité.....	23

Partie 2 : Matériel et Méthode.

1-Objectifs.....	25
2-Matériel végétal.....	25
3-Lieu d'expérimentation.....	25
4-Conduit de l'essai.....	26
5-Méthodologie adoptée.....	27
5-1-Détermination de la dose d'irrigation.....	27
5-2-Analyse physico-chimique du Substrat.....	28
5-3-Entretien des plants.....	28

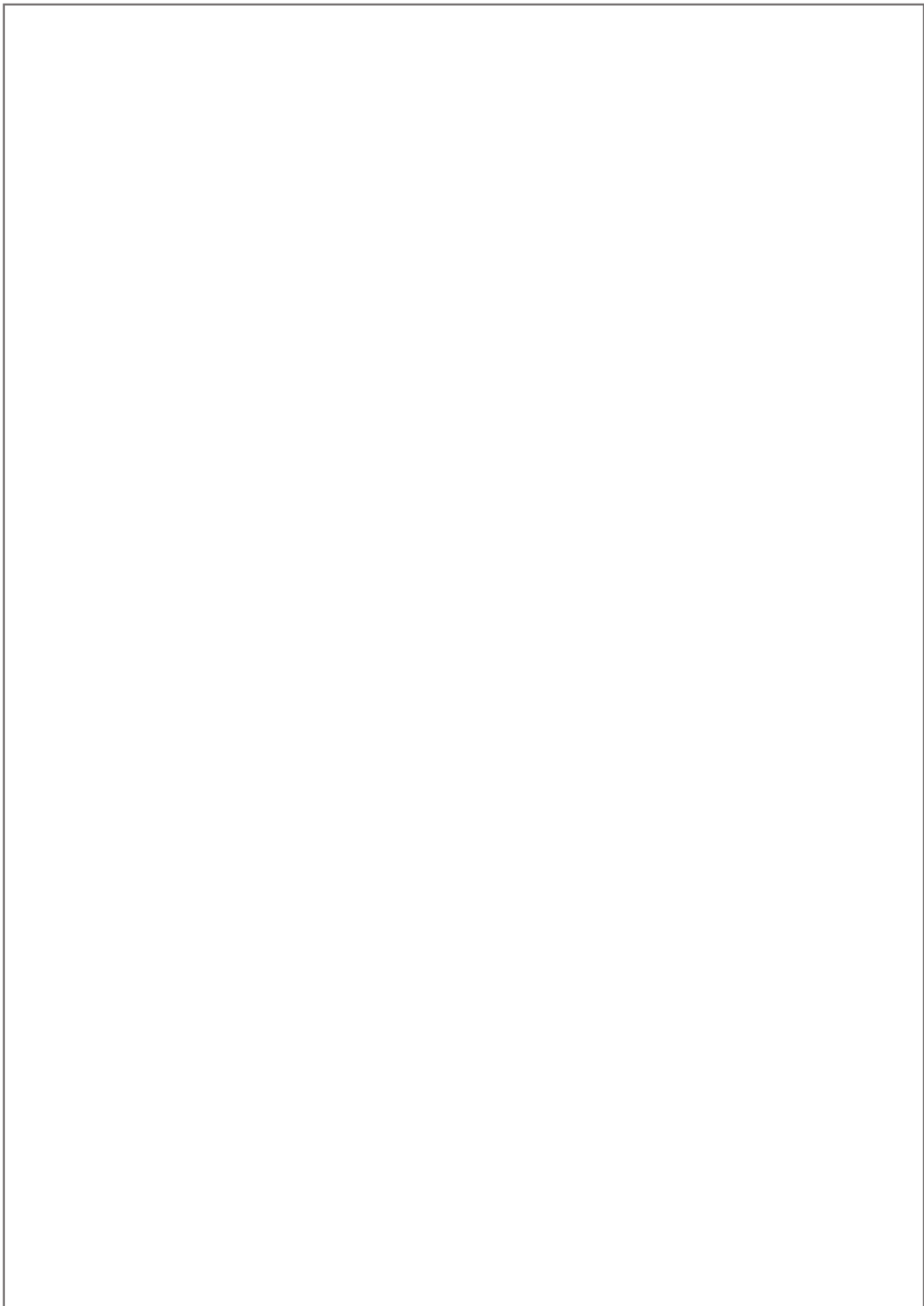
5-4-établissement du dispositif expérimental.....	28
5-4-1-Stress Salin.....	29
5-4-2-Stress hydrique.....	30
6-Paramètre évalués.....	30
6-1-Paramètre morphologique.....	30
6-2-Paramètre biochimique.....	31
6-2-1-Dosage des pigments chlorophylliens.....	32
6-2-2-Dosage de sucres solubles.....	32
6-2-3-Dosage de proline.....	33
6-3-Paramètre physiologique.....	34
6-3-1-Teneur relative en eau.....	34
6-3-2-Stabilité membranaire.....	34
Partie 3 : Résultats discussion.	
1-Résultats stress Salin.....	38
1-1-Paramètre morphologique.....	38
1-1-1- Hauteur de la tige principale.....	39
1-1-2-Longueur des ramifications.....	39
1-1-3-Nombre de feuille pour les tiges principales.....	40
1-1-4-Nombre de feuilles pour la ramification primaire.....	40
1-1-5-Surface foliaire.....	40
1-2-Paramètres biochimiques.....	40
1-2-1-Teneur en chlorophylle "a".....	40
1-2-2-Teneur en chlorophylle "b".....	41
1-2-3-Teneur en sucre soluble.....	43
1-2-4-Teneur en proline.....	43
1-3-Paramètre physiologique.....	44
1-3-1-Teneur relative en eau TRE.....	44
1-3-2-Stabilité membranaire.....	45
1-4-Discussion.....	46
2-Résultats stress hydrique.....	47
2-1-Paramètre morphologique.....	47
2-1-1- Hauteur de la tige principale.....	47
2-1-2-Longueur des ramifications.....	48
2-1-3-Nombre de feuille pour les tiges principales.....	49
2-1-4-Nombre de feuilles pour la ramification primaire.....	49
2-1-5-Surface foliaire.....	50
2-2-Paramètres biochimiques.....	51
2-2-1-Teneur en chlorophylle "a".....	51
2-2-2-Teneur en chlorophylle "b".....	53
2-2-3-Teneur en sucre soluble.....	54
2-2-4-Teneur en proline.....	55
2-3-Paramètre physiologique.....	55
2-3-1-Teneur relative en eau TRE.....	55
2-3-2-Stabilité membranaire.....	56
3-Résultats des analyse de sol.....	57
4-Discussion.....	58

4-1-apport optimal de la solution salin.....	59
4-2-apport optimal de la quantité d'eau.....	61
Conclusion.....	63
Référence Bibliographique.....	65
Annexes.....	72

Liste des figures

Figure 1: Répartition géographique naturelle du complexe <i>Olea europaea</i> (l'olivier : Méditerranéen; Subsp. <i>europaea</i>). D'après Rubio de casas, et al., (2006).....	3
Figure 2: Carte oléicole d'Algérie (ITAF, 2008).	5
Figure 3: Feuilles d'olivier	8
Figure 4: Fleurs d'olivier.....	9
Figure 5: Fruits d'olivier	9
Figure 6: Plant d'olivier cultivé.....	10
Figure 7: principe d'adaptation et de résistance des plantes face aux stress abiotiques.....	13
Figure 8: mécanisme de formation des sols salés (Teggar, 2016).....	20
Figure 9: Interconnexion des voies de biosynthèse de la chlorophylle et de la proline.	23
Figure 10: vue d'ensemble des plants après transplantation (sous serre), (source personnelle, 2022) .	26
Figure 11: Localisation des serres de l'ITAFV Tessala El Merdja, (Alger)(Anonyme, 2022)	27
Figure 12: préparation des pots	27
Figure 13: Vue générale de plantes repiquées sous conditions semi-contrôlées	28
Figure 14 : Dispositif expérimentale randomisation totale de stress salin	29
Figure 15: Dispositif expérimentale randomisation totale de stress hydrique.....	30
Figure 16: Préparation des analyses de chlorophylle	33
Figure 17: Dosage des sucres solubles avant la lecture.....	33
Figure 18: Dosage de proline avant la lecture	34
Figure 19: lectures de la stabilité membranaire par la conductimètre	36
Figure 20: Evaluation de la hauteur moyenne des tiges	38
Figure 21: Evaluation de la longueur moyen de la ramification	39
Figure 22: Evaluation de nombre moyen de feuille	40
Figure 23: Evaluation de nombre moyen des feuilles de la ramification	40
Figure 24: Evaluation de la surface foliaire moyenne	41
Figure 25: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle "a"	42
Figure 26: Evaluation de la teneur moyen en chlorophylle (b)	43
Figure 27: Evaluation de la teneur moyen en sucre soluble	44
Figure 28: Evaluation de la teneur moyen en proline.....	45
Figure 29: Evaluation de la teneur relative moyen en eau	46
Figure 30: Evaluation de la stabilité membranaire moyen	47
Figure 31: Evolution de la hauteur moyenne des tiges de six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.....	48
Figure 32: Evolution de la longueur moyenne des ramifications de six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.	49
Figure 33: Variation du nombre de feuilles par tige par plant des six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.	50
Figure 34: Variation du nombre de feuilles moyen par ramification pour les six variétés durant 3 mois de régime hydrique.....	51
Figure 35: Variation de la surface foliaire moyenne pour les six variétés durant 3 mois de régime hydrique.....	52
Figure 36: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle "a" des feuilles pour les six variétés d'olivier étudiées durant trois mois de régime hydrique.	53
Figure 37: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle "b" des feuilles pour six variétés d'olivier étudiées durant trois mois du régime hydrique.....	54

Figure 38: Evolution des teneurs moyennes en Sucres solubles des feuilles pour six variétés d'oliviers étudiées durant trois mois de régime hydrique.....	55
Figure 39: Evolution des teneurs moyennes en proline des feuilles pour les 6 variétés durant les trois mois du stress hydrique.....	56
Figure 40: Evolution des teneurs relatives en eau chez les 6 variétés durant 3 mois de régime hydrique.....	57
Figure 41: Evolution de la stabilité membranaire chez les 6 variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.....	58



INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'olivier (*Olea europaea. L*) est l'arbre emblématique de la méditerranée. Dès l'antiquité, il a joué un rôle très important dans la vie des populations méditerranéennes qui le considèrent comme symbole de paix, de solidarité et de volonté ainsi que du commerce et de l'économie. Par ailleurs, l'huile d'olive est un constituant majeur de la « diète méditerranéenne » vu son importance nutritionnelle. Cet arbre béni est l'un des principaux vecteurs de l'entretien du territoire parce qu'il a toujours été présent depuis plusieurs millénaires sur le pourtour méditerranéen. Actuellement, plus que 750 millions d'ha sont cultivés en olivier dont 95% se situent dans le bassin méditerranéen.

En fait, le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche et compte plus de 2600 variétés différentes (**Muzzalupo et al. 2014**). En Algérie, l'olivier compte environ 32 millions d'arbres (**Bensemmane, 2009 ; Mendil, 2009**), répartie sur une superficie d'environ 328.884 hectares (**FAOSTAT, 2013**), soit 34,09% du verger arboricole national. L'oléiculture algérienne est située principalement dans la partie nord du pays, où la plupart des vergers (80%) sont situés dans des zones montagneuses avec des sols pauvres. Le patrimoine oléicole national est très riche en cultivars. D'après (**Chaouki et al, 2006**), il existerait plus de 150 cultivars d'oliviers plus ou moins cultivés. Ceci ne reflète pas en réalité le nombre réel des cultivars locaux qui ne sont pas encore identifiés et caractérisés.

L'Algérie se caractérise par un climat méditerranéen à dominance semi-aride à aride en raison de la proximité du Sahara. Les précipitations sont inégalement réparties sur le pays et sont quasiment six fois plus importantes dans le nord que dans le sud. L'olivier se caractérise par sa rusticité et sa souplesse d'adaptation au stress abiotiques qui sont étroitement liés aux contraintes environnementales (**Gimenez, 2013**). Cependant cette capacité n'est pas suffisante pour garantir une stabilité annuelle des récoltes et les rendements fluctuent en fonction des conditions climatiques.

Dans ce contexte, s'inscrit nos essais qui visent à tester différentes doses d'application de stress salin et hydrique sur cinq variétés autochtones algériennes à savoir : Azeadj, Ferkani, Limli, langue de Meliana, Sigoise, en comparaison avec une variété espagnol Arbequina tolérante aux stress, elle est utilisée comme témoin afin d'apprécier un degré de tolérance vis-à-vis ces deux facteurs abiotiques. Pour cela nous avons étudié leurs comportements en évaluant l'impact de différentes concentrations de sel et de doses d'irrigation sur la croissance des plants d'olivier et ce en suivant certains paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : Généralités

1.1 Historique et origine :

Les Saintes Ecritures des religions monothéistes telles la TORAH, La BIBLE, L'EVANGILE, puis le CORAN font mention de cette culture depuis des millénaires. L'olivier, arbre des lointaines civilisations, a sa place dans les textes les plus anciens : Dans la "Genèse", la colombe de Noé apporte dans son bec un brin d'olivier pour lui apprendre que les eaux se sont retirées (Loussert et Brousse, 1978) **Figure 1.** L'olivier (*Olea europaea* L.) est une espèce à croissance lente et extrêmement longue, avec une espérance de vie allant jusqu'à 1000 ans (Mushtaq et al, 2020). Son origine Après des études archéologiques et paléobotaniques, nous pensons que la domestication de l'olivier aurait pris naissance, comme celle de la plupart des espèces fruitières, au Proche-Orient au quatrième millénaire avant notre ère (Argenson et al, 1999). Entre l'IXème et le VIIIème siècle avant J-C, il fut introduit en Grèce par les marchands phéniciens, où il devient un des piliers de la civilisation hellénique et méditerranéenne (Mendil, 2009).

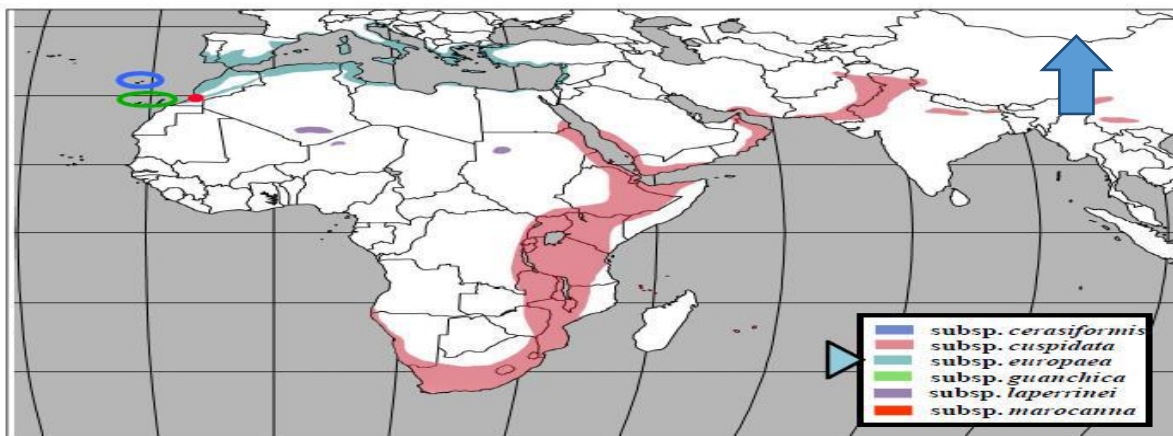


Figure 1: Répartition géographique naturelle du complexe *Olea europaea* (l'olivier : Méditerranéen; Subsp. europaea). D'après Rubio de casas, et al., (2006).

1.2. Dans le monde :

L'olivier se trouve précisément dans les pays en bordure de la méditerranée : Syrie, Égypte, Liban, Grèce ou Rome et autres (Loussert et Brousse, 1978) désigne que la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine de l'olivier.

L'oléiculture occupe une place prépondérante dans l'économie nationale de ces pays et particulièrement l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Tunisie et le Maroc. L'oléiculture couvre dans ces pays 65% de la surface mondiale et produit 74% ; soit 8,4 millions de tonnes d'olives annuellement (Nefzaoui, 1993). L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'une des plus anciennes plantes cultivées. Plus de 8 millions d'hectares d'oliviers sont cultivés dans le monde

Près de 98 % d'entre eux se trouvent dans le bassin méditerranéen (**Peralbo-molina de Castro et al, 2013**). Sur l'ensemble de la superficie oléicole, 53% reviennent aux pays de l'Union Européenne, 27% aux pays du Maghreb, 18% pour les pays du Moyen Orient et 2% pour les pays du continent américain (**Bouras, 2015**) (**Villa, 2006**) Les populations méditerranéennes considéraient l'olivier comme un arbre sacré, il joue un rôle très important dans leur vie.

Tableau 1. Production mondiale de l'huile d'olive(CommissionEuropéenne2020).

Production	2018/2019 (en 1000 t)	2019/2020 (en 1000 t)	Variation
Espagne	1790	1230	-31%
Italie	174	322	85%
Tunisie	140	350	150%
Grèce	120	300	150%
Turquie	194	225	16%
Maroc	200	145	-28%
Portugal	100	120	20%
Algérie	97	82	-15%
Total UE	2264	1989	-12%
Total monde	3178	3121	-2%

Durant les 30 dernières années, la culture de l'olivier est passée de 5,2 à 9,5 millions d'hectares (**FAO Stat, 2011**). Selon le Conseil Oléicole International (**COI, 2011**), plus de 95 % d'huile d'olive **Tableau 1** produite dans le monde est consommée dans les pays producteurs. Les principaux pays producteurs sont : l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Turquie avec plus de 80% de la production moyenne. Quarante pour cent de la production en huile est consommée dans le bassin méditerranéen, soit 2,4 millions tonnes en 2010/11 (**COI, 2011**).

1.3. En Algérie :

L'olivier représente pour l'Algérie, l'espèce arboricole la plus importante de part la superficie qu'elle occupe. Notre pays offre à l'olivier un milieu bio- économique des plus favorables (**Dekkar et Merabet, 2003**). Elle dispose d'importantes ressources d'olives qui ne sont pas valorisées. Les espèces d'*Olea europea* occupent jusqu'à 2,3 % de la surface totale. (**Bouarroudj et al., 2016**). L'oléiculture algérienne se concentre principalement dans la région centre (54%), à l'Est (29%) et à l'Ouest avec seulement 17%. Au niveau de chaque région, l'essentiel du verger est occupé par quelques wilayas comme au centre du pays avec 95% du verger à Béjaïa, Tizi-Ouzou et Brouira; à l'Est 68% du verger à Guelma, Sétif, Jijel et Skikda; à l'Ouest du pays à Mascara, Sidi Belabbés, Relizane et Tlemcen détiennent 71% du verger oléicole (**Abdelguerfi, 2003**) Figure 2. Comme dans la plupart des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue l'une des principales espèces fruitières plantées couvre une

superficie de 350 000 ha avec 23 millions d'arbres, soit plus de 50 % du patrimoine arboricole national (Missat, 2015).

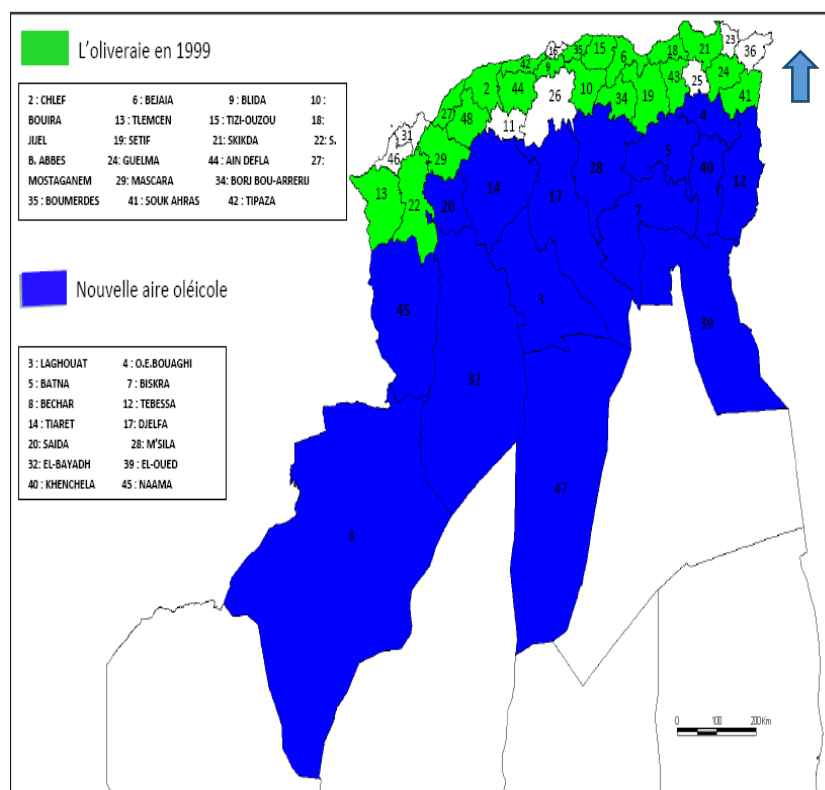


Figure 2: Carte oléicole d'Algérie (ITAF, 2008).

1.3.1. Patrimoine génétique :

Il existe plusieurs variétés en Algérie qui désigne ça richesse **Tableau 2** au point de vue matériel végétale parmi lesquelles nous citons :

Abani, Aberkane, Aaleh, Aghchren d'El Ousseur, Aghchren de titest, Aghenfas, Agrarez, Aguenau, Aharoun, Aimel, Akerma, Azzeradj, Blanquette de Guelma, Bouchouk Guergour, Bouchouk Lafayette, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Bouichret, Boukaila, Bouricha, Chemlal, Ferkani, Grosse du Hamma, Hamra, Limli, Longue de Miliana, Mekki, Neb Djemel, Ronde de Miliana, Rougette de Mitidja, Sigoise, Souidi, Tabelout, Tefah, Takesrit, Zeletni (Mendil & Sebai, 2006).

Tableau 2: Localisation et destination de la production des principales variétés d'oliviers en Algérie

Bouricha	Plusieurs régions	Olive à huile
Limili	Région de Sidi-Aiche	Olive à huile
Tefah	Région de Seddouk	Double fins
Bouichret	Région d'Akbou	Olive à huile
Aimel	Région de Tazmalt	Olive à huile
Abani	Région de Khenchela	Olive à huile
Aaleh	Plusieurs régions	Double fins
Blanquette de Guelmal	Région de Guelma	Olive à huile
Longue de Miliana	Région de Miliana	Double fins
Ronde de Miliana	Plusieurs régions	Double fins
Tabelout	Région de Bejaia	Olive à huile
Takesrit	Plusieurs régions	Double fins
Grosse de Hamma	Région Constantine	Double fins
Bouchouk Lafayette	Région Khenchela	Double fins
Bouchouk Soummam	Région de Sidi-Aiche	Double fins
Souidi	Région de Khenchela	Olive à huile
Sigoise	Région de Sig	Double fins
Ferkani	Région de Khenchela	Olive à huile
Akerma	Région d'Akbou	Olive à huile
Aghenfas	Région de Khenchela	Double fins
Boughenfous	Région de Khenchela	Olive à huile
Mekki	Région de Khenchela	Olive à huile
Aguenau	Région de Sétif	Double fins
Zeletni	Région de Khenchela	Olive à huile
Neb-Djemel	Plusieurs régions	Double fins
Aghchren de Tetest	Région de Setif	Double fins
Agrarez	Région de Tazmalt	Double fins
Azeradj	Régions Bejaia,Bouira	Double fins
Aberkane	Région d'Akbou	Double fins
Bouchouk guergour	Région de Setif	Double fins

(SEBAI *et al.*, 2012).

On distingue différentes variétés d'olives en fonction de la destination finale du Fruit, soit en 3 typologies (Villa, 2006) :

✓ **Olives à huile**

Leur production doit être constante et garantir une bonne rentabilité en termes de quantité d'huile.

✓ **Olives de table**

Elles impliquent une certaine grosseur du fruit et un contenu riche en pulpe et en noyau mais faible en huile

- ✓ **Olives mixtes** Elles présentent des propriétés à cheval entre les deux groupes en fonction du moment de sa récolte et de son adaptation à la zone de culture. Elles sont appelés olives à double fines (de table et transformation).

1.3.2. Situation de L'oléiculture En Algérie :

L'Oléiculture est consacrée aujourd'hui comme une des filières stratégiques qui devront garantir la sécurité alimentaire de la Nation. Pour ce faire le Ministère de l'Agriculture et du développement rurale (MADR) a initié une nouvelle approche dans le cadre du programme de renouveau de l'économie agricole **Tableau 3** et rurale (**Mendil, 2009**), avec Une superficie oléicole globale de 432.916 hectares comprenant 60.969.641 d'arbres, dont 36.117.825 oliviers en production, la filière oléicole avait enregistré en 2017 un rendement de 19 kg/arbre et 17,5 litres/quintal (**MADRP, 2017**).

Tableau 3 : évolution des surfaces cultivées, de la production et des rendements d'olives de table et à l'huile en Algérie

Année	Superficie (ha)	Production (tonnes)	Rendement kg/ha
2010	294200	311252	1058.0
2011	311930	610776	1958.1
2012	328884	393840	1197.5
2013	348196	578740	1662.1
2014	383443	482860	1259.3
2015	406571	653725	1607.9
2016	423683	696431	1643.9
2017	432959	684461	1580.9
2018	431009	860784	1997.1
2019	431634	868754	2012.7

(MADR, 2020).

La filière a connaît une évolution depuis la mise en place du programme national du Développement agricole (PNDA) en 2000 et la politique de soutien à la filière oléicole mise en place dans le cadre du Fonds national de régulation et du développement agricole (FNRDA), ainsi que le lancement de projet de plantation d'un million Ha d'arbres d'olivier (**MADR, 2010**).

1.4. Caractéristiques morphologiques :

✓ Le système racinaire

Le jeune plant issu de semi développe une racine pivotante. A l'état adulte, l'olivier présente deux à trois racines pivotantes qui s'enfoncent profondément et celles-ci, part un système racinaire peu profond à développement latéral, qui donne naissance à des racines secondaires et des radicelles pouvant explorer une surface de sol considérable (**Kasraoui, 2010**). (**Yankovitch et Berthelot, 1947**) souligne qu' les racines des oliviers s'entrelacent et devient de moins en moins dense avec la profondeur (**Kasraoui, 2010**) (**Loussert et Brousse, 1978**).

✓ Le système aérien

• Tronc

Selon (**Beck et Danks , 1983**) le tronc est jaunâtre puis passe à la brune très claire. Il est très dur, compacte, court, trapu (jusqu'à 2m de diamètre), et port des branches assez grosses, tortueuses, et lisse.

• Feuilles

Elles sont persistantes, opposées, coriaces, ovales oblongues, à entières et un peu enroulés, portées par un court pétiole ; elles sont vert grisâtres **Figure 3**, à vert sombre dessous blanchâtres et à une seule nervure. Très souvent, elles contiennent des matières grasses.



Figure 3. Feuilles d'olivier

- **Fleurs**

Les fleurs d'olivier sont groupées en inflorescence **Figure 4** comportant un nombre de fleurs, variables d'un cultivar à un autre de 10 à plus de 40 par grappe en moyenne (**Loussert et Brousse ,1978**).



Figure 4: Fleurs d'olivier

- **Fruits**

La période de la mise à fruit s'étale d'octobre à novembre les fruits sont ovoïdes gros (1.5 à 2 cm), longtemps verts, puis noirs à complète maturité, de forme **Figure 5** variable suivant les variétés à pulpes charnue huileuse (**Rol et Jacamon, 1988**).



Figure 5: Fruits d'olivier

1.5 cycle de développement de l'Olivier :

L'olivier est un arbre qui subit le rythme de saison il rentre en phase en phase de repos en hiver ; en fait, dès que les températures chutent en dessous de 9°C. Mais ne perd pas ses feuilles, il prend une teinte vert-foncé/grisâtre. La sève circule toujours, mais au ralenti.

Durant cette période hivernale, une étape importante se déroule il s'agit de l'initiation florale. Les fleurs se développent sur le bois de l'année précédente. Dès les premières chaleurs les racines s'activent et la sève circule au printemps

C'est principalement la raison pour laquelle il ne faut pas tailler les oliviers en hiver. De plus, les oliviers récoltés très tard (février-mars) vont fortement alternés car pendant l'induction florale, ils portent encore des fruits

1.6 Taxonomie :

L'olivier est l'une des cultures les plus anciennes, appartenant à la famille des Oléaceae **Figure 6** qui compte 30 genres, parmi lesquels il y'a certaines plantes ornementales. L'espèce *Olea europaea* comporte de nombreux groupes et plus de 2600 cultivars. Selon la classification phylogénique APG classe l'olivier comme suite :

Règne : plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Oleaceae

Genre : Olea L

Espèce : *Olea europaea* L.



Figure 6: Plant d'olivier cultivé.

1.7 Exigences pédoclimatiques :

L'olivier est adapté au climat méditerranéen avec un hiver pluvieux, un printemps court, un été chaud et sec et une période automnale longue (**Charlet, 1975**). Parmi les facteurs essentiels pour un meilleur développement de l'arbre on a :

✓ Température

La température conditionne le déroulement des différents processus physiologiques de croissance et de développement chez l'olivier. En repos végétatif hivernal, l'olivier résiste jusqu'à -8 à -10°C ; toutefois, les dégâts peuvent être très importants pour les basses températures (0 à -1°C) pendant la floraison et à des températures élevées (35-38°C) (**sebei, 2007**).

✓ Pluviométrie :

La production de l'olivier est normale avec 600 mm de pluie bien répartis dans le temps. Entre 450 et 600 mm, la production est possible pour un sol profond et argilo limoneux. Les facteurs défavorables de la production des oliviers sont: les vents chauds au cours de la floraison, et les gelées au printemps (**WALID et al., 2003**).

✓ L'hygrométrie :

L'olivier redoute des taux d'humidité de l'air élevés, en effet Une humidité excessive et permanente favorise le développement de certains parasites (**Loussert et Brousse, 1978**).

✓ Les vents

Par leur action mécanique, ils peuvent provoquer la chute des fruits ainsi que la cassure des branches. Par contre, lors de la floraison, ils assurent une bonne pollinisation s'ils sont modérés (**Loussert et Brousse, 1978**).

✓ Edaphique :

L'olivier s'adapte à tous les types de sols sauf les sols lourds compacts humides ou se ressuyant mal. Les sols calcaires jusqu'à pH 8.5 peuvent lui convenir, par contre les sols acides pH 5.5 sont déconseillés (**ITAF, 2008**).

1.8 Intérêt D'oliviers :

L'étude de l'huile d'olive mérite une attention particulière, compte tenu de la place spécifique qu'elle occupe parmi les huiles de table, et ce pour plusieurs raisons, l'huile d'olive est la plus ancienne huile connue, sa consommation remonte à l'antiquité, sa zone de production correspond à celle de la civilisation gréco-romaine et à travers elle, la notre, c'est par celle-là que la culture de l'olivier, la production et la consommation de l'huile d'olive se sont répandues dans tout le bassin méditerranéen, l'huile qui est le jus d'un fruit est presque uniquement consommée à l'état vierge. Elle est pratiquement la seule aujourd'hui à avoir cette particularité. Toutes les études démontrent que les régimes alimentaires à base d'huile d'olive sont bénéfiques pour la santé humaine en diminuant le risque de plusieurs maladies. De nombreuses recherches ont été faites pour en garantir sa pureté, son authenticité et sa qualité (**Uzzan, 1992**).

En 2020/2021, l'industrie mondiale de l'huile d'olive devrait connaître un ralentissement après plusieurs années de croissance. Selon la dernière note du **Conseil oléicole international (COI)**, tous les indicateurs de la santé du secteur devraient être en berne pour le compte de ladite campagne. Alors que la production devrait quasiment stagner à 3,19 millions de tonnes (-0,3 %), la consommation tournera autour de 3,18 millions de tonnes, soit un léger recul de 1,5 % par rapport à l'année dernière.

Du côté des échanges mondiaux, les importations et les exportations de l'oléagineux devraient rester identiques avec 950 000 tonnes chacun, soit des baisses respectives de 17 % et de 21 % comparativement à la saison 2019/2020. (**COI, 2020**).

Chapitre2 : stress abiotique

Introduction

Le mot stress est apparu autour de 1940. Il s'agissait d'un mot anglais, employé en mécanique et en physique, qui voulait dire « force, poids, tension, charge ou effort ». Ce n'est qu'en 1963 que Hans Selye utilise ce mot en médecine, où il définit « des tensions faibles ou fortes, éprouvées depuis toujours, et déclenchées par des événements futurs désagréables ou agréables » (Levitt, 1980).

Claude Bernard fut le premier à dégager une notion physiologique du stress en 1868. Selon lui, les réactions déclenchées par le stress visaient à maintenir l'équilibre de notre organisme. L'ensemble de ces réactions internes a été nommé homéostasie par le physiologiste américain C.W. (Bradford, 1915), à partir du grec stasis (état, position) et homoios (égal, semblable à). Il y inclura en outre la notion de stress. Le lien stress-homéostasie-adaptation va perdurer jusqu'à nos jours et les recherches menées concernant ces processus sont à la base d'une littérature abondante (Zhu, 2002). L'association de ces trois notions constitue l'approche biologique du stress **Figure 7** et permet notamment d'expliquer l'influence du stress lorsqu'il est appliqué dans certaines limites, l'adaptation à l'environnement, et donc au maintien de la vie (Vincent, 2006).

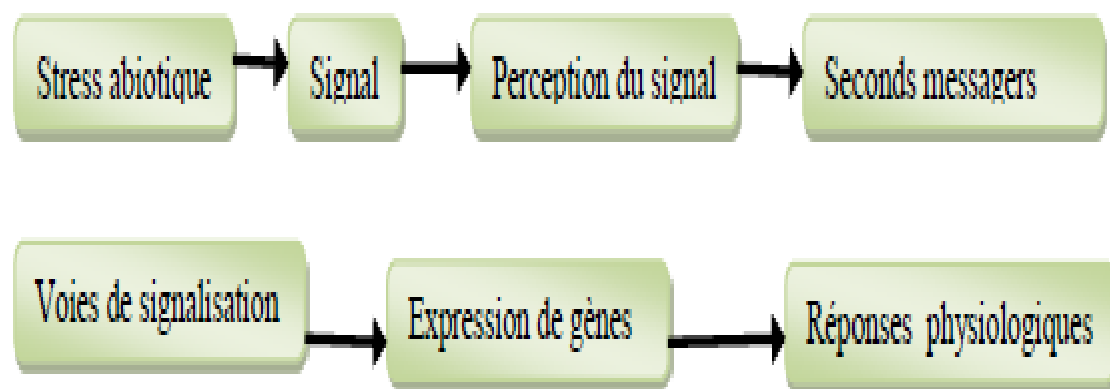


Figure 7: principe d'adaptation et de résistance des plantes face aux stress abiotiques.

Au niveau cellulaire (**Levitt, 1980**) explique que le stress est causé par la variation d'un paramètre environnemental qui entraîne la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie. Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux).

2.1. Stress hydrique :

2.1.1. Définition

Lorsqu'on parle de l'alimentation hydrique d'une plante, trois termes « déficit, contrainte et stress » souvent utilisés sans distinction pour caractériser les relations sol-plante – atmosphère (**Jérémy 2007**). On parle de déficit hydrique chez les plantes lorsque l'approvisionnement en eau à leurs racines devient faible ou si le taux de transpiration devient intense par rapport à la quantité d'eau absorbée (**Sayed et al. 2012**).

L'état de déficit hydrique se caractérise par une chute du contenu relatif en eau dans les tissus végétaux, du potentiel hydrique total et du potentiel osmotique accompagné par la perte de turgescence et la fermeture des stomates (**Braham, 1997**). L'ensemble de ces manifestations sont accompagnées par une baisse de la photosynthèse entraînant un ralentissement général des processus enzymatiques chez les végétaux d'où une croissance ralentie (**Büsis et al., 1998 ; Kasraoui et al., 2004**).

2.1.2. Effet du déficit hydrique sur l'aspect physiologique et agronomique de l'olivier :

En milieu semi-aride et aride, les pertes en eau par la transpiration chez l'olivier excèdent souvent la capacité d'absorption racinaire ce qui l'expose souvent à un déficit hydrique durant des périodes plus ou moins longues de l'année (**Boujnah, 1997**). Le déficit hydrique sévère peut provoquer une chute du potentiel hydrique et une perte de turgescence qui affectent l'ouverture des stomates (**Stoll, 2000**). Cependant, l'ouverture stomatique, est plus sensible au dessèchement du sol à travers les signaux chimiques transmis des racines vers les feuilles (**Blackman et Davies, 1985 ; Zhang et al. 1987**).

Au niveau cellulaire, le stress hydrique provoque la réduction des échanges gazeux, de l'assimilation du CO₂ et conduit à la réduction de la conductance stomatique suite à la fermeture des stomates (**Braham, 1997**) ainsi que l'abaissement du potentiel hydrique cellulaire.

Ce qui induit à une baisse de la photosynthèse entraînant un ralentissement général des processus enzymatiques chez les végétaux d'où une croissance ralentie **Tableau 4**. Des modifications morphologiques telles que l'abscission des feuilles (**Masmoudi et al. 2004**) et

des fruits ont pu être observées suite à des manifestations de stress ainsi qu'une augmentation de la fuite d'ions au niveau cellulaire.

Tableau 4: Effet du déficit hydrique sur la phénologie de l'olivier

hiver	<ul style="list-style-type: none"> -Différenciation des bourgeons à fleurs -Développement des bourgeons à fleurs -Sortie des bourgeons à bois -Début de croissance des pousses -Floraison 	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction du nombre des inflorescences -Augmentation de la proportion des fleurs incomplètes -Avortement des fleurs -Réduction de la croissance des pousses
printemps	<ul style="list-style-type: none"> -Nouaison -Grossissement des fruits -Allongement des pousses 	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction du nombre de fruits noués -Chute des fruits -Pousses peu allongées, et augmentation de l'alternance de production
Eté	<ul style="list-style-type: none"> -Sclérisation du noyau -Induction florale 	<ul style="list-style-type: none"> -Arrêt de grossissement des fruits -Chute des fruits
Automne	<ul style="list-style-type: none"> -Allongement des pousses -Grossissement des olives -Formation de l'huile -Accumulation des réserves 	<ul style="list-style-type: none"> -Fruits de petites tailles -Rapport pulpe/noyau faible -Baisse de rendement en huile -Réduction de l'accroissement des pousses -Floraison de la compagne suivante de moindre qualité

(Goldhamer et al)

2.1.3. Effet du déficit hydrique sur la photosynthèse :

Dans le cas d'un déficit hydrique modéré, la photosynthèse diminue chez la plupart des plantes chlorophylliennes et notamment l'olivier. Cette réduction est essentiellement due à la fermeture des stomates (Angelopoulos et al. 1996 ; Wahbi et al, 2005) mais si le stress hydrique progresse, la fixation du CO₂ photosynthétique est limitée par des contraintes biochimiques (Lawlar, 1995 ; Angelopoulos et al, 1996).

2.1.4. Effet du déficit hydrique sur la transpiration :

Lors d'un déficit hydrique, la diminution de la quantité d'eau disponible dans le sol entraîne un déficit en eau au niveau de la plante qui peut provoquer la mort de celle-ci. Au niveau cellulaire, le stress peut entraîner une augmentation de la concentration des solutés, un changement de la forme des cellules, une perte de la turgescence, la perturbation de l'intégrité des membranes et enfin la dénaturation des protéines (Gill et Tuteja, 2010). Les mécanismes d'adaptation au déficit hydrique vont dépendre de la sévérité du stress, de la sensibilité de la

plante, ou encore de son stade de développement. La perception du stress osmotique va se traduire par l'induction de nombreux gènes, en effet d'après (**Bacelar et al., 2006**) Ces différentes étapes qui peuvent être propres à chaque type de stress rendent compte de la complexité des phénomènes mis en œuvre.

Les protéines peuvent jouer le rôle d'osmosenseur, cela a été déjà mis en évidence chez les levures et semble de même exister chez les plantes supérieures. La seconde étape conduit à l'induction de gènes spécifiques qui vont entraîner la synthèse d'ABA (Acide abscissique) au niveau racinaire. Elle permettra la fermeture des stomates mais aussi la synthèse de phospholipase C, Map Kinases impliquées dans la transduction du signal pour l'activation de la synthèse des molécules protectrices des cellules (**Giorio et al., 1999**) (**Bacelar et al., 2006**).

2.1.5. Stratégies développées par les plantes face au stress hydrique :

Lorsque l'alimentation hydrique est interrompue, les végétaux sont caractérisés par une grande capacité de résistance à des variations importantes de la teneur en eau du sol (**Hireche 2006**). Les stratégies développées par les plantes pour faire face au manque d'eau peuvent être classées en trois catégories : l'évitement, la tolérance et l'adaptation (**Jones, 1992**).

On distingue :

- **L'esquive :**

La première façon d'éviter la sécheresse est l'esquive, qui est un changement dans la longévité du cycle phénologique de la plante. Elle permet à la plante de réduire ou d'annuler le stress hydrique en évitant que le stress ne se produise au cours d'une phase sensible ou critique (**Belhassen et al, 1995**). Le développement phénologique rapide avec une floraison précoce, permet à la plante d'éviter les périodes sèches. Cette stratégie appliquée aux espèces cultivées a amené à décaler la date de semis et/ou à sélectionner des variétés plus précoces permettant d'éviter les déficits hydriques de fin de cycle (**Attia, 2006**).

- **Evitement**

L'évitement est défini comme la capacité d'une plante à supporter une sécheresse en évitant une déshydratation des tissus, la plante conserve un potentiel hydrique foliaire élevé (**TURNER, 1990**), qui résistent aux fortes sécheresses par une légère modification de leur potentiel hydrique. Par ce biais, ces plantes maintiennent une hydratation tissulaire suffisante, assurant une fonction métabolique normale, soit en réduisant les pertes, soit en augmentant l'absorption d'eau. La réduction des pertes en eau passe par l'acquisition de dispositifs morphologiques ou anatomiques et par des modifications métaboliques qui permettent de limiter la transpiration et donc de maintenir un potentiel hydrique élevé dans le tissu pendant la contrainte.

La réduction des pertes en eau passe par l'acquisition de dispositifs morphologiques ou anatomiques et par des modifications métaboliques qui permettent de limiter la transpiration et donc de maintenir un potentiel hydrique élevé dans le tissu pendant la contrainte. Les principales modalités de réduction des pertes d'eau sont décrites par (**LEVITT, 1980**),

(MONNEVEUX et NEMMAR, 1986), (BENNADJI, 1989), (GHARTI-CHHETRI et LALES 1990).

▪ **La tolérance :**

La tolérance est la stratégie qui permet à la plante d'assurer ses fonctions physiologiques malgré une dégradation de son état hydrique. Le maintien de la turgescence lors d'un déficit hydrique permet de retarder la fermeture des stomates (**Passioura 1996**), de maintenir le volume chloroplastique et de réduire le flétrissement foliaire (**Blum et Ebercon, 1981 ; medrano et al., 2003**).

En outre, le maintien de la turgescence cellulaire est à base de la préservation de plusieurs fonctions physiologiques **Tableau 5** comme la photosynthèse, la transpiration, l'assimilation du carbone et l'élongation cellulaire (**Bammoun, 1997**).

Tableau 5: stratégies de réponse des plantes à la sécheresse et les mécanismes impliqués

L'esquive (l'accélération du cycle de vie)	L'évitement (Prévenir l'exposition au stress)		La tolérance (permettant à la plante de résister au stress)
Floraison précoce et/ou durée de croissance courte	Minimiser la perte d'eau	Minimiser la consommation d'eau	<u>Osmorégulation</u>
	Fermeture des stomates	Augmenter la prolifération de la racine en profondeur	Ajustement osmotique
	Glaucescence des feuilles	Racine profonde	Régulation stomatique
	Sénescence des feuilles les plus âgées		Diminuer le taux d'ABA et des ROS
	Réduction de la surface foliaire		

(Leonardis et al., 2012).

2.1.6. Les modalités d'adaptation de l'olivier face au stress hydrique

• **Adaptation morphologique**

Le climat méditerranéen est caractérisé par une période sèche plus ou moins longue en fonction de la latitude. Les végétaux ont développé de nombreuses adaptations

morphologiques pour faire face à ces périodes de rareté de la ressource en eau. Beaucoup d'entre elles sont dites "xérophiles" (xeros signifie sec en grec).

Braham, 1997 a démontré qu'un léger déficit hydrique améliore l'organogenèse racinaire chez l'olivier, assurant en conditions de contraintes hydriques un enracinement plus profond permettant une utilisation des réserves en eau des couches plus profondes. D'autre part, l'olivier s'adapte à ce déficit par le volume des racines, la surface des feuilles et la pause estivale dans son cycle végétatif (**Gaussorgues, 2009 ; Trabelsi, 2013**).

Egalement (**Li et al., 1990**) ont montrés que pendant les saisons sèches, la croissance des racines n'aura lieu que dans les zones profondes et que le rationnement de l'eau tout au long de ces saisons peut affecter le nombre, le diamètre et la profondeur des racines. Par contre les limitations sévères des apports en eau peuvent engendrer une réduction du système racinaire. En général, la croissance de la partie racinaire est beaucoup plus importante que la croissance de la partie aérienne en plus le rapport racine/tige augmente avec le déficit hydrique. Le stress hydrique induit une réduction des dimensions, touchant aussi bien les tiges que les feuilles. En effet, il affecte la taille de la feuille, sa forme et son orientation (**Dreyer et Mauget, 1986**). De même (**Boujnah, 1997**) a montré qu'un stress hydrique sévère appliqué chez l'olivier engendre une réduction de la surface foliaire de 10% par rapport à une culture non stressée.

- **Adaptation anatomique**

L'olivier est une espèce résistante au stress hydrique. Cette plante est en effet caractérisée par un certain nombre de mécanismes anatomiques qui lui permettent de préserver ses fonctions vitales, même dans des conditions très sévères. Parmi ces mécanismes, on citera l'aspect tomenteux (duveteux) de la face inférieure de la feuille, la conductance élevée des tissus, le nombre réduit de stomates (dont la densité est compris entre 200 et 700 par mm² et leur position en petites dépressions sur la face supérieure de la feuille qui contribue à limiter la transpiration, le diamètre réduit des vases; xylématiques qui permet à la plante un flux de transpiration (**Andria et al., 2007 Trabelsi, 2013**).

- **Adaptation métabolique**

La tolérance en cas de stress hydrique s'exprime par un maintien de la turgescence grâce au phénomène d'ajustement stomatique. Ce dernier est lié à l'accumulation au niveau de cytoplasme de certains solutés qui sont des ions inorganiques tels que le potassium et le nitrates, des sucres solubles, des acides aminés et des acides organiques (**Gaudilière et Barcelo, 1990**). Une synthèse d'amidon et du saccharose est stimulé durant les premiers jours du déficit hydrique et elle devient très faible si le stress se prolonge (**Bensari et al., 1990**).

- **Adaptation physiologique**

Sous l'effet de la chaleur, les plantes transpirent pour assurer la circulation des sèves, et/ou perdent de l'eau par évaporation. Cette évapotranspiration est fonction du rayonnement solaire et donc de la chaleur qui arrive à la surface de la terre. Ainsi, dans les régions méditerranéennes où les températures au sol peuvent être très élevées à la saison chaude, les plantes ont développé au cours de l'évolution des stratégies pour conserver l'eau, minimiser ou éviter l'évapotranspiration.

L'adaptation de l'olivier soumis aux conditions de déficit hydrique dépend de sa capacité à percevoir le stress, générer et transmettre le signal aux différentes parties de la plante et à initier un ensemble de modifications physiologiques et chimiques (**DASSA-GIRARD, 1987**). On peut citer :

- ❖ **La régulation stomatique**

Lorsqu'un déficit hydrique survient, la réduction de l'ouverture stomatique permet de préserver rapidement l'état hydrique de la plante, mais s'accompagne d'une réduction des échanges gazeux et, par voie de conséquence, de la photosynthèse. Le degré de fermeture et d'ouverture des stomates varie avec les espèces végétales et peut être total ou partielle.

Chez certaines espèces, dès que le déficit hydrique s'installe, un flétrissement des feuilles se manifeste. Chez d'autres, le flétrissement foliaire n'apparaît que dans des conditions extrêmes de sécheresse (**GHARTI-CHHETRI et LALES, 1990**). Le principe de fonctionnement des stomates repose essentiellement sur les variations du potentiel de turgescence dans les cellules de garde. Celles-ci sont déterminées par de nombreux facteurs dont certains sont liés à l'environnement et les autres à la plante elle-même. (**BEN NACEUR, 1994**).

Par exemple, l'obscurité entraîne généralement, la fermeture des stomates sauf chez les plantes à métabolisme photosynthétique du type CAM, qui ouvrent leurs stomates la nuit et les ferment le jour. Il s'agit d'une adaptation de ces plantes aux conditions d'aridité. Les réponses stomatiques au stimulus lumineux varient selon l'espèce, le stade de développement de la feuille et des conditions de culture. Le teneur en CO₂, la température, la photopériode et l'humidité relative de l'air sont des facteurs tout aussi importants que le déficit hydrique et la lumière, qui influencent, eux aussi, le fonctionnement stomatique.

- ❖ **Ajustement osmotique**

L'ajustement osmotique est l'un des mécanismes essentiels de l'adaptation aux contraintes hydriques. Il est assuré par l'accumulation de solutés compatibles dans la cellule comme des ions minéraux (K⁺...), des acides aminés comme la proline, des sucres et leurs dérivés alcool comme le fructose, glycérol et le mannitol (**Shabala et al, 2005**). Ces solutés peuvent être accumulés à de fortes concentrations dans le cytoplasme sans perturber le métabolisme

cellulaire. Leur présence est primordiale pour maintenir la conformation des macromolécules. Ils jouent donc le rôle d'osmoprotecteurs.

2.2 Stress salin et ses effets sur les plantes :

2.2.1. Origine de la salinité :

La salinisation est l'un des processus majeurs qui contribuent à la dégradation des terres agricoles (**Boualla et al, 2012**). C'est la quantité des sels solubles qui se trouve en excès dans le sol (**Chesworth, 2008**). Les sels solubles englobent une large gamme d'anions et de cations présents dans le sol soit sous forme cristallisée, soit sous forme dissoute dans la solution du sol, soit sous forme adsorbée sur la surface des colloïdes (**Douaik, 2005**).

Dans les régions arides et semi arides, la salinité constitue une contrainte majeure à la productivité et au développement agricole (**Rozema and Flowers, 2008 ; Abdel Latef, 2010**). Actuellement, sur 1.5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel. Ce chiffre ne cesse d'augmenter d'une année à l'autre suite à la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation, à l'intensification des cultures (**Ghassemi et al, 1995**) et à l'utilisation démesurée des fertilisants chimiques chez plusieurs espèces cultivées.

Le problème de la salinité a été étudié sur le plant agronomique (**Zekri, 1993 ; Ruiz et al, 1997**), biochimique (**Cerezo et al., 1997**) et moléculaire (**Gueta-Dahan et al., 1997**). Le sel entraîne une réduction de la quantité de l'eau disponible dans le sol (piégeage des molécules d'eau par les ions) **Figure 8**. Les niveaux de tolérance à la salinité sont très variables entre plantes (**Rabie et Almadini, 2005**).

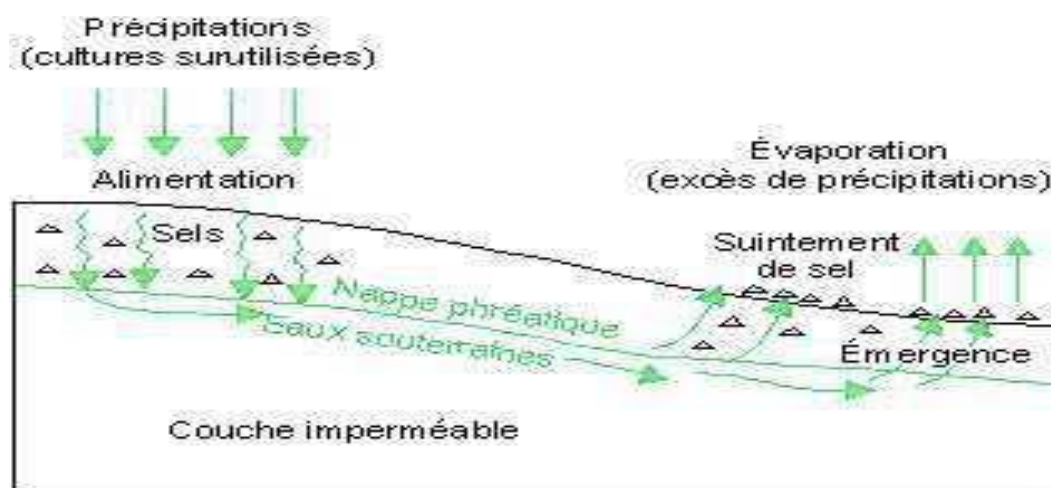


Figure 8: mécanisme de formation des sols salés (Teggar, 2016).

Le stress est fondamentalement un concept de mécanique, définie comme étant une force exercée par unité de surface est : « une force ou une influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner ». Cette définition est subjective et vraie en fonction des espèces et même des écotypes (**Hopkins, 2003**). En trouvent deux genres de salinisation :

- ✓ **Salinisation primaire** : La salinité primaire résulte de l'accumulation des sels dans le sol à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans.
- ✓ **Salinisation secondaire** : D'origine anthropique, résultant des activités humaines, notamment l'irrigation avec des eaux chargées de sels (**Munns et al, 2006**). Il s'agit d'une contamination du sol, par des apports extérieurs comme les eaux chargées de sels solubles (de la nappe phréatique salée ou de l'irrigation par des eaux plus ou moins salines) (**Aubert et Boulaine, 1980**); fertilisation chimique excessive est une contrainte en agriculture.

2.2.2. Effet de la salinité sur les plantes :

La salinité entraîne une réduction de la capacité des plantes à absorber l'eau, une chute des potentiels hydrique foliaire et osmotique (déshydratation cellulaire (**Hamdia et Shaddad, 2010 ; Joseph et Jini, 2011**)). Elle provoque aussi un déséquilibre de la balance ionique (accumulation des ions Cl⁻) qui induira une toxicité importante dans le cytoplasme (**Joseph et Jini, 2011**), la réduction de flux d'assimilats vers les tissus méristématiques en croissance et une diminution des matières fraîche et sèche au niveau des feuilles, mais aussi au niveau des tiges et des racines (**Hernandez et al, 2000**).

Une réduction des teneurs en chlorophylle (**Meloni et al., 2003**) suite à l'augmentation des teneurs des chlorures à des doses toxiques aux niveaux des vieilles feuilles, associée à l'augmentation de la résistance stomatique, va entraîner une diminution de l'activité photosynthétique et sera à l'origine de la réduction de la croissance (**Munns, 2002**). Cette réduction de la teneur en chlorophylle ne peut être perçue qu'à partir de vingt jours de stress salin.

En effet, la salinité est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en interférant avec le prélèvement de certains éléments essentiels comme le potassium et le calcium et ceci soit par substitution, soit par compétition au niveau des sites d'absorption membranaire. De plus, l'augmentation de NaCl diminue l'absorption du potassium et du calcium et interfère avec leurs fonctions physiologiques. Par conséquent, la capacité des génotypes à maintenir des niveaux plus élevés de K⁺ et de Ca⁺⁺ et de faibles niveaux de Na⁺ dans les tissus est l'un des mécanismes clés contribuant à l'expression de la tolérance au sel. La capacité des génotypes à expulser l'Na⁺ à partir des racines dans le milieu de croissance et à maintenir un ratio K⁺ / Na⁺ élevé est une expression de la tolérance au sel (**Zhu, 2002**).

2.2.2.1. Effet de la salinité sur la croissance et le développement de plants :

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et celle-ci s'arrête si la concentration du sel augmente (**Wang et Nil, 2000**). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**Chartzoulakis et Klapaki, 2000**). La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire, (**Mohamed et al, 1998**) ayant travaillé sur le suivi de la tomate montre une nette diminution de la croissance de la plante face à une salinité élevée.

Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire/partie aérienne cette constatation a été soulevée par (**Meloniet al., 2001**) sur le développement de coton en milieu salin.

2.2.2.2. Effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante :

Dans des conditions salines, il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la protéosynthèse (**Reynolds et al, 2001**). Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (**Alem et Amri, 2005**).

Selon (**Hadjadj, 2009**), l'accumulation des Sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes stressées. D'autre part, (**Aspinal et Pale, 1981 ; in Aguenral ,2001**), signalent que la Proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin. L'importance de cet acide aminé comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions sol, vacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH (**Alem et Ameri ,2005**).

2.2.2.3 Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante :

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. Par conséquent, la glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés. De même que l'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium sont également réduits (**Alem et Amri, 2005**).

2.2.2.4 Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques

Le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin. Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber sous l'effet du stress salin (**Agastianet al, 2000**). Par contre, (**Wang et Nil ; 2000**) ont rapporté que la chlorophylle augmente sous les conditions de salinité chez

Amaranthus. Chez *Grevilea*, la chlorophylle et les caroténoïdes diminuent significativement sous le stress salin, mais. Les pigments anthocyaniques augmentent significativement dans ce cas de stress salin (**Parida et Das, 2005**).

Les solutés accumulés sont très variés et appartiennent à diverses familles biochimiques comme les acides aminés (proline, arginine, etc.), les amides (glutamines et asparagine), les polyamines, les acides organiques (citrate, malate, etc.), les sucres (saccharose, pinitol, sorbitol, mannitol, glycérol). **Figure 9**, les amines quaternaires (glycine-bétaine) et les sels minéraux (K^+ , Na^+ , Cl^-).

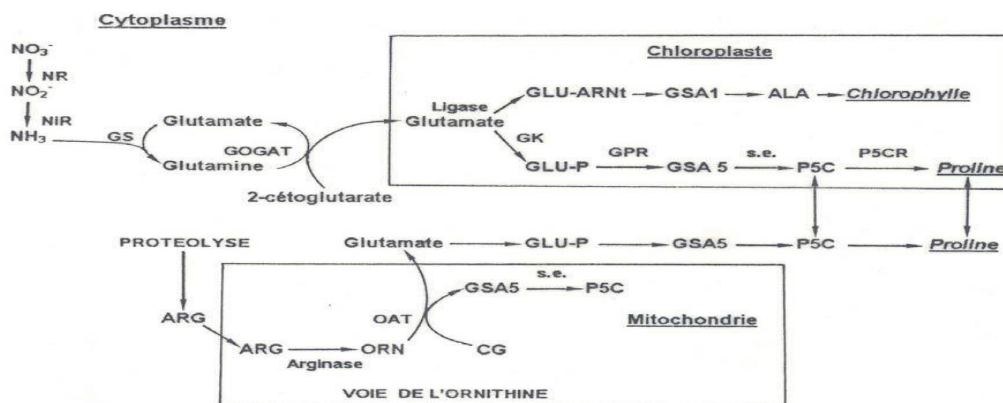


Figure 9: Interconnexion des voies de biosynthèse de la chlorophylle et de la proline.

Concernant l'ultra-structure du chloroplaste, chez les plantes traitées avec le NaCl, la microscopie électronique a montré que la structure du thylacoïde devient désorganisée, le nombre et la taille des plastoglobules augmentent et le taux d'amidon diminue (**Hernandez et al. 2000**). Les membranes des thylacoïdes sont gonflées et la plupart sont altérées sous un stress salin sévère selon (**Mitsuya et al, 2000, Parida et Das, 2005**) dans le mésophylle de la patate douce (*Ipomaea batatas*).

2.2.3. La Résistance à la salinité :

Comme pour le stress hydrique il y a un mécanisme de résistance pour le stress salin :

✓ L'exclusion

C'est l'accumulation d'éléments toxiques dans les organes souterrains afin d'éviter leur accumulation dans les organes aériens pour certains végétaux, (**Peterson, 1981 in BAHRLS, 1995**). Ce phénomène est bien connu chez les halophytes qui secrètent de NaCl en forme de cristaux traces à la surface des feuilles lors des jours ensoleillés (**Batamouny, 1993**). L'exclusion du Na^+ se fait selon un mécanisme qui restreint l'absorption racinaire du Na^+ en diminuant la perméabilité des cellules racinaires au Na^+ et d'autre part, par l'exclusion du Na^+ par la membrane plasmique des tissus conducteurs lors de l'échange K^+ / Na^+ .

✓ **La Sélectivité**

Les tissus foliaires de *Avicennia marina* (halophytes) ont des différentes doses de K^+ et de Na^+ , à une concentration de 100mM, le taux d'absorption en K^+ augmente par rapport au témoin (10mM) et à une concentration de 500mM de sodium le taux d'absorption en K^+ est resté constant, c'est un mécanisme de sélectivité. (**Batamouny, 1993**).

✓ **L'Excrétion**

Certaines plantes absorbent les éléments toxiques, mais ils excrètent à la surface de leurs organes aériens sous forme des sels, (**Batamouny, 1993**), telles que les plombaginacées, Tamarix et Sparthe. L'appareil excréteur est formé de cellules épidermiques (cas des Thalassi), de glandes sécrétrices spécialisées (spartina) ou de poils sécréteurs (Atriplex).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel et méthodes

1. Objectif :

Pour ce travail préliminaire, l'objectif est de tester les aptitudes de tolérance aux stress abiotique de six variétés d'olivier autochtones (*Olea europaea* L. *subsp. europaea*) élevées en hors sol.

Durant cette étude nous avons suivi le comportement de ces variétés en appliquant :

- Un stress salin à différentes doses salées (0, 50, 100 et 200 mMole de NaCl).
- Un stress hydrique pour montrer l'apport optimal d'eau des jeunes plants d'oliviers ainsi que la tolérance de cette espèce. L'essai a été effectué par l'application de trois régimes hydriques (50%, 75%, 100%).

2. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation est représenté par 6 variétés obtenues à partir de boutures semi ligneux de l'olivier (*Olea europaea* L.), originaire de la collection national d'olivier de la ferme de démonstration de l'ITAF. **Figure 10**, Takreit, Sidi Aich, Wilaya de Bejaia dont 5 variétés autochtones (**Azeradj, Ferkani, Limli, Langue de Meliana et Sigoise**) et une variété espagnole (**Arbequina**).



Figure 10: vue d'ensemble des plants après transplantation (sous serre),
(source personnelle, 2022)

3. Lieu d'expérimentation :

Les essais expérimentaux ont été menés au niveau de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne (ITAFV) situé à Tessala El Merdja (Alger), sous serre en conditions contrôlés à partir du mois de janvier 2022.

Le dosage et les analyses des paramètres morfo-physiologiques ont été effectués au niveau du laboratoire de recherche ITAFV **Figure 11** et les analyses biochimiques ont été faites au sein du laboratoire de recherche de Département de biotechnologies et de l'agro-écologie (SNVBlida).



Figure 11: Localisation des serres de l'ITAFV Tessala El Merdja, (Alger)(Anonyme, 2022)

4. conduite de l'essai

Les plants enracinés sont traités à l'hormone AIB pour stimuler l'enracinement ont été élevés en conteneurs de 5 litres puis transplantés le 1^{er} Février 2022 dans des conteneurs de 12 litres préalablement lavés plusieurs fois et dont le fond a été couvert d'une couche de gravier afin d'assurer un bon drainage. Le substrat est constitué de 1/3 de tourbe, 1/3 de terre fraîche (tamisée) et 1/3 de sable de rivière **Figure 12**.



Figure 12: préparation des pots

Les essais ont été conduits en hors sol et sous serre pour un meilleur contrôle des conditions expérimentales tout en évitant les contraintes externes.



Figure 13: Vue générale de plantes repiquées sous conditions semi-contrôlées

Pour accélérer le développement des jeunes plants, ils ont subi des forçages par une solution nutritive selon la formulation (KNOP) préalablement préparée au laboratoire de d'amélioration de l'ITAFV, Figure 13 par une fréquence d'une fois par semaine et cela pendant quatre mois avant la phase d'application de stress : depuis le 28/06/2022 jusqu'à le 07/09/2022

5. Méthodologie adoptée :

Les mesures de doses d'irrigation ont été effectuées pour déterminer avec précision l'ETm (évapotranspiration maximale) d'un échantillon représentatif de plant, pour calculer les doses à administrer pour chaque niveau de stress.

5.1 Détermination de la dose d'irrigation :

La dose d'irrigation a été déterminée pour un échantillon représentatif de plant par le calcul de la valeur l'évapotranspiration maximale (ETm).

$$\text{ETm} = \text{dose d'irrigation} - \text{drainage}$$

5.2 Analyses physico-chimiques de substrat :

Pour déterminer les caractéristiques du sol des prélèvements au hasard ont été réalisés au niveau du sol, les échantillons ont été prélevés, séchés à l'air libre, broyés et tamisés

Préalablement puis analysés. Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire du département de Productions Végétales de l'ENSA.

5.3 Entretien des plants :

Après la mise en place de l'essai des opérations d'entretien ont été réalisées, telles que l'irrigation, le désherbage manuel et le traitement phytosanitaire .Pour le stress salin le sel a été ajouté progressivement à l'eau d'irrigation pour éviter le choc osmotique jusqu'à ce que la concentration finale ait été atteinte.

5.4 Etablissement de Dispositif expérimental :

L'expérience a été menée en plan factoriel complètement randomisé (randomisation totale) Avec quatre répétitions (un plant), pour les deux essais **Figure 14 et15**.

V1T3	V1T1	V2T1	V4T1	V2T0	V2T2
V3T3	V3T2	V3T1	V1T2	V4T0	V5T3
V2T2	V6T2	V5T2	V5T3	V3T2	V3T0
V6T1	V2T0	V1T3	V1T1	V2T2	V5T3
V1T0	V2T3	V5T2	V3T2	V1T2	V2T1
V6T2	V6T1	V2T2	V2T1	V3T0	V4T0
V6T0	V1T0	V3T3	V1T2	V5T2	V2T0
V4T1	V3T2	V5T1	V4T0	V1T3	V2T1
V6T0	V1T2	V2T3	V5T1	V5T2	V4T2
V6T1	V4T1	V5T3	V2T0	V4T3	V1T0
V6T2	V2T1	V4T0	V5T1	V4T2	V4T3
V3T1	V5T0	V1T3	V6T2	V1T1	V5T0
V6T1	V4T2	V5T1	V2T3	V5T0	V3T3
V6T0	V3T0	V1T1	V6T3	V5T0	V3T3
V3T3	V6T3	V5T0	V3T1	V6T3	V3T0
V6T3	V4T3	V4T0	V1T0	V6T0	V3T1

Figure 14 : Dispositif expérimentale randomisation totale de stress salin

V2D2	V5D2	V6D0	V3D2	V5D2	V2D2
V4D2	V2D1	V1D0	V4D2	V2D0	V5D1
V6D0	V6D2	V1D1	V5D2	V6D2	V4D0
V6D2	V2D2	V5D0	V2D0	V3D1	V1D1
V1D2	V1D0	V5D1	V2D1	V6D0	V6D1
V6D1	V4D1	V4D0	V6D1	V5D1	V1D2
V3D0	V1D2	V2D1	V1D1	V3D0	V5D2
V3D2	V4D1	V2D0	V4D2	V3D1	V4D0
V4D2	V1D0	V4D1	V6D1	V5D0	V4D1
V5D0	V3D1	V3D2	V3D0	V5D1	V2D1
V1D1	V1D2	V6D2	V2D2	V3D1	V3D2
V1D0	V2D0	V3D0	V4D0	V5D0	V6D0

Figure 15: Dispositif expérimentale randomisation totale de stress hydrique

5.4.1 Stress salin :

Les facteurs étant :

Facteur F1 se rapportant aux variétés (six variantes)

- V1 :Azaredj
- V2 : Ferkani
- V3: Limli
- V4: Langue de Meliana
- V5: SIgoise
- V6: Arbequina

Facteur F2 représentant les traitements salin (quatre niveaux)

- T0 (0 mM) de NaCl (témoin)
- T1 (50 mM) de NaCl
- T2 (100mM) de NaCl
- T3 (200mM) de NaCl

Pour chaque variété nous avons 4 Traitements et 4répétitions soit un total de 96 plants

L'arrosage avec l'eau saline est effectué une fois tous les 7 jours (arrosage hebdomadaire).

5.4.2 Stress hydrique

Les facteurs étant :

Facteur F1 se rapportant aux variétés (six variantes)

- V1 :Azaredj
- V2 : Ferkani
- V3: Limli
- V4: Langue de Meliana
- V5: Sigoise
- V6: Arbequina

Tableau 6: Différentes doses d'irrigations appliquées

Dose	Dose d'irrigation (ml)	Niveau (%)
D0	1200	100
D1	900	75
D2	600	50

Facteur F2 représentant les niveaux de stress (3 niveaux)

Pour chaque variété nous avons 3 traitements et quatre répétitions soit un totale de 72 plantes. L'arrosage est effectué une fois tous les 7 jours (arrosage hebdomadaire).

6. Paramètres évalués :

L'effet de ces deux stress abiotiques a été estimé en évaluant durant 3mois d'exposition, les réponses morpho-physiologiques et biochimiques

6.1 Paramètres morphologiques :

- Hauteur de la tige : afin d'étudier l'effet de stress sur la croissance des plants, des mesures ont été réalisées chaque mois du stress, à l'aide d'un mètre ruban du collet jusqu'au bourgeon terminal
- Nombre de ramification primaires et secondaires : pour évaluer la capacité des plants à émettre des pousses sous l'influence de stress
- Longueur des ramifications primaires et secondaires : chaque mois, nous avons procédé aux mesures de la longueur des ramifications du point d'insertion sur la tige jusqu'à l'extrémité apicale
- Nombre de feuilles par plant, par type de ramification primaire et secondaire : par comptage du nombre de feuilles et par ramification secondaires pour chaque mois.

Ce critère indique le degré de tolérance et/ou résistance au stress en fonction du nombre de feuilles perdues ou émises

- Surface foliaire : la surface foliaire (S) est déterminée selon la formule décrite par **Bezzala en 2005**.

$$S = (\pi * a * b) / 4$$

S: Surface foliaire

a : longueur du limbe (cm).

b : largeur du limbe en (cm).

6.2 Paramètres biochimiques :

• 6-2-1-Dosage des pigments chlorophylliens

Nous avons utilisé la méthode de (**FRANCIS, 1970**) qui consiste à une macération de 100mg de tissus foliaire dans un mélange de l'acétone et l'éthanol (75% et 25% de volume soit 80% et 40% de concentration). Les feuilles sont fragmentées et mises dans des tubes fermés pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière. Les tubes sont mis au repos à la température ambiante pendant 48 heures. Après le temps de repos, la lecture de la densité optique des solutions est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à deux longueurs d'onde ; 663nm pour la chlorophylle (a) et 645nm pour la chlorophylle (b).

La détermination des teneurs de chlorophylles se réalise selon les formules suivantes :

$$\text{Chl (a) } (\mu\text{g/g MF}) = [12,7 \times D_{0(663)} - 2,59 \times D_{0(645)}] \times V / 1000 \times W$$

$$\text{Chl (b) } (\mu\text{g/g MF}) = [22,9 \times D_{0(645)} - 4,68 \times D_{0(663)}] \times V / 1000 \times W$$

V : volume de la solution extraite ; W : poids de la matière fraîche Do : densité optique
MF : matière fraîche

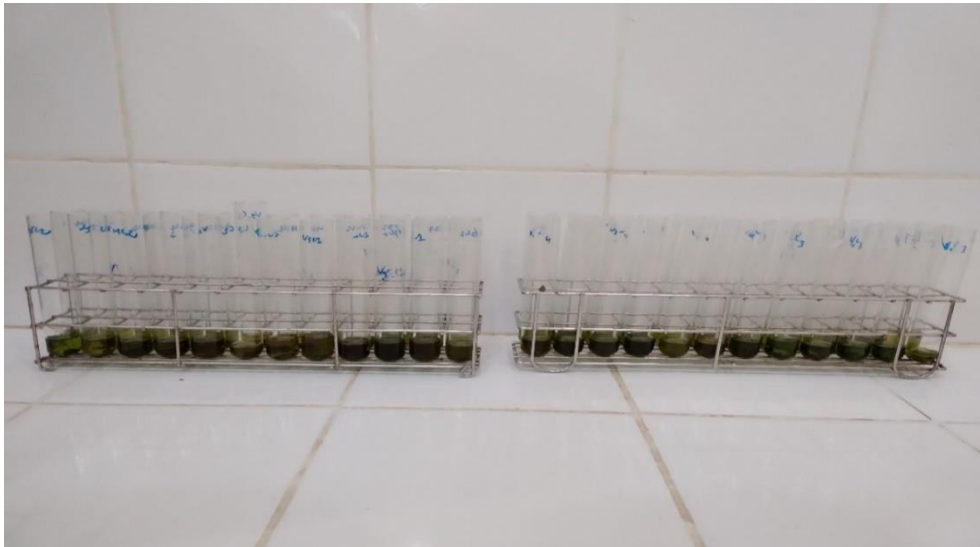


Figure 16: Préparation des analyses de chlorophylle

- **6.2.2 Dosage des sucres solubles :**

La méthode utilisée pour le dosage des sucres solubles est celle de **DUBOIS, (1956)** elle consiste par une macération de 100mg de matière fraîche dans 2 ml de l'éthanol à 80% de concentration. Une incubation pendant 48h les essais mis en bain marie jusqu'à l'évaporation de l'alcool. Après refroidissement on fait sortir les tubes, on les complète jusqu'à 20ml avec l'eau distillée. On prend 1ml de solution puis on ajoute 1 ml de phénol à une concentration de 5 % et 5ml d'acide sulfuriques concentrée (H_2SO_4 à 99%).

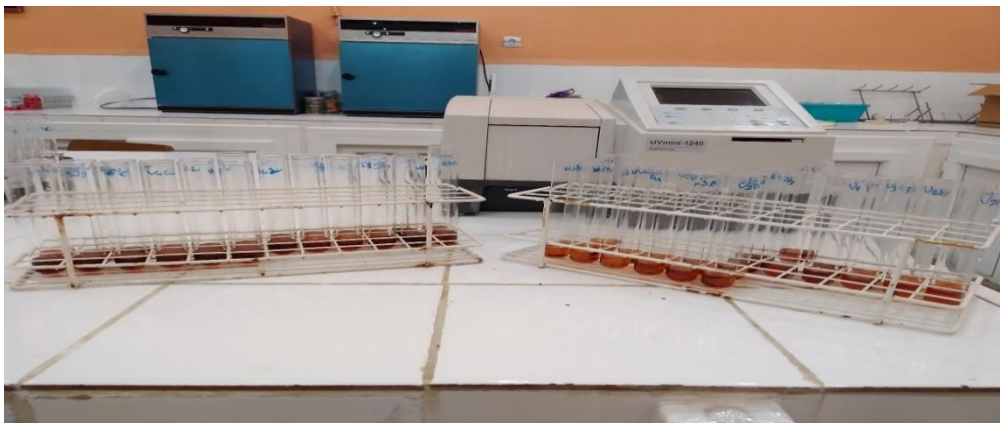


Figure 17: Dosage des sucres solubles avant la lecture

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Sucre solubles } (\mu\text{g/g MF}) = \text{DO}_{(490)} \times 1.657$$

- **6-2-3 Dosage de proline :**

Il est réalisé selon la méthode de (**Troll et Lindsley , 1955**) améliorée par (**Lahrer et Magne** cité par **Leport ,1992**).

On prend 100mg de matériel végétal sur le tiers médian de l'avant dernière feuille et on ajoute 2 ml d'éthanol à 40% puis on chauffe, au bain marie à 85c°. Pendant 1 heure on prélève 1 ml d'extrait mélangée avec 1 ml d'une solution composée [d'eau distillée (120 ml, d'acide acétique (300 ml) et d'acide ortho phosphorique (80ml)], 2ml d'acide acétique et 25mg nihydrine, puis on chauffe de nouveau au bain marie à une température 100c° pendant 30 min. on laisse refroidir puis on ajoute 5 ml de toluène on mélange à l'aide d'un vortex. On laisse reposer. On ajoute à la phase supérieure 0.5mg de (Na₂SO₄) la densité optique est lue à 528 nm au spectrophotomètre.



Figure 18: Dosage de proline avant la lecture

La proline est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Proline } \mu\text{g/g MVF} = \text{DO}_{528} \times 0.62$$

6.3 Paramètres physiologiques :

- **6.3.1 Teneur relative en Eau (TRE) :**

Elle a été réalisée, Selon la méthode de **Barrs, (1968)** : qui consiste à couper les feuilles échantillonnées, elles sont ensuite pesées immédiatement pour obtenir leurs poids frais (PF). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placées à l'obscurité dans un endroit frais. Après 24h les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids constant de la pleine turgescence (PT).

Les échantillons sont enfin mis à l'étuve régler à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec (PS).

La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante la formule de (**Clarke et McCaig, 1982**) :

$$\text{TRE}(\%) = ((\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS})) \times 100$$

Où :

TRE = teneur relative en eau foliaire (%)

PF = poids de la matière fraîche foliaire (mg)

PS = poids de la matière sèche foliaire (mg)

PT = poids de la matière turgide foliaire (mg)

- **6-3-2-Stabilité membranaire :**

La stabilité membranaire est déterminée par la mesure de la perméabilité d'électrolytes libérés quand la membrane a subi un choc osmotique. Le protocole suivi est celui décrit par **Blum et Ebercon (1981)** :

Les trois feuilles échantillonnées pour cette mesure sont lavées à trois reprises par de l'eau distillée afin, d'éliminer les électrolytes qui adhèrent à leurs surfaces puis, découpées en des segments de 1 cm de long. Ces segments foliaires sont mis à incuber à l'obscurité, dans des tubes à essai contenant 10 ml d'eau distillée pendant, 24 heures à température ambiante.

La conductivité est mesurée par un conductimètre. Après la première mesure (C1), les tubes à essai contenant les échantillons sont autoclavés pendant 15 min afin, de détruire les tissus des feuilles qui libèrent les électrolytes. Après refroidissement, la deuxième lecture de la conductivité (C2) est effectuée.

Ces deux mesures sont réalisées séparément pour l'ensemble des échantillons des différents niveaux de traitements. La première lecture réalisée correspond à la perte d'ions par les tissus végétaux, alors que la seconde lecture correspond à la conductivité des ions totaux présents dans les tissus végétaux.

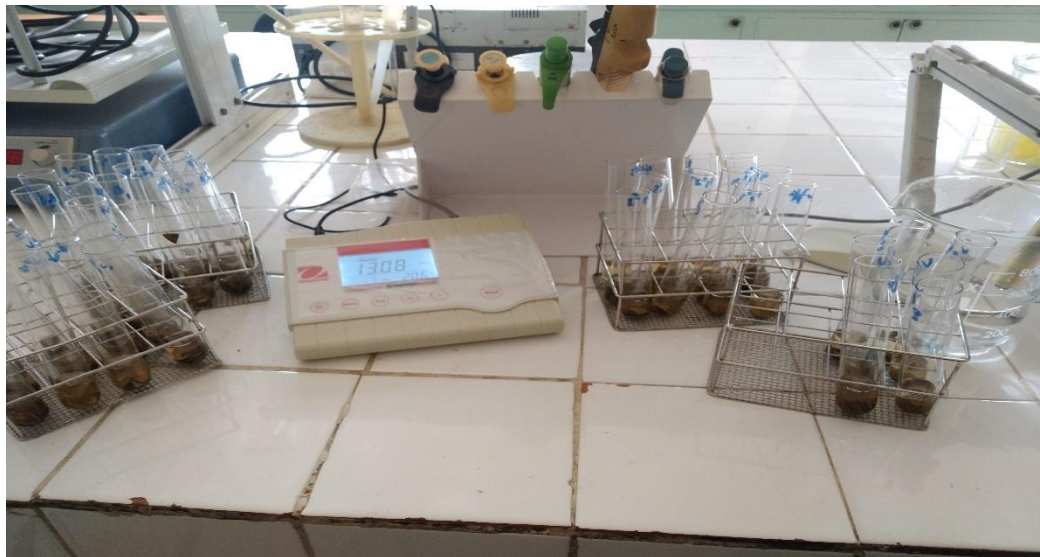


Figure 19: lectures de la stabilité membranaire par la conductimètre

La stabilité membranaire est calculée selon la formule mentionnée par (**Dacosta et al ,2004**).

$$\text{CMS}(\%) = (C1/C2) \times 100$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Résultats Et Discussion

1. Résultats du stress Salin :

1.1. Paramètres morphologique :

1.1.1 Hauteur de la tige principale :

Les résultats obtenus de la hauteur moyenne des tiges chez les 6 variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis à vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différentes concentrations de sel appliquées durant les 03 mois de croissance **figure20**

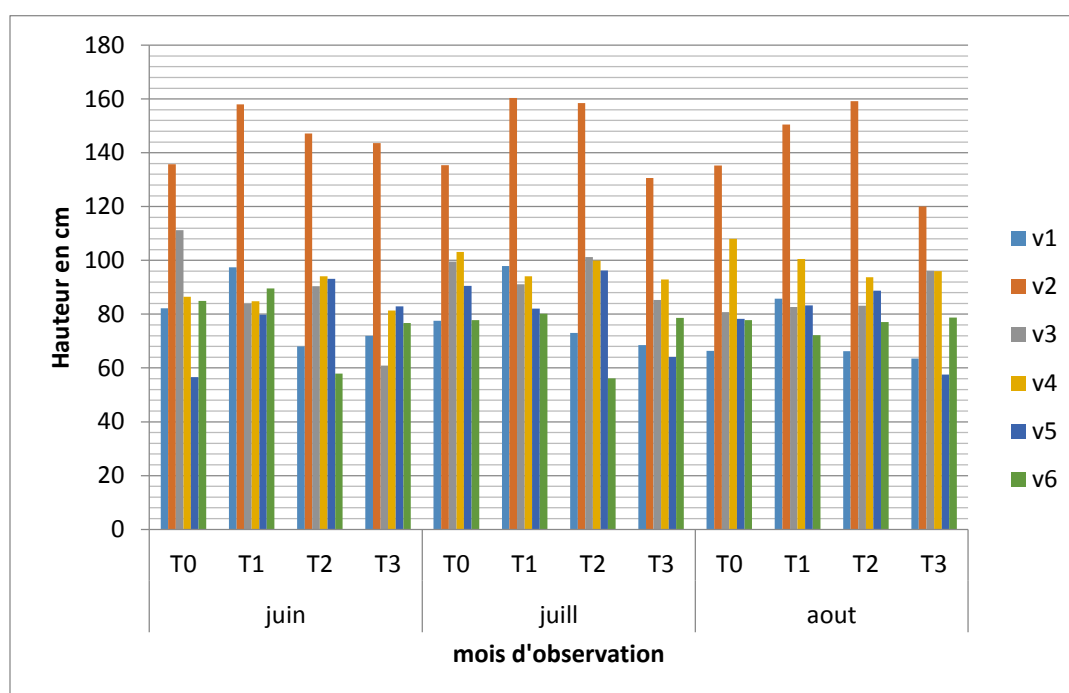


Figure 20: Evaluation de la hauteur moyenne des tiges

Selon la figure, les plantes témoin non stressé T0 (témoin) ont connu une augmentation de la hauteur de la tige principale pour toutes les variétés étudiées, cette augmentation varie selon les variétés, la plus importante est celle obtenu chez la variété Langue de Meliana (V4) qui est passé de 85cm à 108 cm soit un accroissement de 23cm durant les 3 mois.

Pour les plants modérément stressé, T1 (50mMol), T2 (100mMol) une légère augmentation de la hauteur de la tige principale a été enregistrée pour l'ensemble des variétés, l'accroissement le plus important a été enregistré chez la variété Langue de Meliana (V4) qui passe de 85 à 101cm soit un accroissement de 16 cm.

Pour les plantes sévèrement stressé T3 (200 mMol) on remarque une diminution de la croissance pour l'ensemble des variétés comparées avec la variété Arbiquina (V6) où on a observé une hauteur stable.

1.1.2 Longueur des ramifications :

Les résultats obtenus de la longueur moyenne des ramifications chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis à vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différentes concentrations de sel appliquées durant les 03mois de croissance **figure 21**.

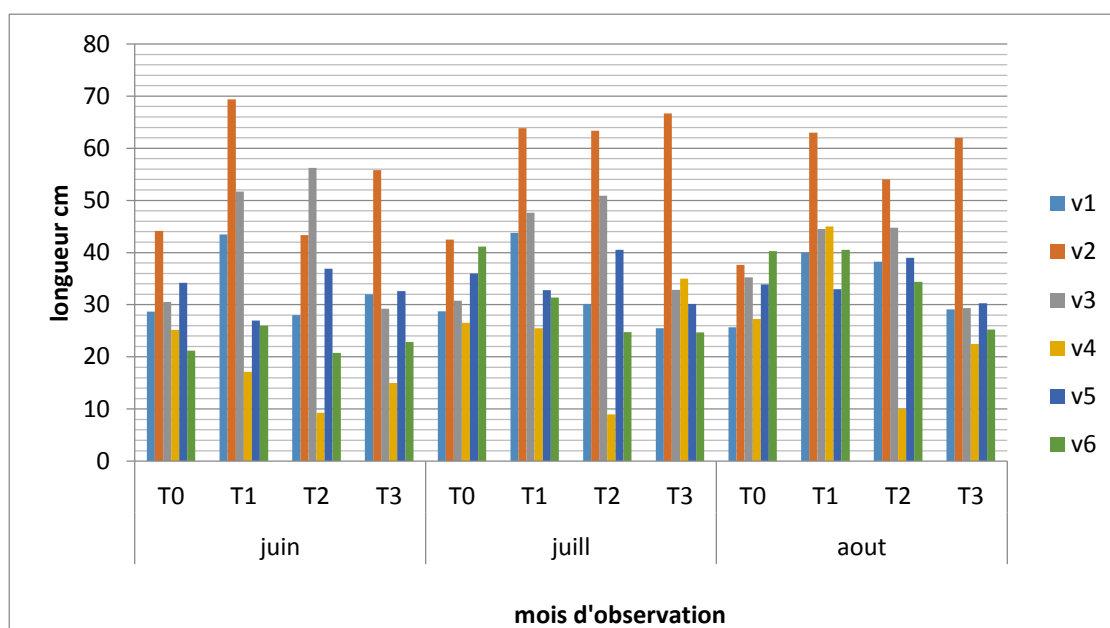


Figure 21: Evaluation de la longueur moyen de la ramification

D'après la figure les plants non stressé (T0) ont enregistré une augmentation de la longueur pour toutes les variétés étudiés. Cette augmentation varie selon les variétés la plus important est celle obtenu chez la Arbuquina (V6) qui a passé 26 à 40 cm soit une augmentation de 14cm.

Pour les plantes modérément stressées à un apport d'une solution saline concentrée à 50% (T1) l'ensemble des plantes ont montré une légère élongation sauf pour la variété Langue de Meliana (V4) qui a montré une augmentation remarquable qui a passé de 26 à 45cm soit un accroissement de 19cm (pendant 3 mois).

Pour les plantes dont la concentration en sel est plus élevée (100et 200 mmol) (T2 etT3) nous avons remarqué une légère diminution de la hauteur de la ramification pour l'ensemble des variété étudié : Azeradje, Ferkani, Limli , Langue de Meliana et Arbequina.

1.1.3 Nombre de feuille pour les tiges principales

Les résultats obtenus de nombre moyenne des feuilles chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis à vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différentes concentrations de sel appliquées durant les 03mois de croissance **figure 22**

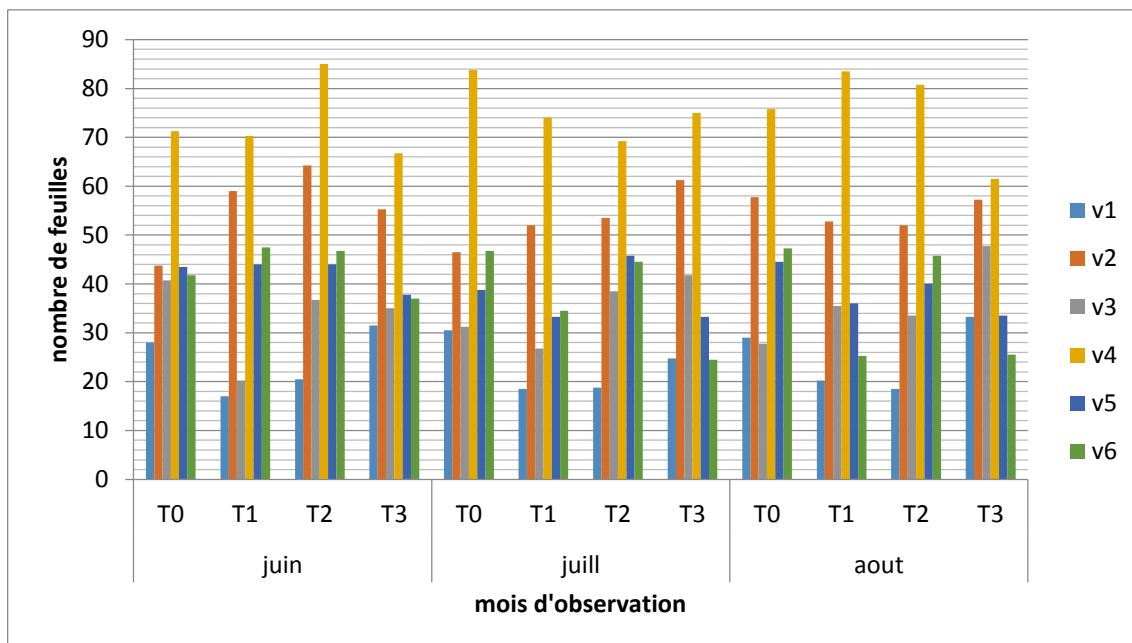


Figure 22: Evaluation de nombre moyen de feuille

Les résultats obtenus du nombre de feuilles de la tige pour l'ensemble des variétés ont marqué une faible chute des feuilles pour toutes les concentrations durant cette période, la chute notable est celle de la variété Arbiquina (V6) qui a passé de 37 à 26 soit une chute de 10 feuilles.

1.1.4 Nombre de feuilles pour les ramifications :

Les résultats obtenus des nombre moyennes des feuilles par ramification chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis à vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différentes concentrations de sel appliqués durant les 03mois de croissance **figure 23**

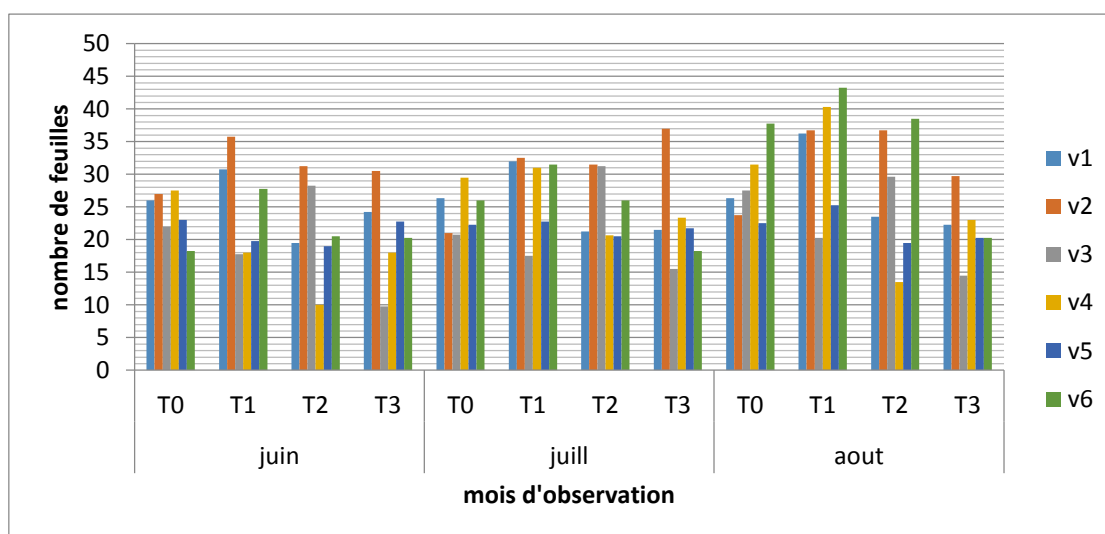


Figure 23: Evaluation de nombre moyen des feuilles de la ramification

Après l’histogramme nous remarquons un accroissement normale de nombre des feuilles chez l’ensemble des variétés pour les concentration T0,T1,T2 et T3 avec une légère augmentation pour la variété arbiquina (V6) qu’était passé de 28 à 43,soit une augmentation de 15 feuilles avec la concentration T1

Tous les plantes subi à une concentration T3 n’ont montré aucune variation au niveau du nombre des feuilles

1.1.5 Surface foliaire :

Les résultats obtenus de la surface foliaire chez les six variétés d’oliviers étudiées ont donné des variations vis à vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différentes concentrations de sel appliqués durant les 03 mois de croissance .**figure 24.**

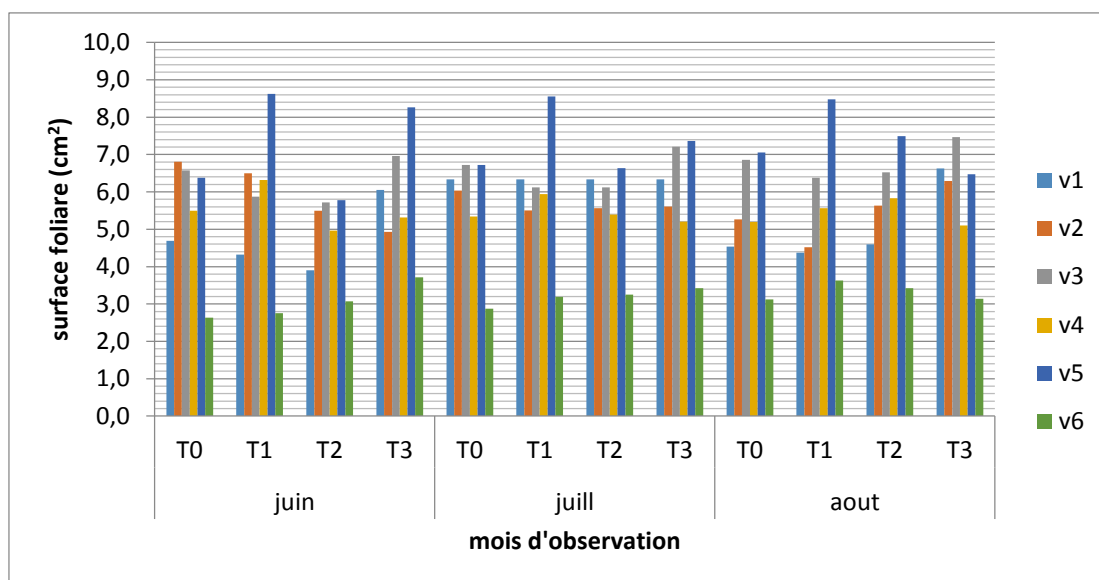


Figure 24: Evaluation de la surface foliaire moyenne

Après les résultats obtenu avec les concentrations T0, T1 et T2, on observe que la surface foliaire est stable pour l’ensemble des variétés .et une faible diminution pour la variété Limli (V3) qui a passé de 8.3à 6.5 cm²soit une réduction de 1.7cm²avec la concentration T3.

1.2 Paramètres biochimiques :

1.2.1 Teneur en chlorophylle « a » :

Les résultats obtenus de l’évolution des teneurs en chlorophylle “a” des feuilles par plant chez les six variétés d’olivier ont révélé des différences en fonction de la concentration en sel appliqués durant trois mois de stress **figure 25**

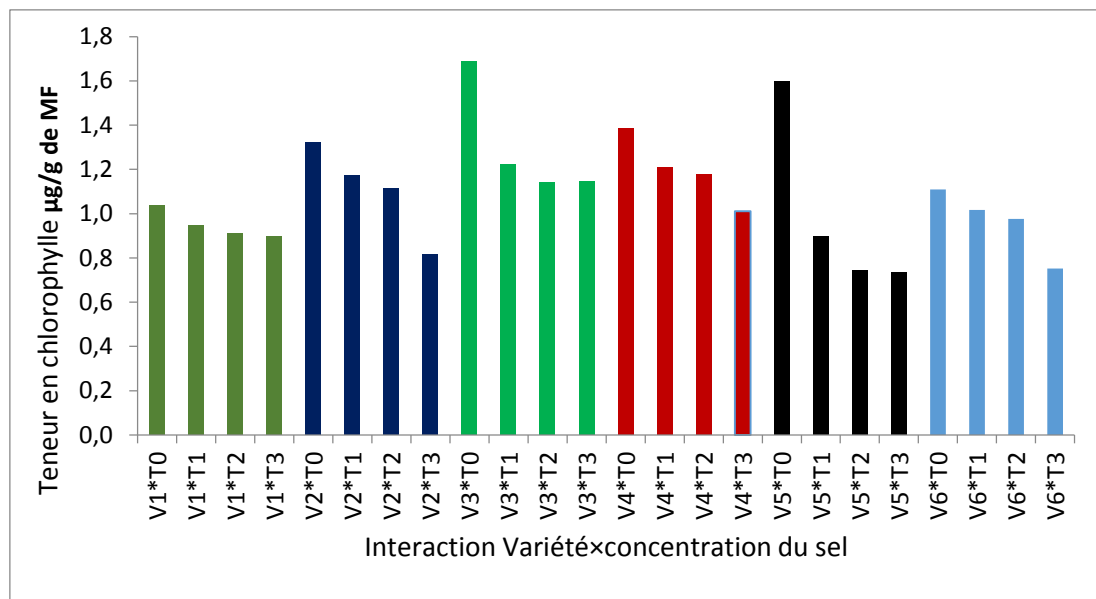


Figure 25: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle “a”

Les résultats obtenus ont montré une baisse de la teneur moyenne en chlorophylle “a” en fonction de la sévérité du stress. On constate que la teneur la plus élevée a été enregistré avec concentration T0 chez la variété Limli (V3) avec une teneur de 1.7 µg/g, comparé à la valeur la plus basse de 0.7µg/g qui a été enregistré chez la variété Sigoise (v5).

En effet avec les concentrations salines (T1 et T2 montre une légère diminution chez les trois variétés V1, V2, V4 et V6 par rapport à la concentration témoin T0, notons que nous avons enregistré une diminution estimable chez les variétés V3 et V5.

Comme il présente le graphe ci-dessus la variété Sigoise (V5) est la plus affecté quand on lui applique la concentration de 50mMol (T1), alors qu’avec une concentration 200 mMol (T3), toutes les variétés marquent une diminution observable par rapport au témoin T0, exception faire que la variété Azaradje (V1) qui marque une légère diminution par rapport de ce dernier, la variété Sigoise (V5) est la plus sensible ou sa teneur en chlorophylle a passé de 1.59 µg/g à 0.73µg/g.

1.2.2 Teneur en chlorophylle « B »

Les résultats obtenus de l’évolution des teneurs en chlorophylle “b” des feuilles par plant chez les six variétés d’olivier ont révélé des différences en fonction de la concentration en sel appliqués après trois mois de stress **figure 26**

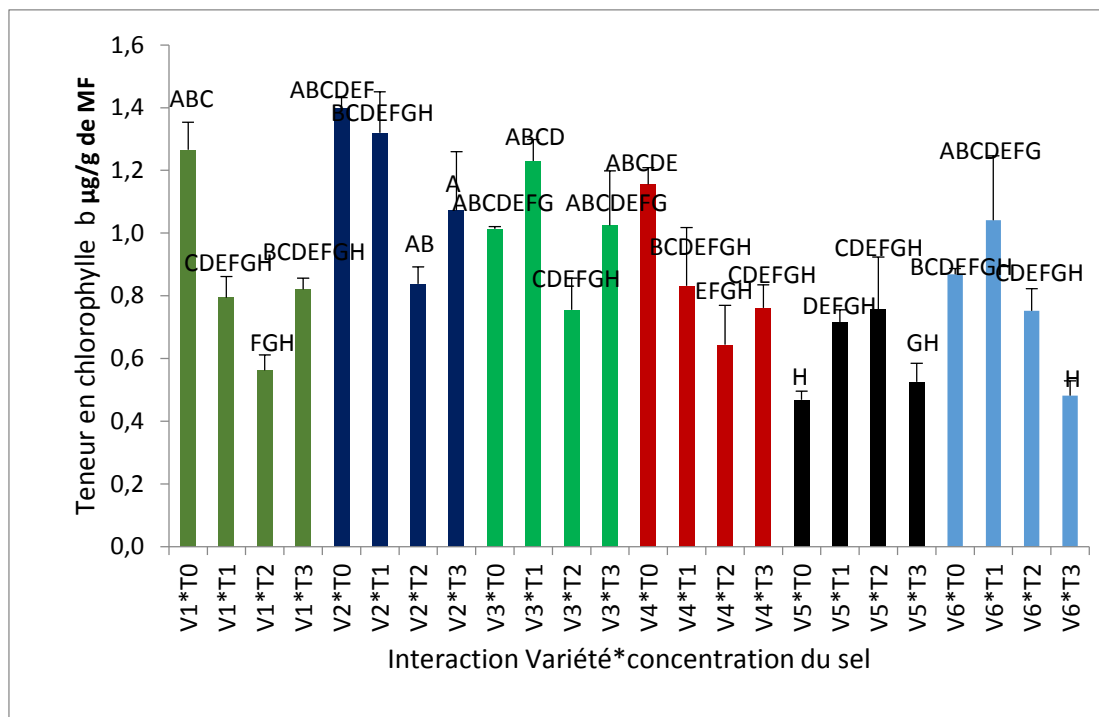


Figure 26: Evaluation de la teneur moyen en chlorophylle (b)

La quantité analysée en chlorophylle b est celle de la variété Ferkani (V2) avec le témoin T0 avec 1.39 µg/g et pour la plus basse avec 0.46 µg/g de MF est celle de la variété Sigoise (V5).

Pour la concentration T1 on remarque une différence au niveau des résultats selon les variétés, comme il montre l'histogramme on a les variétés Azaradje, Ferkini et Langue de Meliana (V1,V2,V4) marquent une diminution par rapport le témoin T0 avec la quantité la plus élevés chez la variété Ferkini (V2) 1.32 µg/g. par contre chez les variétés Limli, Sigoise et Arbequina (V3,V5,V6) on observe une augmentation considérable et une quantité la plus élevée pour ces dernier de 1.23 µg/g marque chez la variété Limli (V3) par rapport le témoin T0, on peut dire que avec la concentration T1 n' a pas un grand effet sur ces variétés.

Avec la concentration 100 mMol (T2), il y on a une diminution importante de la teneur en chlorophylle b chez 5 variétés Azaradje, Ferkani, Limli et Langue de Meliana (V1,V2,V3 et V4) avec une grande déférences avec les teneur données par témoin T0 et une légères diminution chez la variété Arbequina (V6) avec ce dernier, sans oublier qu'il y on a une légère augmentation dans la teneur chez la variété Sigoise (V5) qui montre sa résistance a ce niveau de stress par rapport les autres variétés.

En fin, pour les plants ayant subit le stress sévères nous avons enregistré une diminution importante chez 4 variétés V1, V2, V4 et V6 avec une petite quantité chez la variété Arbequina (V6) de 0.48 µg/g par rapport le témoin T0 et une légère augmentation chez deux variétés Limli et Sigoise (V3 et V5) qui nous indique la stabilité de la teneur en chlorophylle b malgré la sévérité de stress.

1.2.3 Teneur en sucre soluble :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs moyennes en sucres solubles des feuilles par plant chez les six variétés d'oliviers ont montré une évolution importante de ce paramètre en fonction du concentration en sel appliqués durant les trois mois de stress **figure 27**

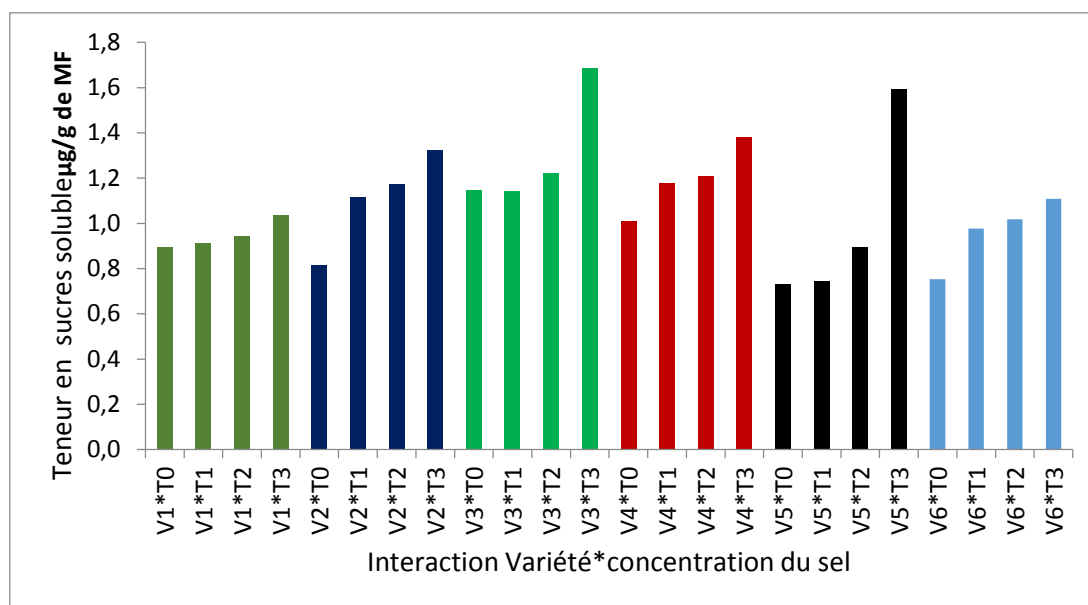


Figure 27: Evaluation de la teneur moyen en sucre soluble

En exploitant l'histogramme ci-dessus on constate que la teneur des sucres solubles a augmenté l'égerment pour les trois niveaux de stress T0, T1 et T2 et une augmentation remarquable pour la concentration T3. Les variétés ont enregistré les valeurs les plus basses avec la concentration en sel T0, notamment chez les variétés Sigoise (V5) et Arbequina (V6) avec des valeurs successives de 0.73µg/g et 0.75 µg/g. Cependant avec la concentration 100mMol T1, T2 l'ensemble les variétés ont connu une augmentation en teneur des sucres solubles par rapport à celles enregistrés avec la concentration 50mMol (T0) sauf pour la variété Azaradje (V1) et Arbiquinq (V5) qui montre une teneur légèrement stable.

Les valeurs les plus importantes en sucres solubles sont celles enregistrées avec la concentration T3 spécifiquement chez la variété Limli (V3) et Sigoise (V5) avec des valeurs successives de 1.68 µg/g et 1.59 µg/g MF.

1.2.4 Teneur en proline :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs en proline chez les six variétés d'oliviers ont montré une évolution importante de ce paramètre en fonction de la concentration en sel appliqués durant les trois mois de stress **figure 28**

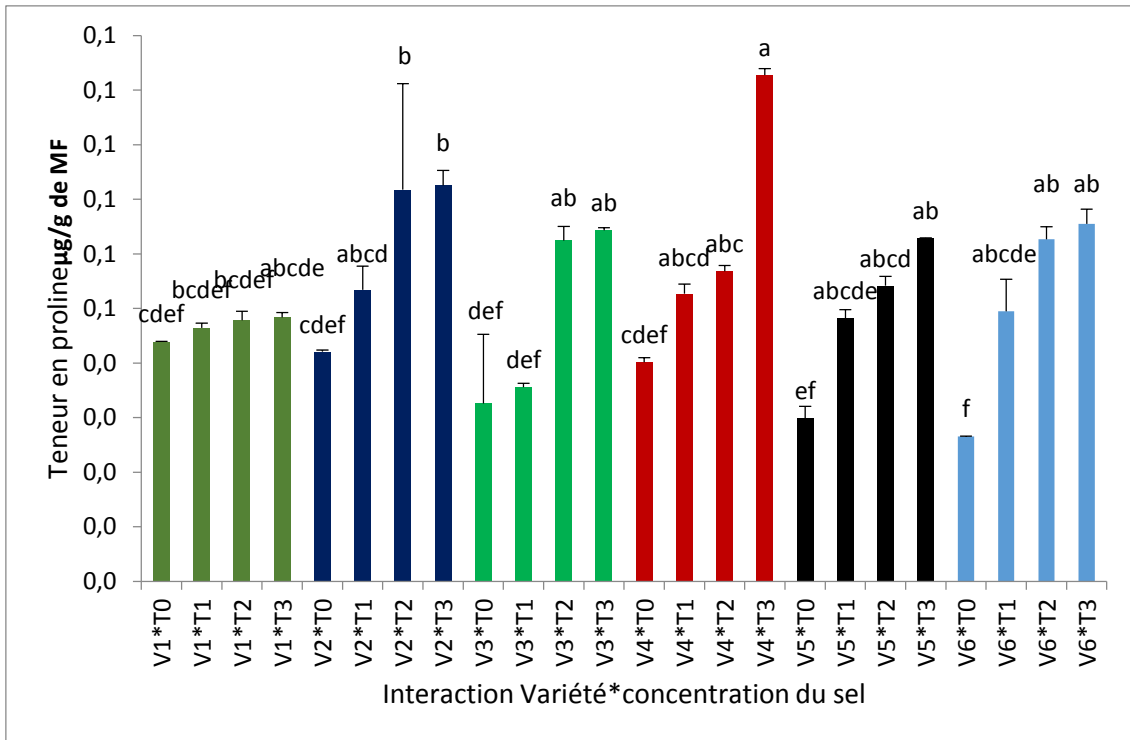


Figure 28: Evaluation de la teneur moyen en proline

La teneur moyenne en proline est très basse avec tous les niveaux de stress chez l'ensemble des variétés, après ces fluctuations on peut dire que l'initiation au stress a commencée. Au fur et à mesure que la teneur en proline augmente.

En exploitant l'histogramme ci-dessus on constate que la teneur en proline a augmenté toujours avec la sévérité du stress. Les variétés ont enregistré les valeurs les plus basses avec la concentration témoin (T0) notamment chez les variétés Arbequina (V6) et Sigoise (V5) avec une valeur de 0.26 µg/g. Cependant avec les concentrations 50, 100 et 200 mMol (T1, T2 et T3) l'ensemble des variétés ont connu une augmentation de la teneur en proline par rapport à celles enregistrées avec la concentration T0, sauf pour la variété Azaradje (V1) qui est restée stable pour tous les niveaux de stress, la teneur maximale enregistrée est celle de la variété Langue de Meliana (V4) 0.09 µg/g.

1.3 Paramètre physiologique :

1.3.1 Teneur relative en eau TRE :

L'évolution des teneurs relatives moyennes en eau chez les six variétés d'oliviers ont montré que ce paramètre augmente en fonction de la concentration en sel appliquée durant les trois mois de stress **figure 29**

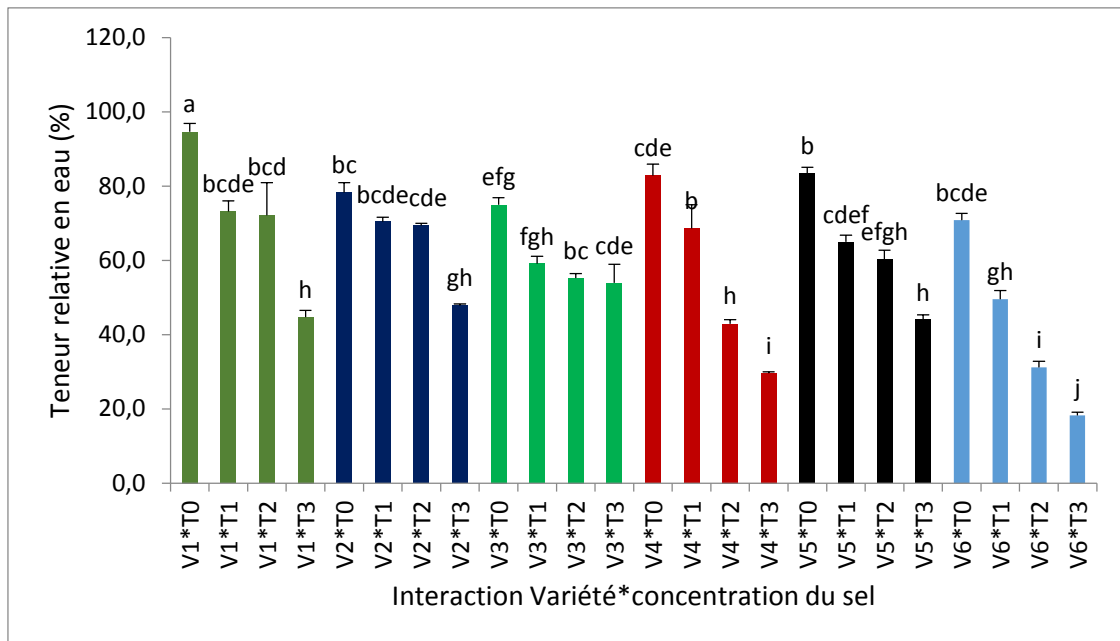


Figure 29: Evaluation de la teneur relative moyen en eau

Les résultats de stress salin ont montré une variation de la teneur relative en eau exprimée en % chez les six variétés étudiées en fonction des concentrations en sel appliquée. En effet, la teneur relative en eau diminue au fur et à mesure la quantité de sel augmente.

La teneur maximale enregistrée pour la concentration T0 est celle de la variété Azaradje (V1) avec un taux de 94% et la variété Sigoise (V5) avec 83.6 %

On observe que la teneur en eau diminue et reste stable pour la concentration T1, T2 chez quatre variétés Azaradje, Ferkani, Limli et Sigoise (V1, V2, V3 et V5) avec un taux maximale de 73% marqué chez la variété Azaradje (V1), et une diminution remarquable chez les variétés Langue de Meliana et Arbequina (V4 et V6) et cela par rapport les taux enregistrés chez les plantes subit à une concentration témoin (T0).

En fin chez les plantes sévèrement stressées on constate une diminution claire par rapport les témoins avec un taux minimal de 18.26% chez la variété Arbequina (V6)

1.3.2 Stabilité membranaire :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs moyennes en sucres solubles chez les six variétés d'oliviers ont montré une évolution importante de ce paramètre en fonction de la concentration en sel appliqués durant les trois mois de stress **figure 30**

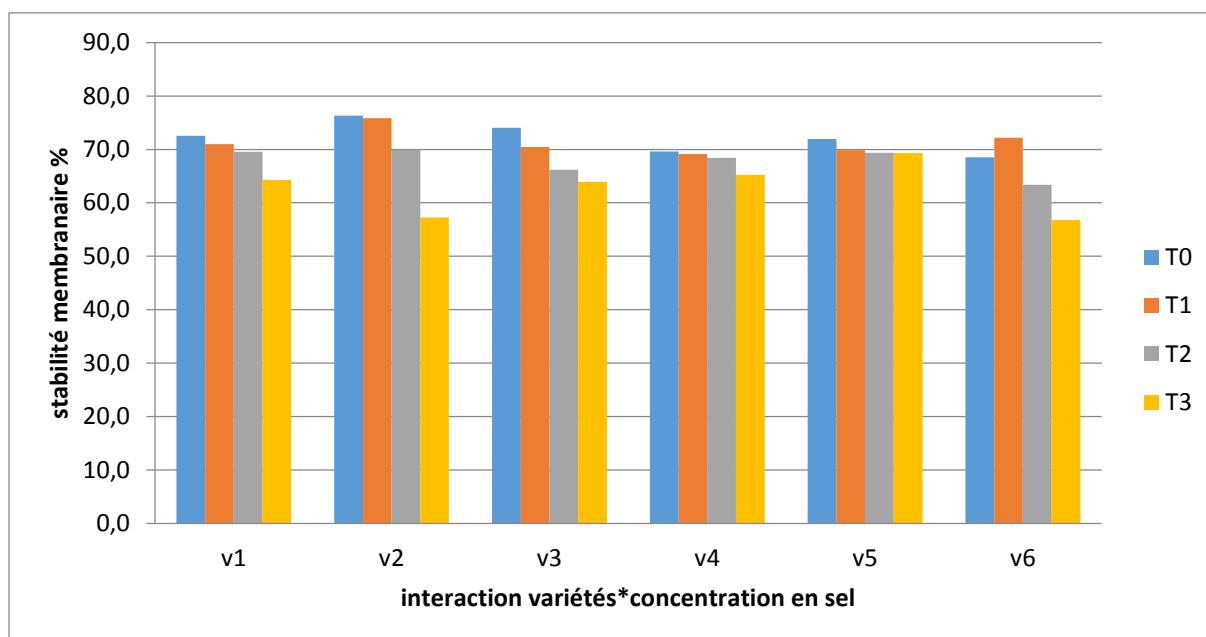


Figure 30. Evaluation de la stabilité membranaire moyen

la stabilité membranaire montre une diminution chez toutes les variétés étudiées durant les trois mois de l'essai, mais de manière plus accentuée chez ceux ayant subi un stress salin sévère 100 et 200 mMol

Cela exprimée par une diminution suivie selon l'augmentation de concentration en sel chez 4 variétés qui sont V1, V2, V3 et V6 Azeradje, Ferkani, Limli et Arbequina (V1, V2, V3 et V6) avec un taux maximale 72% marquée chez la variété Azeradje (V1) et un taux minimale 57% enregistrée chez la variété Ferkani (V2).

Sans oublier que la stabilité membranaire reste presque stable chez la variété Langue de Miliana et Sigoise (V4 et V6).

2 Résultats du stress hydrique :

2.1 Paramètres morphologiques :

2.1.1 Hauteur de la tige principale :

Les résultats obtenus de la hauteur moyenne des tiges chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis-à-vis la croissance en longueur de la tige en fonction des différents régimes hydriques appliqués durant trois mois de stress **Figure 31**.

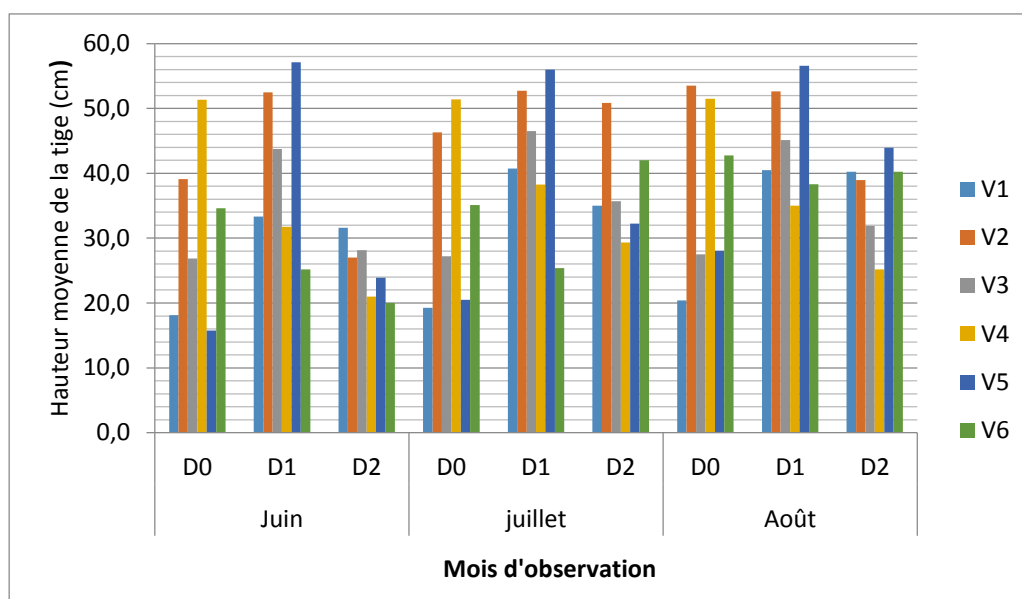


Figure 31: Evolution de la hauteur moyenne des tiges de six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.

Les plants ont connu une augmentation dans la hauteur de la tige principale notamment avec les régimes hydriques D0 et D1, surtout chez les variétés V1(Azeradj) qui a connu un accroissement de plus de 30 cm après les trois mois de l'application des régimes hydrique 100% et 75% d'ETM.

Pour les plants qui ont subi le régime hydrique déficitaire de 50%, on remarque qu'ils n'ont connu qu'une légère augmentation de la hauteur de la tige chez certaines variétés et parfois une conservation de la même hauteur chez des autres variétés, notamment chez la variété Sigoise (V5) qui n'a subi presque aucun accroissement après les trois mois de régime déficitaire 50% .

2.1.2 Longueur des ramifications :

Les résultats obtenus de la longueur moyenne de la ramification chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis-à-vis de la croissance en longueur de ramification en fonction des différents régimes hydriques appliqués durant trois mois de stress **Figure 32**.

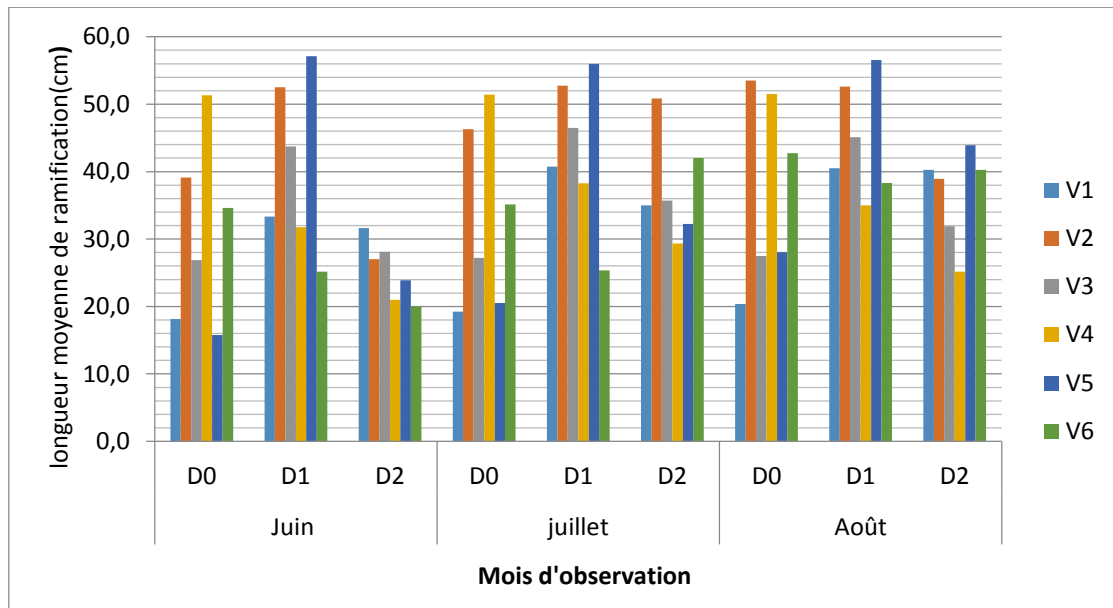


Figure 32: Evolution de la longueur moyenne des ramifications de six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.

La figure ci-dessus montre que les ramifications primaires chez presque toutes les variétés ont connu une élongation bien visible avec le régime hydrique témoin de 100%, l'accroissement le plus important est enregistré chez la variété Sigoise (V5), dont la longueur moyenne de ramification a augmenté de plus de 20 cm après les trois mois de l'application du régime hydrique témoin.

Sous les régimes déficitaires de 75% et 50% les plants ont connu une légère élongation surtout avec le régime 75%, par contre avec celui de 50% dont la plupart des plants ont presque gardé la même longueur de ramification.

2.1.3 Nombre de feuilles par tiges principales :

Les résultats obtenus du nombre de feuilles moyen chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis-à-vis ce paramètre en fonction des différents régimes hydriques appliqués durant les trois mois de stress **Figure 33**.

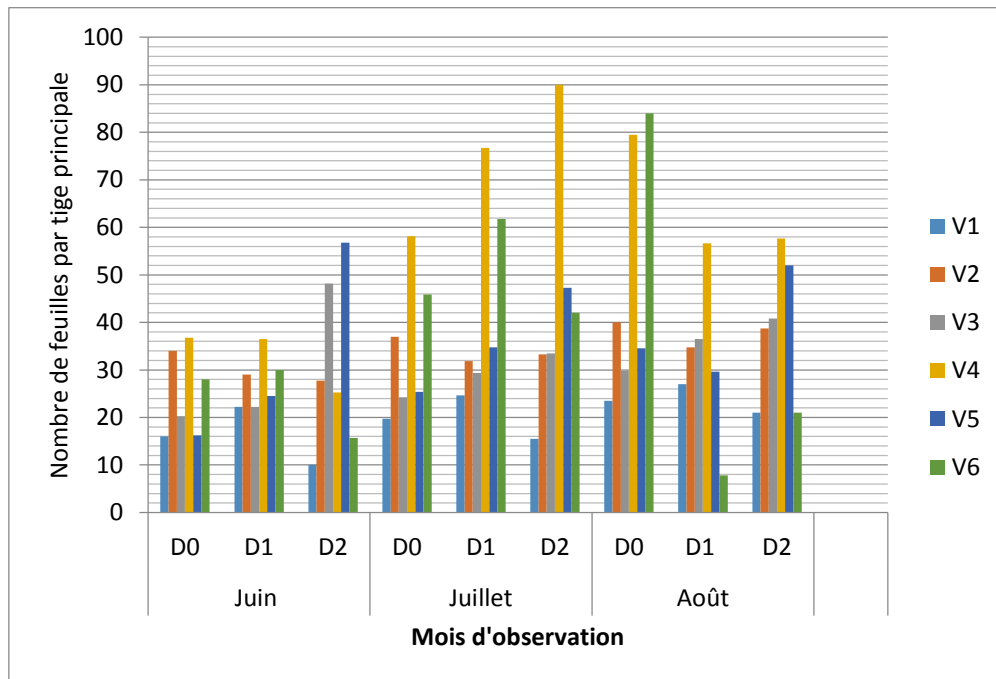


Figure 33: Variation du nombre de feuilles par tige par plant des six variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.

Les plantes étudiées ont montré une augmentation du nombre de feuilles avec les régimes hydriques 100% et 75%, notamment chez les variétés V6 (Arbequina) et V4 (langue de Meliana).

Pour les plants qui ont subi le régime hydrique déficitaire de 50%, on constate qu'il y'a eu une légère augmentation dans le nombre des feuilles chez certaines variétés et une diminution du nombre de feuilles chez des autres variétés, notamment chez la variété Sigoise (V5) qui a révélé une diminution de 8 feuilles par rapport au 1^{ER} mois du stress.

2.1.4 Nombre des feuilles par ramifications :

Les résultats obtenus du nombre de feuilles moyen par ramification, chez les six variétés d'oliviers étudiées ont donné des variations vis-à-vis de ce paramètre en fonction des différents régimes hydriques appliqués durant les trois mois de stress **Figure 34**.

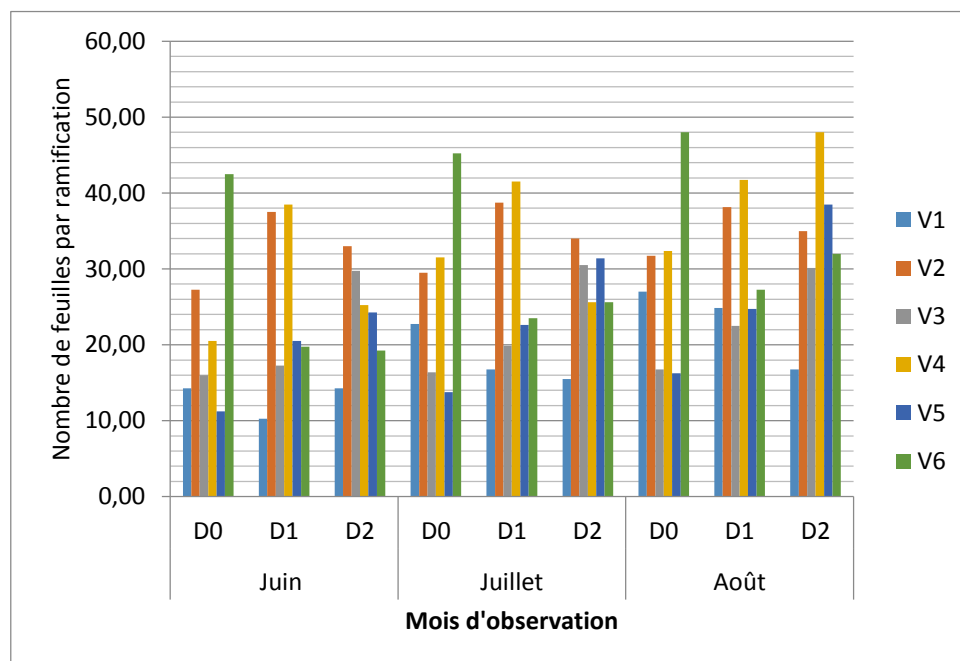


Figure 34: Variation du nombre de feuilles moyen par ramification pour les six variétés durant 3 mois de régime hydrique.

Le graphe ci-dessus montre que le nombre de feuilles moyen par ramification a augmenté progressivement un mois après l'autre, précisément sous les régimes hydriques 100% et 75%, où les plantes ont connu une augmentation plus ou moins importante dans le nombre de feuilles. Par contre avec le régime à 50%, les plants ont montré une légère diminution dans le nombre de feuilles voir même un arrêt complet d'apparition des nouvelles pousses chez certaines variétés, notamment les variétés Sigoise (V5) et Arbiquina (V6).

2.1.5 Les surfaces foliaires :

Les résultats obtenus de l'évolution de la surface foliaire par plant chez les 6 variétés d'oliviers étudiées, ont donné des variations vis-à-vis de ce paramètre en fonction des différents régimes hydriques appliqués durant les 3 mois de Régime hydrique figure 35.

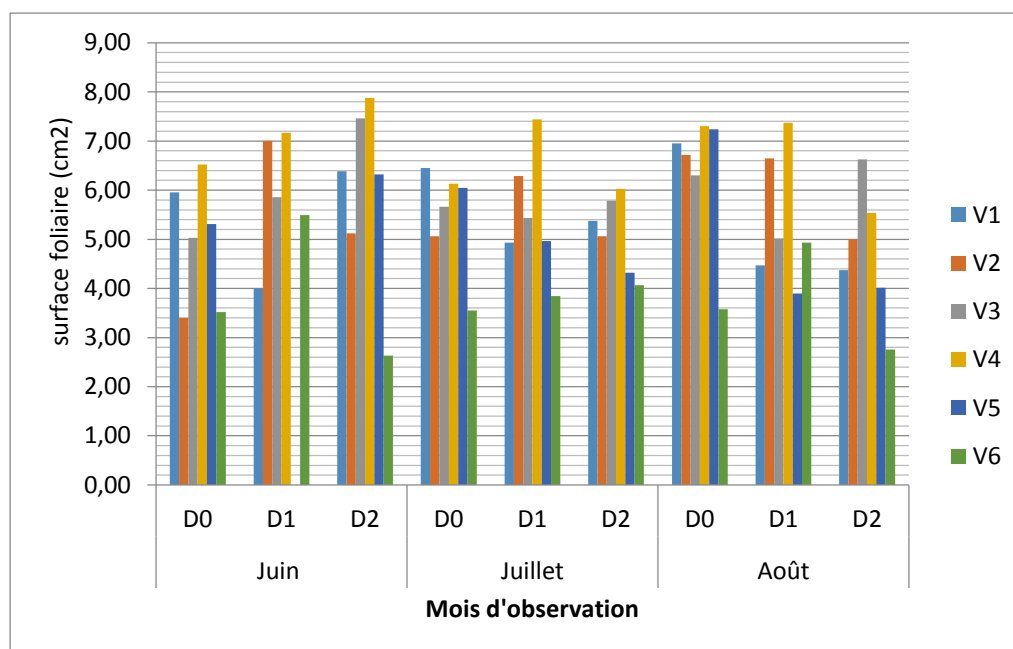


Figure 35: Variation de la surface foliaire moyenne pour les six variétés durant 3 mois de régime hydrique

Les résultats montrent qu'il y a eu une augmentation de la surface foliaire chez presque tous les plants qui ont subi le régime témoin de 100% d'ETM. Par contre avec la diminution de l'arrosage la surface foliaire a diminué progressivement avec la sévérité du stress, notamment chez la variété V6 (Arbiquina) qui a subi une diminution de 0.61cm² sous le régime 75% et 1.33cm² sous le régime 50% d'ETM.

2.2 Paramètres Biochimiques :

2.2.1 Teneur en chlorophylle "a" :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs en chlorophylle "a" des feuilles par plant chez les six variétés d'olivier ont révélé des différences en fonction du régime hydrique appliqués durant trois mois de stress **Figure 36**.

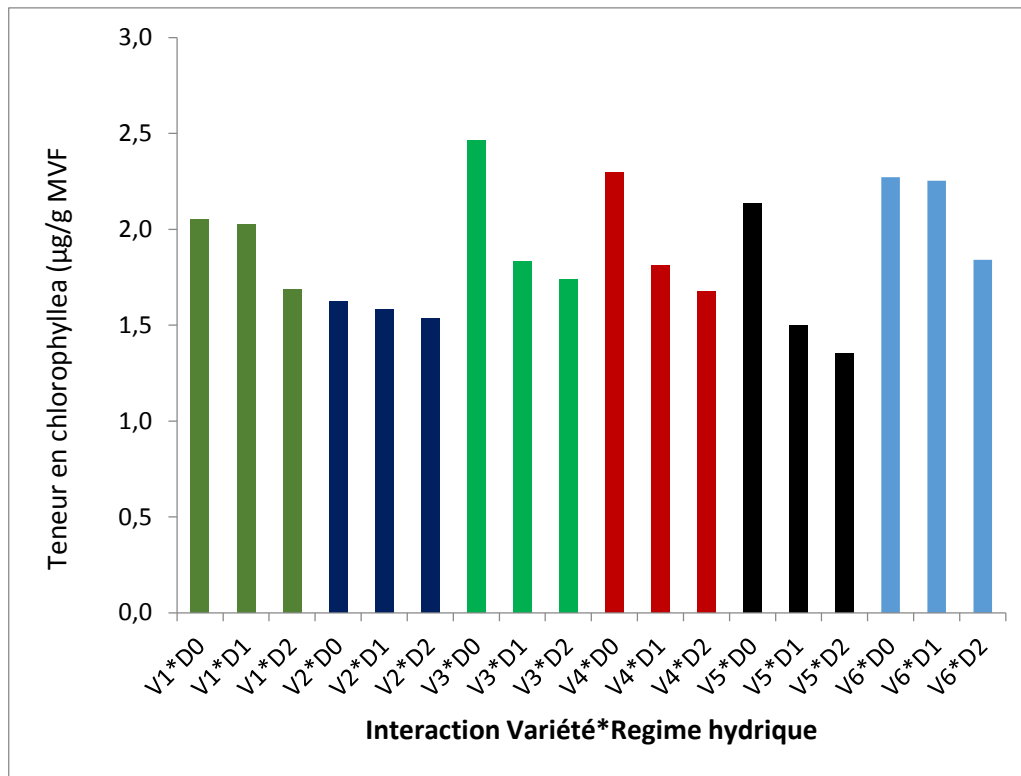


Figure 36: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle “a” des feuilles pour les six variétés d’olivier étudiées durant trois mois de régime hydrique.

Les résultats obtenus ont montré une baisse de la teneur moyenne en chlorophylle “a” en fonction de la sévérité du stress. On constate que la teneur la plus élevée a été enregistrée avec le régime 100% d’ETM chez la variété Limli (V3) avec une teneur de 2.46µg/g, alors que la valeur la plus basse est de 1.62 µg/g qui a été enregistré chez la variété Ferkani (V2).

Avec le régime hydrique de 75% d’ETM, On constate que la variété Azerzdzj (V1) et ont presque gardé la même teneur en chlorophylle“ a” que celle enregistrée avec le régime témoin 100%, or qu’il ya eu une diminution progressive de cette dernière chez les autres variétés.

Sous le régime de 50% les variétés ont toutes connues une baisse plus importante en chlorophylle “a” par rapport aux autres régimes précédents et la teneur la plus faible a été enregistrée chez la variété Sigoise (V5) avec une valeur de 1.35 µg/g MVF.

Les analyses statistiques ont révélé un effet non significatif pour l’interaction variété/régime hydrique avec une probabilité de 0.85, alors que cet effet est hautement significatif pour le traitement.

2.2.2 Teneur en chlorophylle “b” :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs en chlorophylle “b” des feuilles par plant chez les six variétés d'olivier ont révélé des différences en fonction du régime hydrique appliqués durant 3 mois **Figure 37**.

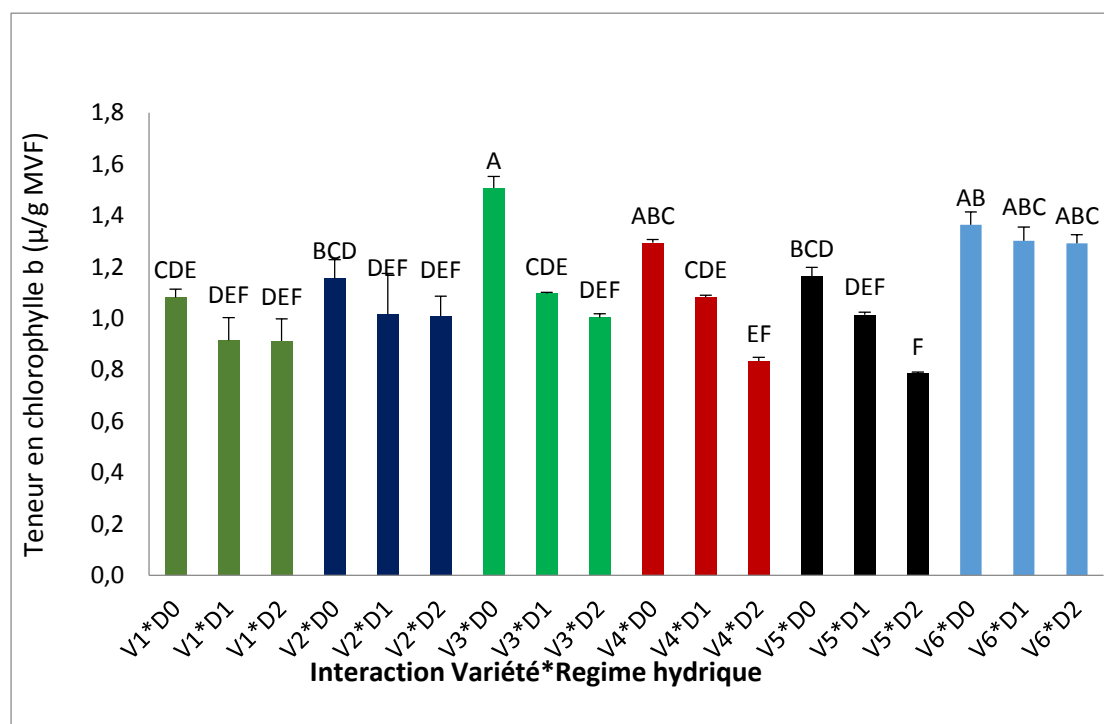


Figure 37: Evolution des teneurs moyennes en chlorophylle “b” des feuilles pour six variétés d'olivier étudiées durant trois mois du régime hydrique.

La figure montre que les variétés étudiées ont connu une baisse de la teneur en chlorophylle “b” en fonction de la diminution du régime hydrique appliqué. Avec le régime hydrique 100%, ces variétés ont toujours enregistré une augmentation progressive en chlorophylle “b”, la valeur la plus élevée est 1.72 µg/g, qui a été enregistrée chez la variété Limli (V3) d'une, alors que celle la plus basse est de 1.31 µg/g enregistrée chez la variété Azeradj (V1).

Sous le régime hydrique 75% les plants ont connu une légère diminution de la teneur en chlorophylle “b” par rapport au régime témoin (100%) sauf chez la variété Arbiquina (V6) qui a presque conservée la même teneur en chlorophylle “b”.

Le régime déficitaire de 50% a induit une diminution de la teneur en chlorophylle “b” pour enregistrer les teneurs les plus faibles chez les variétés Langue de Meliana (V4) et Sigoise (V5) avec des valeurs successives de 0.83 µg et 0.78 µg MVF.

Les analyses statistiques ont montré un effet plus ou moins significatif pour l'interaction variété-régime hydrique

2.2.3 Teneurs en Sucres solubles :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs moyennes en sucres solubles des feuilles par plant chez les six variétés d'oliviers ont montré une évolution importante de ce paramètre en fonction du régime hydrique appliqués durant les 3 mois de stress **Figure 38**.

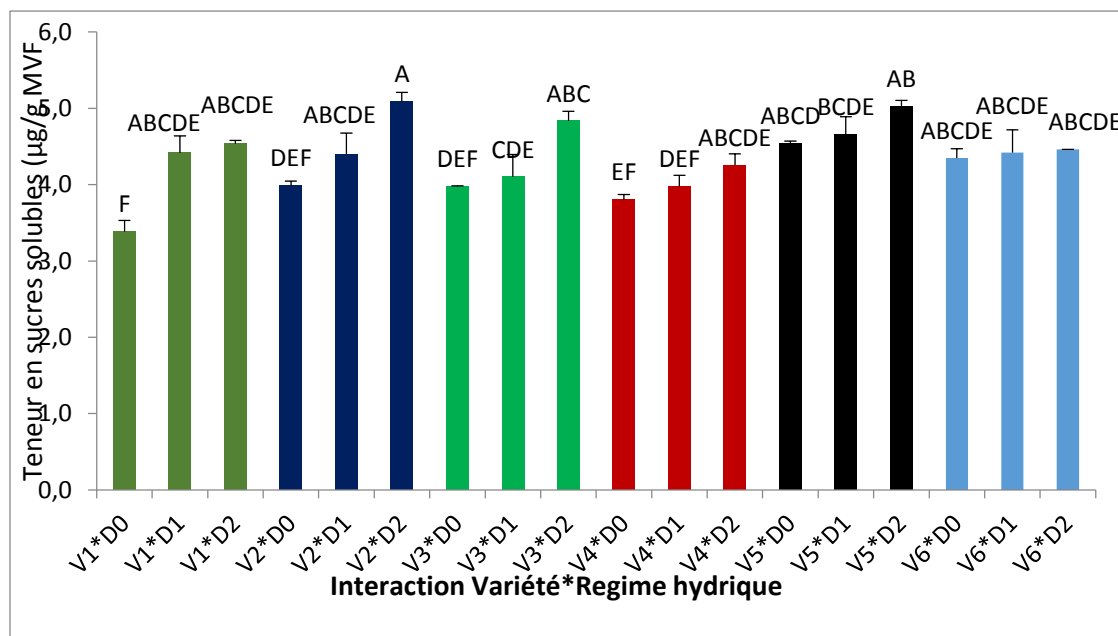


Figure 38: Evolution des teneurs moyennes en Sucres solubles des feuilles pour six variétés d'oliviers étudiées durant trois mois de régime hydrique.

La figure montre que la teneur des sucres solubles a augmenté toujours avec la sévérité du stress. Les variétés ont enregistré les valeurs les plus basses avec le régime témoin de 100%, notamment chez les variétés Azeradj (V1) et Langue de Meliana (V4) avec des valeurs successives de 3.38µg/g et 3.80 µg/g. Cependant avec le régime hydrique de 75% ces variétés ont connu une augmentation en teneur des sucres solubles par rapport à celles enregistrées avec le régime hydrique précédent.

Les valeurs les plus importantes en sucres solubles sont celles enregistrées avec le régime 50%, spécifiquement chez les variétés Ferkani (V2) et Sigoise (V5) avec des valeurs successives de 5.08 µg/g et 5.02 µg/g MVF.

Les analyses statistiques ont révélé un effet significatif pour l'interaction variété-traitement et pour une probabilité de 0.02.

2.2.4 Teneurs en proline :

Les résultats obtenus de l'évolution des teneurs moyennes en proline des feuilles par plant chez les six variétés d'oliviers ont montré une évolution importante de ce paramètre en fonction du régime hydrique appliqué durant les trois mois d'application du stress **Figure 39**.

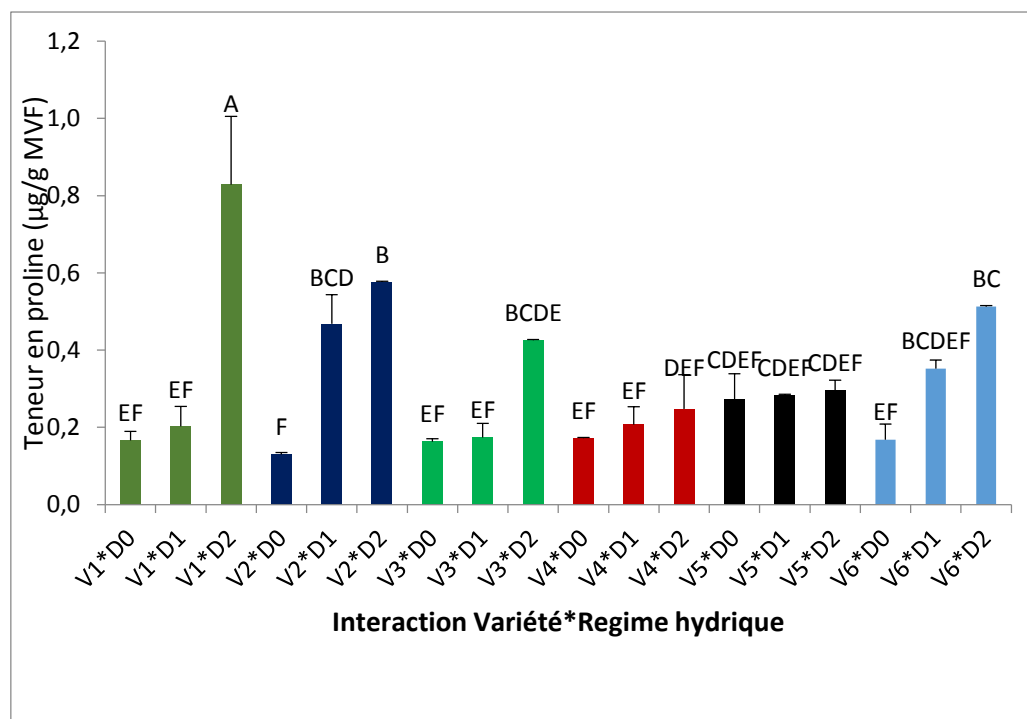


Figure 39: Evolution des teneurs moyennes en proline des feuilles pour les 6 variétés durant les trois mois du stress hydrique.

Après 3 mois de stress les plants ont montré une fluctuation en teneur de proline selon la variété et le régime hydrique appliqué. On constate que la teneur en proline a été augmentée progressivement avec la sévérité du stress pour les six variétés étudiées, notamment sous le régime à 50% d'ETM.

les teneurs les plus élevées ont été enregistrés avec le régime 50% d'ETM chez les variétés Azeradj (V1) et Ferkani (V2) avec des valeurs successives de 0.82 µg/g et 0.57 µg/g, alors que les valeurs les moins élevées sont celles enregistrées avec le régime témoin 100%, notamment chez les variétés Ferkani (V2) et V4 Langue de Meliana (V4).

2.3 Les paramètres physiologiques:

2.3.1 Teneur relative en eau:

Les résultats obtenus de la teneur relative en eau des feuilles par plant chez les 6 variétés d'oliviers étudiées, ont donné des variations de l'évolution de ce paramètre en fonction des différents régimes hydriques appliqués *Figure 40*.

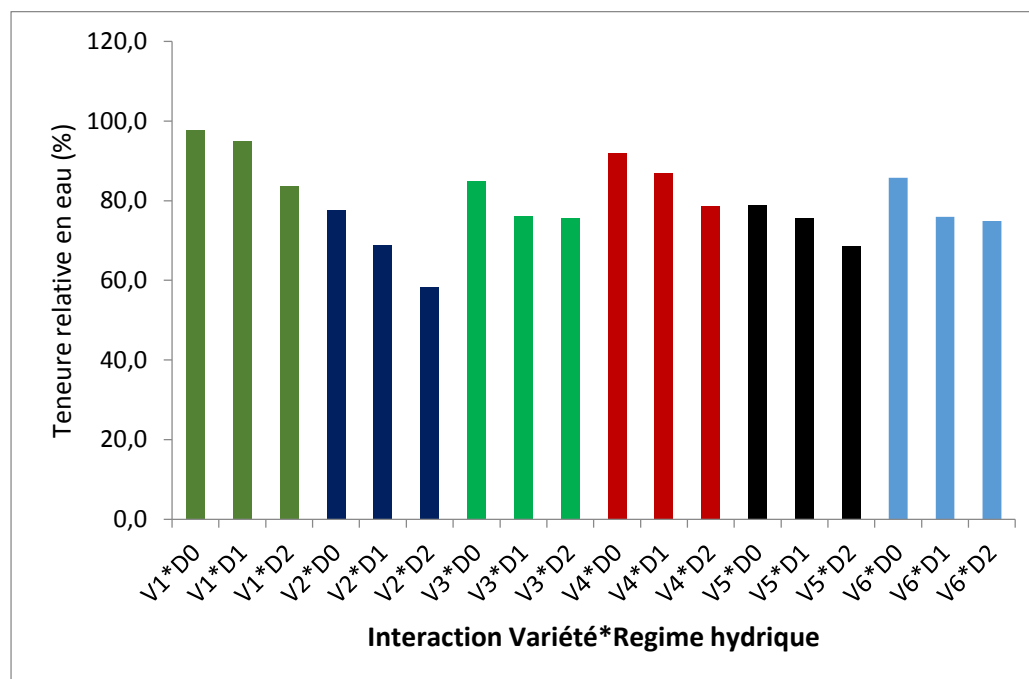


Figure 40: Evolution des teneurs relatives en eau chez les 6 variétés durant 3 mois de régime hydrique.

D'après les résultats obtenus la teneur relative en eau est toujours restée élevée surtout avec le régime hydrique de 100%, ce paramètre a enregistré le taux le plus élevé avec les variétés Azeradj (V1) et Langue de Meliana (V4), qui ont enregistré des valeurs successives de 97,82% et de 92,02%.

Pour les plants ayant subi les régimes hydriques déficitaires de 75% et 50%, on constate qu'ils ont révélé une diminution de la teneur relative en eau selon la sévérité du stress.

2.3.2 Stabilité membranaire:

Les résultats obtenus de la stabilité membranaire des feuilles par plant chez les 6 variétés d'oliviers étudiées, ont donné des variations de l'évolution de ce paramètre en fonction des différents régimes hydriques appliqués *Figure 41*.

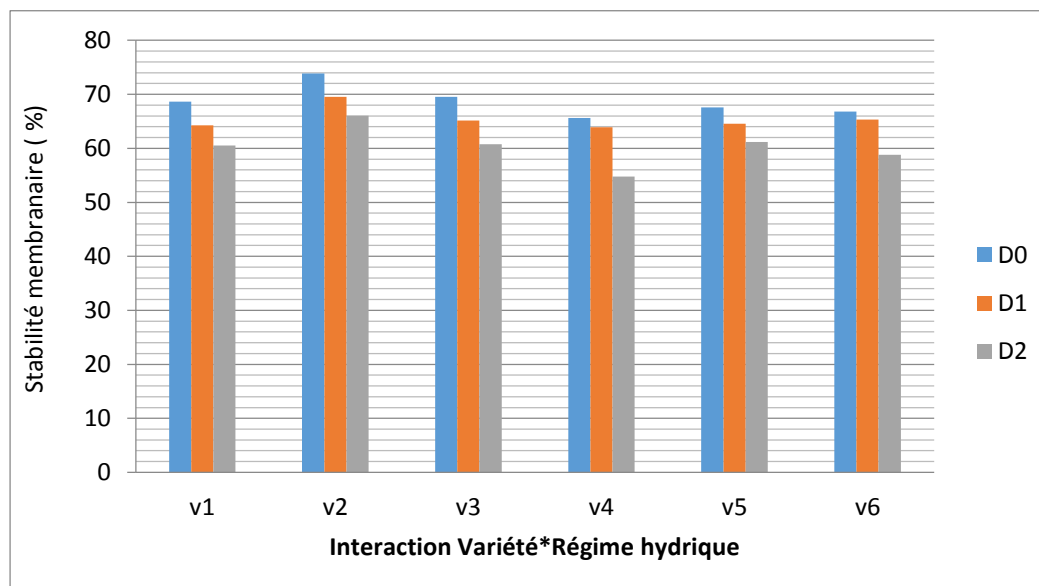


Figure 41: Evolution de la stabilité membranaire chez les 6 variétés d'olivier étudiées durant 3 mois de régime hydrique.

Nos plants ont montré une stabilité membranaire plus importante avec le régime hydrique témoin de 100% d'ETM puis pour le régime déficitaire de 75%, les valeurs les plus élevées sont celles enregistrées chez la variété V2 Ferkani (V2) pour les deux régimes D0 et D1 successivement de 73,84% et de 69,53%. Cependant avec le régime déficitaire de 50%, les plants ont tous montré une diminution de la stabilité membranaire, la valeur la plus basse est celle de 54,76%.

Enregistrée chez la variété Langue de meliana (V4) sous l'application du régime hydrique de 50% d'ETM.

3 Résultats de l'analyse de sol :

Les analyses du sol réalisées au niveau du laboratoire de phytotechnie à l'école nationale supérieure nationale d'agronomie (ENSA) ont indiqué les résultats suivants :

Un PH du sol plus ou moins alcalin, un sol non salin contenant un taux modéré du calcaire, avec une conductivité électrique plus ou moins faible par rapport aux normes.

Ces analyses nous ont permis de déterminer aussi le taux en phosphore assimilable qui est de 0.20 ppm, et qui est inférieur à la valeur normale estimée d'0.43 ppm, ce qui indique que

notre substrat est pauvre en phosphore assimilable. Le taux du carbone révélé par ces analyses nous a montré également un taux faible en carbone, or que le test de la matière organique nous a indiqué que notre substrat est très riche en matière organique.

Pour la granulométrie du sol et selon les résultats obtenus **Tableau 7**, notre sol est de texture purement limoneux, avec la présence du sable grossier, de limon et de l'argile d'un taux moins important.

Tableau 7: résultats de l'analyse physico-chimique de sol

Caractéristiques	Résultats	Normes	Interprétation
pH eau	8.76	7.5-8.7	Sol alcalin
pH <u>Kcl</u>	7.25		
pH eau – pH <u>Kcl</u>	1.51		
CE (<u>mS</u>)	0.1	0.247	Très faible
Calcaire total (%)	1.23	0.606	Non salin et peu calcaire
Phosphore assimilable (ppm)	0.20	0.437	Taux de phosphore assimilable faible
C %	5.65	3.075	Sol pourvu de matière organique
MO(%)	9.73	9.25	
Granulométrie	Argile =0.05% Limon fin= 8.1% Limon grossier =89.72% Sable fin = 0.32% Sable grossier =1.81%	Triangle de texture de l'U.S.D.A (1986)	Sol limoneux fin

4. Discussion :

4.1 Apport optimal de la solution saline :

Un excès de sel est un stress chimique ou abiotique en limitant la disponibilité de l'eau pour les organismes exposés. C'est pourquoi les composantes explicatives de la réponse physiologique sont plutôt d'ordre biochimique (ajustement osmotique, protection du métabolisme et des structures), alors que les composantes biophysiques ne sont souvent que des résultantes de ces processus d'adaptation ou de dépérissement (turgescence stabilité membranaire).

La salinité des sols et des eaux constituent un obstacle majeur de la croissance des végétaux (**Allaoui, 2006**) et également dans le sol, où il modifie ses propriétés physico-chimiques. Cette altération des conditions édaphiques constitue un stress indirect pour la croissance des plantes.

Pour notre essai expérimental, les plantes traitées avec les concentrations salines (T0, T1 et T2) ont induit une légère diminution au niveau des paramètres morphologiques (la hauteur des tiges, longueur des ramifications nombre des feuilles et surface foliaire) chez l'ensemble des variétés étudiées sauf pour la variété Arbequina qui garde une stabilité donc une tolérance, de cette diminution dépend l'adaptation et la tolérance des variétés aux différentes doses appliquée. En effet, avec la concentration la plus élevée on a obtenu des résultats qui montre une diminution importante chez l'ensemble des variétés avec la concentration la plus élevées T3 200 mMol, nos résultats concordes les résultat obtenu chez de deux ssp *d'Acacia nilotica* (ssp *Cupressiformis* et ssp *tomentosa*) analysées par (**Mohamed et Coudret, 1995**), après un mois de stress salin (0,75, 100 et 200 mM de NaCl à 200 mM.) les plantes présentent une croissance active jusqu'à 100 mM, elle se croit difficilement à 200mMol.

En condition de stress salin sévère le contenu de la chlorophylle diminue considérablement chez les plants sauvages *d'Arabidopsis thaliana* en comparaison avec les plants mutants. Une production élevée de peroxyde d'hydrogène dans les feuilles est synonyme de dommages photooxydatives qui est moindre chez les plants transgéniques (**Mitsuya et al, 2006**). La salinité détruit la structure fine des chloroplastes et provoque l'instabilité des complexes protéines-pigments (**Lapina et Popov, 1984**) et la diminution de la teneur en chlorophylle (**kingsbury et al, 1984** (**Downton and Millhouse, 1985**) (**Reddy and Vora, 1986**). La réduction de la concentration en chlorophylle en conditions de stress salin est attribuée à l'augmentation de l'activité des enzymes catalytiques, les chlorophyllases (**kinRao and Rao, 1981**).

Nos résultats des teneurs en chlorophylle « a » et « b » et sont marqués par une diminution en quantité avec la concentration la plus élevée, la réaction est différent selon les variétés. Nous avons trouvé que certain variété V3, V5 et V6 tolère des concentrations modérées en sels de 50mMol.

Ces résultats concordent aussi avec ceux de (**NaKaya et al, 2002**), les plants de cultivar de fraise soumis à une forte salinité présentent une faible matière sèche un faible rendement et une faible teneur en chlorophylles par rapport aux plants témoins, Une réduction des teneurs

en chlorophylle (**Meloni et al, 2003**) suite à l'augmentation des teneurs des chlorures à des doses toxiques aux niveau des vieilles feuilles, associée à l'augmentation de la résistance stomatique, va entrainer une diminution de l'activité photosynthétique et sera à l'origine de la réduction de la croissance (**Munns, 2002**).

Les solutés organiques jouent un rôle dans l'osmo-régulation des plantes soumises à des conditions salines, leur contribution varie entre les espèces, entre les cultivars et même entre les différents compartiments au sein de la même plante (**Ashraf et Bashir 2003**).

Nos résultats des taux de sucres solubles montrent une stabilité des certain variétés V1, V3 et V5 avec la concentration (T2) et une nette augmentation qui varie selon la tolérance de variété face à la concentration (T3), ce qui montre que la quantité de sucre commence son augmentation lorsque la concentration en sel dépasse 100mmol et cela pour les variétés autochtones ces résultats avaient rapporté par **Ashraf et Tuffail (1995)** sur variétés de tournesol qui diffèrent selon leur degré de tolérance à la salinité, mais également ils ont constaté que les variétés tolérantes accumulent des proportions plus importantes de sucres que celles des variétés sensibles. Plus tard, **Ould Mohamedi et al, (2011)** ont observé chez la tomate une forte accumulation de sucres solubles foliaire sous la contrainte saline.

De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lorsque celle-ci se trouve en conditions défavorables (**Sivarama krishnan et al, 1988**) ce qui traduit le caractère de la résistance aux stress (**Greenway et Munns, 1980**). Chez les plantes sensibles, la présence de cet acide aminé est par contre amoindrie (**Chen et al, 1995**). Selon **Feitosa et al, (2001)**, **Meloni et al, (2004)**, le rôle attribué à la proline dans la réponse des plantes aux stress reste parfois controversé : (**Quien et al, 2001**). Nos résultats obtenus révèlent une augmentation de la proline chez tous les variétés vis-à-vis la durée et la sévérité de stress. Ils sont conformes à ce que de **Bennaceur et al, (2004)** où ils sont montré pour la tomate soumise au stress salin. De même **Hubac et Vieira Da silva (1980)** et **Benfattoum (2003)** cités par **Cheikh Mhamed (2004)**, ont signalé le même comportement respectivement pour le cotonnier et pour les agrumes. L'accumulation de la proline est le résultat d'effet inhibiteur du sel sur l'assimilation du CO₂ (**Viégas et Silveira, 1999**).

L'état hydrique d'une plante peut être exprimé par sa teneur relative en eau (**Mehani et al, 2012**). Par ailleurs, la teneur relative en eau des feuilles est un critère d'évaluation de la tolérance au stress abiotique, du fait qu'elle indique l'état de turgescence des tissus de la plante et sa capacité de maintenir un niveau d'hydratation des tissus à même de garantir la continuité de son métabolisme (**Monneveux et al., 1997**).

Nos résultats expérimentaux montrent une légère diminution de la teneur relative en eau et la stabilité membranaire chez toutes les variétés et cela au fur et à mesure que la concentration en sel augmente, Par ailleurs; nos résultats sont conformement avec ceux de (**HASSANI et al.2008**). qui a démontré l' influence de ce paramètre par son *diminution* pour éviter les pertes d'eau et le maintien à des niveaux suffisantes pour éviter la déshydratation des tissus de la plante par le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles.

4.2 Apport optimal de la quantité d'eau :

Notre expérimentation nous a permis d'optimiser la quantité d'eau apporter aux plantules sous serre notos que les variétés se comportaient différemment selon les apports

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation ont montré des effets du déficit hydrique sur les variétés d'olivier étudiées, mais cet effet varie selon le régime hydrique appliqué et la durée d'exposition du plant au stress.

Les études ont montré chez plusieurs espèces végétales que la hauteur de la tige et la longueur des ramifications d'une plante est souvent affectée par le déficit hydrique, surtout pour une période de plus ou moins importante. **Oukara et al. (2018)** expliquent que la réduction de la hauteur de la tige est dû à un retard dans la croissance végétative suite à une baisse de division cellulaire induit par le déficit hydrique empêchant l'absorption de l'eau par les racines.

Le déficit hydrique peut affecter aussi le nombre de feuilles et leur répartition sur la tige du plant, ainsi que la surface foliaire. **Corso et al. (2020)**, rapporte que la diminution du nombre de feuilles et des surfaces foliaire fait partie des mécanismes de la réduction des pertes d'eau par la limitation de la transpiration. En effet, la surface foliaire détermine à la fois les quantités d'eau utilisées par la plante sous forme de transpiration, sa diminution réduit la surface évaporant et les quantités de carbone fixées par voie photosynthétique (**Cooper et al., 1983 ; Benmahammed et al., 2008**).

Les teneurs en chlorophylle a et b peuvent également être influencées par le déficit hydrique selon la durée du temps, la variété étudiée et la sévérité de ce déficit hydrique. **Selon Bousba et al., 2009**, cette chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes par la transpiration et par augmentation de la résistance à l'entrée de CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse.

Les teneurs en proline sont toujours influencées aussi par le déficit hydrique, **Ben Rejeb et al. ; (2012)**, ont rapporté que la proline est l'un des solutés les plus fréquemment accumulées en réponse à des contraintes environnementales variées et jouent un rôle important dans la tolérance des plantes. En effet l'accumulation de la proline joue plusieurs fonctions et serait impliqué dans la protection de la membrane cellulaire et participerait à l'ajustement osmotique (**Valentovic et al. 2006 ; Gunes et al, 2008**) et constitue des réserves réduites des carbones et d'azote utilisées par la plante postérieurement à la période du stress (**Keller et Ludlow, 1993**).

Comme les autres paramètres biochimiques cités précédemment, la teneur en sucres solubles est aussi affectée par le stress hydrique, plusieurs études ont montré que l'accumulation des sucres solubles au niveau des feuilles représente une réponse de la plante à la sécheresse ce qui veut dire que la teneur en sucres solubles représente un indicateur des degrés de stress. En effet cette accumulation n'est qu'un phénomène d'adaptation au stress qui permet à la plante de maintenir sa turgescence par la diminution et l'ajustement du potentiel hydrique (**Monneveux, 1991 ; Abdalla, 2011 ; Nazarli et al. 2011**).

Les résultats physiologiques obtenus ont montré une diminution progressive de la teneur relative en eau en fonction de la sévérité du stress hydrique appliqué. **Scofield et al.** (1988), **Siddique et al.** (2000) ont noté que la teneur en eau diminue lorsque le stress augmente, mais elle diminue plus vite chez les variétés sensibles.

Comme aussi la Teneur relative en eau, l'évolution de la stabilité membranaire représente un indicateur important sur le degré d'adaptation de la plante à la sécheresse. En effet selon les résultats obtenus précédemment la stabilité membranaire reste élevée si la plante vive dans des conditions normales, par contre elle baisse selon la sévérité du stress appliqué.

Au niveau cellulaire, le stress hydrique se manifeste par une augmentation de la perméabilité membranaire se traduisant par une fuite d'électrolytes (**Levitt, 1972**).

CONCLUSION

CONCLUSION

Tout être vivant peut être exposé au stress à un moment donné. On parle de stress lorsque les conditions de l'environnement s'éloignent de l'optimum requis pour le fonctionnement normal de l'organisme. Il peut être abiotique, lié aux conditions physiques du milieu, ou biotique lié aux autres êtres vivants, surtout les parasites et les antagonistes.

Le stress hydrique et salin est celui qui affecte de manière importante les végétaux. C'est même la tolérance à ce stress qui détermine la répartition des végétaux sur la surface de la terre.

Les résultats obtenus de notre travail ont montré des effets significatifs de ces stress abiotiques sur les paramètres morphologiques, physiologiques, et biochimiques des plants étudiés, mais cet effet varie toujours selon la variété et la sévérité du stress appliqué. Exception faite pour la variété introduite espagnole Arbequina (V6) qui est montrée plus stable et ce quel que soit la dose administrée comparés aux variétés.

Pour les deux types de stress les plants ont montré une évolution dans la longueur de la tige, qui a révélé une augmentation marquée avec les deux doses supérieures, surtout chez les variétés Azeradj(V1) et Ferkani (V2). La longueur des ramifications a augmenté aussi chez les plantes soumises aux régimes hydriques témoins, Concentrations zéro du sel, précisément la variété Sigoise (V5).

Le nombre de feuilles et la surface foliaire ont connu une fluctuation, selon les variétés et les concentrations du sel appliquées, l'augmentation la plus élevée de ces deux paramètres est celle enregistrée chez la variété Langue de Meliana (V4), comparé à la variété Sigoise (V5) qui a montré une diminution progressive de ces deux paramètres en fonction de la sévérité du stress.

Les paramètres biochimiques ont connu aussi une évolution plus ou moins importante, précisément la chlorophylle "a" et "b" qui ont révélé une diminution progressive avec l'intensité du stress, notamment chez les variétés Ferkani (V2) et Sigoise (V5), les sucres solubles et proline qui ont connu une légère augmentation parallèlement à la sévérité du stress.

Pour les paramètres physiologiques nos plants ont montré une diminution de la teneur relative en eau ainsi que la stabilité membranaire en fonction de la diminution de l'intensité du stress.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelguerfi A. , (2003) : “Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l’utilisation durable de la biodiversité importante pour l’agriculture” Rapport de synthèse – le ministère de l’environnement et du développement durable: la République Tunisienne: 2009 “4eme Rapport National sur la diversité”.P. 29, 34.

AGASTIAN P, KINGSLEY SJ, VIVEKANANDAN M (2000).Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes.

ALEM C et AMERI, 2005- Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l’orge. BioAlliance. Canada- Morocco Vol.4, N°1: p20-31. Algérie. Aperçu sur le patrimoine génétique autochtone. I.T.A.F. Institut Technique de and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton .

Argenson c, Regis S, Jourdian J-M et Vaysse P. (1999). L’olivier. Ed: Ctiff. PP169- 182.

ASPINALL, D., AND PALEG, L.G. (1981).Proline accumulation: Physiological aspects. In *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants* (L.G.Paleg and D. Aspinall, eds.), pp.205-241.(Academic Press: Sydney.)

Attia F., Effet du stress hydrique sur le comportement écophysologique et la maturité phénologique de la vigne *vitis vinifera* . L : Etude de cinq cépages autochtones de midi-pyrénées. Université de toulouse . formation doctorale : science Agronomique. p : 13-47.

Aziz H, Abdelmadjid B. , Mostefa S ., “ évolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes” , sciences et changement planétaire/ Sécheresse. Volume 18, N° 4, 314-20, Article scientifique DOI : 10.1684/sec., 2007. 99p.

Bammoun A., 1997 : Contribution à l’étude de quelques caractères morphologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur, *Triticum turgidum* esp. Durum , pour l’ étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l’ouest Algérien. Thèse de Magistère. P : 1-33.

BATAMOUNY. NH., 1993.adaptation of plants to saline condition in arid régions. Egypt academy publisher in the Netherlands; 13-20.

Beck J.S., Danks F., 1983 - Determinación del umbral de tratamientos para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel, Diptera, Tephritidae) en olivar destinado a la producción de aceite. Bol.Sanid. Vegetal Plagas Vol. 21 n° 4, 1995. P. 577-588.

Belhassen E , This D, Monneveux p., 1995 : l’adaptation génétique face aux contraintes de la sécheresse. Cahiers Agricultures, 4. P : 251-261.

Blum A, Ebercon A. , 1981 : cell membrane stability as a measure of drought and heat in wheat . Crop sci . 21. P : 43-47.

Boualla N., Benziane A., Derrich Z., 2012- Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'léta (bordure sud du bassin sebkha Oran). *Journal of Applied Biosciences*, vol. 53, p. 3787-3796.

Bouarroudj K., Tamendjari A et Larbat R., 2016. Quality, composition and antioxidant activity of Algerian wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*) oil. *Industrial Crops and Products*. 83: 484-491 .

Bouras N., 2015. Faisabilité de mise en place d'une indication géographique sur l'olive de table variété "SIGOISE", Thèse, ENSA. de Sig-W. Mascara. 187 pages.

Cerezo, M., Garcí6a-Agust6n, P., Serna, M. D. and Primo-Millo, E. 1997. Kinetics of champignons. Paris, 147p.

CHARTZOULAKIS. K., KLAPAKI. G., 2000 :Response of two green house pepperhybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247-260.

Chesworth W., 2008- Encyclopedia of Soil Science, *Ed. Springer Dordrecht*, Berlin, p. 902. d'union des operateurs economiques pour le Renouveau du Monde Agricole et Rural. 23p. de cinq variétés d'olivier; (*Olea europaea* L.) à la station expérimentale Tessala El merdja defences. *Plant, cell & environment* 23(8): 853-862.

Cornic G, Massacci A., 1996 : Leaf photosynthesis under drought stress. In : photosynthesis and the environnement, N.R Baker (ed.). *advances in photosynthesis Vol 5_Govindjee series editor Kluwer Academic publishers, Dordrecht ISBN 0-7923-4316-1.*

Cornic G, Massacci A., 1996 : Leaf photosynthesis under drought stress. In : photosynthesis and the environnement, N.R Baker (ed.). *advances in photosynthesis Vol 5_Govindjee series editor Kluwer Academic publishers, Dordrecht ISBN 0-7923-4316-1.*

DJeridane AM Yousfi ; B . D. ; Boutassouna, p. ; Stocker and N VIDAL, "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds", *Food chemistry*, (2006), 97 : 654-660.

Douaik A., 2005- Evaluation of the space-time variability of soil salinity by statistical, geostatistical, and bayesian maximum entropy methods. *These de Doctorat (Ph.D.)*, Université de Ghent, p 211.

Francis M. "Cooper enzymes isolated plantes", *plant physiol* 24, 1949, (1970), pp 1-15.

Gaucher R. ;Burdin S. " Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés " . Paris : PUF , (1974) ; 234p.

Ghassemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A., 1995. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Wallingford, Oxon, UK.

HADJADJ S., BISSATI S., et DJERROUDI O., 2009- Effet de trois régimes de dilution d'eau de mer sur des marqueurs moléculaires (proline et sucres solubles) de plantes juvéniles d'*Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (PURSH) NUTT.

Hamdia, M. and Shaddad, M. 2010. Salt tolerance of crop plants. *Journal of Stress*

Hamdy A. " Saline irrigation and management for a sustainable use. In : Advanced short course on saline irrigation proceedings ", thèse de doctorat, Agadir Marocco, (1999) : 152-227.

Hernandez, J., Jimenez, A., Mullineaux, P. and Sevilla, F. 2000. Tolerance of pea p122

Higazy M., Shehata M. ; Allam A. "Free proline relation to salinity of three sugar beet varieties ". *Egypt J . Agric Res*, (1995) ; 73 : 175-89.

HIRECHE Y. , 2006 : Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis . UNIVERSITE ALHADJ LAKHDAR , BATNA, MAGISTERE , P 6.

Hopkins W. G.,(2003). *Physiologie végétale*. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 61- 476.
Joseph, B. and Jini, D. 2011. Development of salt stress-tolerant plants by gene

Kasraoui. F. *Med*, (2010). L'olivier. Le site officiel de l'Ing. *Med*.p2-5.

Loussert R et Brousse E., 1978. L'olivier. Ed. maisonneuve et Lose, Paris.464 p.

Loussert R. et Brousse G., 1978. L'olivier. *Techniques Agricoles et production MAILLARD R*, 1995 - L'olivier. Institut de vulgarisation pour les fruits, légumes et manipulation of antioxidant enzymes. *Asian journal of agricultural research* 5(1): 17-27. Méditerranéennes. Collection dirigée par Coste René. G.P. Maisonneuve et Larose.Paris447P.

MELONI. D.A., OLIVA. M.A., RUIZ. H.A., MARTINEZ. C.A., 2001 : Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *J. Plant Nutr.* 24, 599-612.

Mendil, M., & Sebai A., 2006. Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier. L'olivier en Merdja (Birtouta, ALGER). Mémoire. Ing Agro. Université de TIZI OUZOU. PP: 1- 44.

MISSAT L., 2015. Perspectives de développement de l'olivier dans les Monts des Ksour. Mémoire de master .128 pages.

MOHAMMAD. M., SHIBLI. R., ADJOUNI. M., NIMRI. L., 1998: Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667-1680.

Mushtaq A., Hanif M. A., Ayub M. A., Bhatti I. A et Romdhane M., 2020. Olive. *Medicinal Plants of South Asia* , Edition Novel sources for drug discovery: 541-555 pages.

NEFZAOUI A., 1993. Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits, Edition :Ciheam .Paris : (1): 11-14 pages. nitrate uptake by Citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. Plant Science 126(1): oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus.

Ozenda p. “observation sur la végétation d’une région semi-aride : les hauts plateaux du sud algérois ” Bull soc Hist Nat AFN, (1954) ; 45 : 189-224.

PARIDA AK, DAS AB, MITTRA B, (2003).Effect of NaCl stress on the structure, pigment complex composition and photosynthetic activity of mangrove Bruguiera parviflora chloroplasts. Photosynth. 41: 191-200.

Passioura JB., 1996 : drought and drought tolerance. Review plant growth Regulation . 20.p : 79-83.

Peralbo-Molina Á., De Castro M. D. L., 2013. Potential of residues from the Mediterranean agriculture and agrifood industry. Journal of Trends in Food Science and technology. 32(1):16-24. Physiology & Biochemistry 6(3): 64-90. Planta 203(4): 460-469..porte greffe d'oliviers en France. Inf. oléic. Inst., N 31. p13.

Quezel p. , Babero M. , “variations climatiques au sahara et en afrique sèche depuis le policène ” : Enseignement de la flore et de la végétation actuelle, Bull. Ecol. , 1993 ; 24 : 191-202.

REBOUR H., 1968 - Fruits méditerranéen, autre que les légumes. Ed LA maison rustique, Paris, 65-68. région de Sfax. Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Fac. Sc. Sfax, 249p.
A., 2007. Physiologie de l’olivier et ses besoins. ITAF.

REYNOLDS, A. J., TEMPLE, J. A., ROBERTSON, D. L., & MANN, E. A.(2001). Long-term effects of an early childhood intervention on educational achievement and juvenile arrest: A 15-year follow-up of low income children in public schools. Journal of the American Medical Association, 285(18), 2339-2346.

Rol R. et Jacamon M., 1988 - Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. Ed. La Maison rustique, Paris, p51.

Rozema, J., Flowers, T., 2008. Crops for a salinized world. Science 322, 1478–1480

Rubio De Casas R. Besnard G., Schoen swetter P., Balguer L. Vargas P. 2006. Extensive gene flow Blurs phylogenetic signal in olea europea L. Theoretical and applied genetics P30

S; BEKHOUCHE N ; AKMOUCHE H., 2012. La culture de l’olivier, Tessala El Merdja-Birtouta– Alger, P32 Vicia faba plants under salinity stress. African Journal of Biotechnology (4):210-222.

Seyed L Rouhollah M, Mosharraf M, Houssain M Ismail M, Rahman M., 2012 : water stress in plants : causes, Effects and reponses Water stress, prof. Ismail Md Mofizur Rahman (Ed.), ISBN : 978-953-307-963-9, in Tech,

Unesco, "les plantes médicinales des région arides. Recherches sur les régions arides " ; Rev ., paris , (1996),99p

Villa, P., 2006. *La culture de l'olivier*. Eds., Vecchi S.A, Paris.143p.

WALID L.D., SKIRDEJ A., ELATTIR H., 2003. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA.

WANG. Y., NIL. N., 2000 : Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpirationinn Amaranthustricolorleavesduringsalt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75,623- 627.

Zhu J.-K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Biol. Volume 53, pp 247–273.

ANNEXES

Annexes stress hydrique

- Annexe 1 : Tableau ANOVA Teneur en chlorophylle a

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	189,1258	1	189,1258	1102,636	0,000000
Variété	1,9580	5	0,3916	2,283	0,066849
Traitement	2,3032	2	1,1516	6,714	0,003326
Variété*Traitement	0,9228	10	0,0923	0,538	0,851478
Error	6,1748	36	0,1715		

- Annexe 2 : Tableau ANOVA Teneur en chlorophylle b

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	65,46214	1	65,46214	6200,672	0,000000
Variété	0,81567	5	0,16313	15,452	0,000000
Traitement	0,77463	2	0,38732	36,687	0,000000
Variété*Traitement	0,30198	10	0,03020	2,860	0,009969
Error	0,38006	36	0,01056		

- Annexe 3 : Tableau ANOVA Teneur en sucres solubles

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	1019,197	1	1019,197	12675,31	0,000000
Variété	3,143	5	0,629	7,82	0,000046
Traitement	4,318	2	2,159	26,85	0,000000
Variété*Traitement	1,924	10	0,192	2,39	0,026999
Error	2,895	36	0,080		

- Annexe 04 : Tableau ANOVA Teneur en proline

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	5,313526	1	5,313526	541,0887	0,000000
Variété	0,267478	5	0,053496	5,4476	0,000784
Traitement	0,850742	2	0,425371	43,3165	0,000000
Variété*Traitement	0,625575	10	0,062557	6,3704	0,000015
Error	0,353522	36	0,009820		

Annexes Stress Salin

Annexe 05 : Tableau ANOVA Teneur Relative En Eau

EFFECT	Univariate Tests of Significance for Teneur Relative en Eau (Spreadsheet2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	259313,7	1	259313,7	9645,343	0,000000
Vareté	6003,5	5	1200,7	44,660	0,000000
Concentration du sel	10229,0	3	3409,7	126,825	0,000000
Vareté*Concentration du sel	8229,9	15	548,7	20,408	0,000000
Error	1290,5	48	26,9		

Annexe 06 :Tableau ANOVA Teneur en Proline

EFFECT	Univariate Tests of Significance for Teneur en proline (Spreadsheet2) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	0,199422	1	0,199422	2494,505	0,000000
Vareté	0,002226	5	0,000445	5,569	0,000401
Concentration du sel	0,010405	3	0,003468	43,384	0,000000
Vareté*Concentration du sel	0,003384	15	0,000226	2,822	0,003257
Error	0,003837	48	0,000080		

Anexe 07 :Tableau ANOVA Teneur en Chlorophylle "a"

EFFECT	Univariate Tests of Significance for Teneure en chlorophylle b Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	55,65988	1	55,65988	1720,552	0,000000
Variété	2,06858	5	0,41372	12,789	0,000000
Traitement	1,25785	3	0,41928	12,961	0,000003
Variété*Traitement	1,54923	15	0,10328	3,193	0,001129
Error	1,55280	48	0,03235		

ANEXE 08 :Tableau ANOVA Teneur en Chlorophylle "a"

EFFECT NO	Univariate Tests of Significance for Teneure en chlorophylle a Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	84,69803	1	84,69803	1353,801	0,000000
Vareté	1,21202	5	0,24240	3,875	0,004974
Concentration du sel	2,08332	3	0,69444	11,100	0,000012
Vareté*Concentration du sel	0,88976	15	0,05932	0,948	0,520795
Error	3,00303	48	0,06256		

ANEXE 09 :Tableau ANOVA Teneur en Chlorophylle“ b”

EFFECT	Univariate Tests of Significance for Teneur ensucres solubles Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	84,69803	1	84,69803	1353,801	0,000000
Vareté	1,21202	5	0,24240	3,875	0,004974
Concentration du sel	2,08332	3	0,69444	11,100	0,000012
Vareté*Concentration du sel	0,88976	15	0,05932	0,948	0,520795
Error	3,00303	48	0,06256		

Caractéristiques des variétés étudiées

AZERADJ

Appelée aussi, Azadj ou adjeraz, originaire de la région de seddouk, wilaya de Bejaia , c'est une variété à double fin (huile et olive de table) , de saison , résistante à la sécheresse . Le rendement moyen d'huile est de 24 à 28 %.

La productivité de la variété est moyenne et alternante. La multiplication par bouturage herbacé, donne un résultat moyen de 45%.



a. Rameau en plein floraison



b. Rameau à fruits murs

Ferkani

Variété à huile appelée aussi Ferkane, originaire de la wilayade tebessa et réponndue à travers la région des aurès , c'est une variété précoce , résistante au froid et à la sécheresse recommandée pour les régions steppiques et présahariennes. La productivité est bonne et peu alternante, le rendement en huile est élevé.



a. Rameau fructifié



b. fruits en plein maturité

LIMLI

Appelée aussi Imeli ou Limeli, originnaire de la région de Sidi Aich , wilaya de Bejaia et réponde à travers les versants montagneux de la basse vallée de la Soummam jusqu'au littoral, c'est une variété à huile , précoce , peu tolérante au froid mais résistante à la sécheresse et le rendement moyen en huile est de 20à40%.



a. Rameau en plein nouaison



b. Rameau à produits murs

LONGUE DE MELIANA

C'est une variété originaire de Miliana et réponde à travers les régions de Cherchell et le littorale de Tenes, C'est une variété à double fin (olive de table et huile d'olive), tardive, sensible au froid et à la sécheresse. , sa productivité et moyenne et alternante.



a. Rameau au début de floraison



b. Branche à la phase de véraison

SIGOISE

Appelée aussi, olive de Tlemcen ou olive de Tell, originaire de la plaine de Sig, Wilaya de Mascara. C'est une variété à double aptitude (huile et olive de table), de saison, moyennement résistante au froid et à la sécheresse.

La productivité de cette variété est bonne et la réponse moyenne au bouturage herbacé est importante, elle est de 65%.



a. Bouture herbacé production



b. Branche en plein

Arbequina

Variété destinée pour la production d'huile. Actuellement la principale variété plantée dans le monde grâce à son adaptation au système de plantation à haute densité (hyper-intensif) et à la récolte mécanisée.

Variété de faible vigueur très adaptée au climat froid.



a. Plante en plein production



b. plante en plein véraison des fruits