



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion Durable des Écosystème et Protection de L'Environnement

Intitulé :

---

## Evolution de la chlorophylle par SPAD des semis de chêne kermès en conditions de stress thermique

---

Présenté et soutenu par : BENFEDDA Randa

Le : 28/06/2016

Jury d'évaluation :

Président du jury : BAZRI Kamel Eddine (MCB- UFM Constantine),

Rapporteur : ALATOU Djamel (Professeur - UFM Constantine),).

Examineurs : ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MAA - UFM Constantine).

*Année universitaire*  
2016 - 2017



## DEDICACE

*Je dédie ce mémoire qui est le fruit de mes années d'étude qui sont pleines de réussite à ce qui m'a données l'amour, la joie et le bonheur, qui ma aider dans toute les phases de ma vie moralement et matériellement à qui je suis très reconnaissante et qui je dois tout le respect du monde et qui j'aime le plus au monde « mes parents »*

*A mes très chères frères « Haider » et « Abdelrahmen »*

*A mes très chères sœur « Darine » et « Djana »*

*A mon fiancé pour ses sacrifices, son soutien moral et matériel, sa gentillesse sans égal, sa profond attachement m'ont permis de réussir mes études.*

*A mes très chères amies IMEN . MAHA .MERIEM .DALILA  
ET AHLEM qui vécu avec eux des bons et mauvais moments  
durant ces années d'étude*

*En fin A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail*

## Remerciements

*Avant toute chose, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir éclairé et guidé mes traces sur le chemin de la science et du savoir, me donnant la force, la pertinence et la volonté dans mon travail.*

*Mes remerciements vont à mon encadreur monsieur :  
ALATOU Djamel Professeur à l'université Mentouri-Constantine pour ces précieux conseils tout au long de mes études, sa contribution à l'avancement de mon mémoire et son soutien.*

*Mes remerciements les plus sincères s'adressent au président du jury MCA. BAZRI KED*

*Mes remerciements vont également aux membres de mon jury, MAA. ARRFA AMT pour avoir pris le temps de lire et d'évaluer ce travail. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance.*

*Nos sincères remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin directement ou indirectement à la réalisation de ce travail*

*Je tiens à remercier Mlle Touaba Cheïma pour ses conseils de grandes valeurs, sa disponibilité, et son aide à la réalisation des expériences et de la préparation de ce mémoire.*

*Je remercie également ma famille qui m'a encouragé tout au long de mes études de même que mon entourage proche et mes amies qui m'ont aidé à leur manière à l'achèvement de ce mémoire.*

## Liste des figures

<b>Figure1.</b> Carte de Répartition de chêne kermès dans le monde .....	<b>03</b>
<b>Figure2.</b> Ensemble des observations sur les modifications physiologiques et métaboliques induites par les températures extrêmes. Levitt (1980).....	<b>10</b>
<b>Figure 3. :</b> Morphogenèse d'un semis de chêne kermès cultivé en conditions contrôlées (x : écailles ;  limbes avortés ;  limbe assimilateur.....	<b>17</b>
<b>Figure 4.</b> états des semis de chêne kermès après le stress (durée 26 jours ).....	<b>18</b>
<b>Figure 5.</b> Stade de transfert : développement des semis après transfert à température de 38°C.....	<b>19</b>
<b>Figure 6.</b> Variations des teneurs en chlorophylle des feuilles de chêne kermès au niveau des différentes vagues de croissance .....	<b>20</b>
<b>Figure 7.</b> Variations des teneurs en chlorophylle chez les feuilles de chêne Kermès en fonction des différents stress .....	<b>22</b>
<b>Figure 8.</b> Variation de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau de vague de croissance chez les semis de chêne kermès en conditions semis contrôlées .....	<b>23</b>
<b>Figure 9.</b> Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse de semis des chênes kermès cultivées en condition semi contrôlées .....	<b>23</b>
<b>Figure 10</b> Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues des semis du chêne kermès à 9 h du matin .....	<b>24</b>
<b>Figure 11</b> Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse .....	<b>24</b>
<b>Figure 12.</b> Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues des semis du chêne kermès à 11h.....	<b>25</b>
<b>Figure 13.</b> Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse.....	<b>25</b>
<b>Figure 14.</b> Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues de croissance des semis du chêne kermès à 13 h.....	<b>26</b>
<b>Figure 15. :</b> Corrélation entre chlorophylle et intensité lumineuse.....	<b>26</b>

**Figure 16.** : Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues de croissance des semis du chêne kermès à 15 h.....27

**Figure 17.** Corrélation entre chlorophylle et intensité lumineuse.....27

## Liste des photos

<b>Photo 1. Arbre de chêne kermès.....</b>	<b>04</b>
<b>Photo.2 Caractères morphologiques du chêne kermès A : Feuille B : Gland mature C : Fleur D :Cupule.....</b>	<b>05</b>
<b>Photo 3. Chambre de culture : Semis du Chêne kermès.....</b>	<b>13</b>
<b>Photo 4. Mesure de la chlorophylle par le SPAD.....</b>	<b>14</b>
<b>Photo 5. Mesure de l'intensité lumineuse par un luxmètre .....</b>	<b>15</b>
<b>Photo 6. Croissance rythmique du chêne kermès par unité vagues de croissance.....</b>	<b>16</b>

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1 : Analyse de la variance de la chlorophylle .....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau 2 : Test Newman-Keuls à 5% (température).....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau 3 : Analyse de la variance.....</b>	<b>22</b>

## Liste des abréviations

**APG** : Angiospermsphylogény group

**SPAD** : Soil And Plant AnalyzeDevelopments

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>01</b>
---------------------------	-----------

## **CHAPITRE I : Synthèse bibliographique**

<b>I.1. Caractères du chêne kermès</b> .....	<b>03</b>
--	-----------

I.1.2 Aire de répartition .....	03
---------------------------------	----

I.1.3 Taxonomie.....	04
----------------------	----

I.1.4 Caractères botaniques.....	04
----------------------------------	----

I.1.5 Ecologie du chêne kermès .....	06
--------------------------------------	----

I.1.6Caractères biologiques.....	06
----------------------------------	----

I.1.7Qualités technologiques et usage du bois.....	07
--	----

<b>I.2 Morphogenèse</b> .....	<b>07</b>
-------------------------------	-----------

I. 2.1 Croissance rythmique.....	07
----------------------------------	----

I.2.2.1 Croissance rythmique des chênes.....	08
--	----

<b>I. 3 le stress</b> .....	<b>09</b>
-----------------------------	-----------

I.3.1 Réponse des plantes aux stress thermique .....	09
--	----

I. 3.2 Effet de stress thermique.....	10
---------------------------------------	----

I. 3.3 Paramètre biochimique .....	11
------------------------------------	----

I. 3.3.1 La chlorophylle.....	11
-------------------------------	----

I. 3.3.2 Le rôle de chlorophylle .....	12
--	----

## **CHAPITRE II : Matériels et méthodes**

II. 1.Matériel végétal.....	13
-----------------------------	----

II. 2. Matériels utilisés .....	13
---------------------------------	----

II. 2.1 SPAD.....	13
-------------------	----

II. 2.2 Luxe mètre.....	14
-------------------------	----

II.3. Traitement appliqués.....	15
---------------------------------	----

II.3.1 Stress thermique.....	15
------------------------------	----

II.3.2 Intensité lumineuse.....	15
---------------------------------	----

II. 4. Analyse statistique.....	16
---------------------------------	----

### **CHAPITRE III : Résultats et discussion**

<b>Résultats.....</b>	<b>17</b>
III.1. Croissance rythmique du chêne kermès .....	17
III.2. Teneur en chlorophylle.....	20
III.3. Evolution de la chlorophylle avec la lumière en condition semi contrôlées .....	23
III. 3.1 Condition semi contrôlées .....	23
III. 3.2 Condition de pleine lumière .....	24
<b>Discussion.....</b>	<b>28</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>

### **Références bibliographiques**

# INTRODUCTION

## **Introduction**

En Algérie, les chênes représentent un capital forestier, ils couvrent des superficies étendues notamment dans le Nord et le Nord-Est, soit environ 40 % de la forêt Algérienne (Alatou, 1994).

Cependant, les végétaux peuvent subir des stress mettant un frein à leur croissance et les empêchent d'effectuer la photosynthèse correctement, les basses et les hautes températures font partie de ces stress.

Les plantes réagissent aux variations de température en ajustant immédiatement leur activité aux nouvelles conditions. Lorsque les changements du climat thermique sont persistants, les ajustements en jeu impliquent des modifications plus ou moins rapides et durables du métabolisme.

On a choisi d'étudier une espèce très répandue : le chêne kermès (*Quercus coccifera*) qui est une espèce typiquement méditerranéenne, limitée au bassin méditerranéen. En Algérie, il occupe surtout la partie orientale du tel, en basse et moyenne altitude (Alatou, 1984).

Selon (Bondy 1957), le chêne kermès localise dans les étages bioclimatiques humides et subhumides. Il est bien adapté à la sécheresse.

La croissance est un processus par lequel les organismes vivants grandissent, au travers de transformations morphologiques et fonctionnelles, jusqu'à atteindre leur maturité physiologique. Champagnat *et al.* (1969) in Barnola *et al.* (1993) quantifie la croissance par l'ensemble des phénomènes biologiques qui se traduit par une augmentation irréversible de dimension et poids d'un individu ou des organes qui le composent.

Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peuvent se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures.

Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au-delà, elle

s'annule (Hopkins, 2003).

C'est dans ce contexte, que notre étude se veut à la fois la connaissance du degré de tolérance de l'espèce et sa réaction éco-physiologique vis-à-vis du stress thermique et les variations de la chlorophylle, tout en essayant de comprendre le rôle de la lumière dans la morphogenèse et la croissance des semis chêne kermès .

*SYNTHESE BIBIOLGRAPHIQUE*

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

### I.1 Caractères du chêne kermès

Le Chêne kermès (*Quercus coccifera* L. de la famille des Fagacées) est un petit arbuste à feuilles persistantes que l'on trouve dans les régions méditerranéennes dans la garrigue. Il est appelé pour cette raison Chêne de garrigue. On devrait l'appeler Chêne à Kermès du nom de la Cochenille qui le parasite.

#### I.1.2 Aire de répartition

Espèce originaire du bassin méditerranéen, peu étendue, limitée à la zone côtière (Gausson, 1958 in Dergaoui, 1994). Indigène dans le Sud de l'Europe, en Afrique du Nord et l'Asie mineure (Somon, 1987 in Laifaoui, 1995). On le trouve au Portugal et en France.

En Algérie, il couvre 51.000 ha (Boudy, 1955), entre Annaba et la Calle, sur les dunes côtières dans l'Algérois, en Kabylie, à Blida, dans l'Oranie, aux environs de Mostaganem et de Mascara. (Nibouche, 1998).

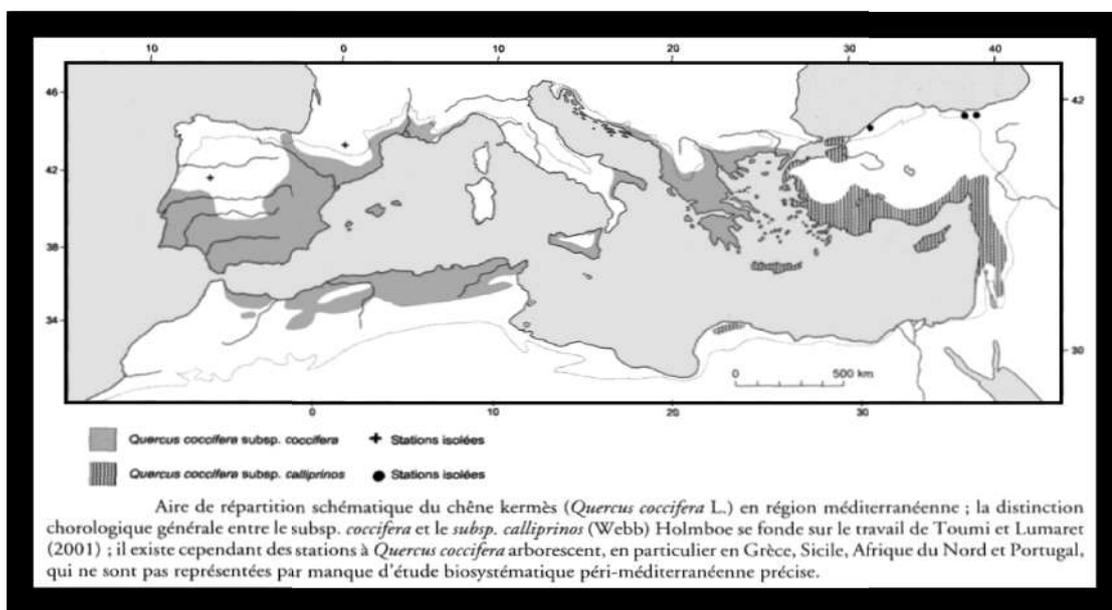


Figure 1. Aire de répartition de chêne kermès dans le monde

### **I.1.3 Taxonomie**

APG III (Chase et Reveal., 2009).

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Clade : Fabidées

Ordre : Fagales

Famille : Fagacées

Genre : *Quercus*



**Photo 1** : Arbre de chêne kermès

### **I.1. 4 Caractères botaniques**

- ❖ **Hauteur** : affecte le plus souvent la forme buissonnante. Il peut cependant, en bon sol, donner un petit arbre de 6 à 7 mètres de hauteur.(Boudy, 1955).
- ❖ **Ecorce** : grise, lisse, peu crevassée.
- ❖ **Feuilles** : Feuilles alternes, assez petites (de 1-4 cm de long), très coriaces, persistant 2 ou 3 ans, courtement pétiolées, ovales ou oblongues, dentées, épineuses, d'un vert clair, glabre et luisantes sur les 2 faces.

- ❖ **Fleurs** : Espèce monoïque  
Les fleurs sont unisexuées : les fleurs mâles réunies en chatons courts, souples et pendants, les femelles isolées ou réunies par deux à l'aisselle des feuilles.
- ❖ **Pollinisation** : anémogame, entomogame.
- ❖ **Dissémination des graines** : dyszoochorie (BDNFF, 2012)
- ❖ **Floraison** : avril- mai.
- ❖ **Fruits / Cônes** : Fruits sub-sessiles sur les rameaux de la 2eme année, gland oblong ou ovoïde, strié à maturation bisannuelle. Cupule hémisphérique, hérissée d'écaillés aiguës, raides, presque vulnérantes, pubescentes, étalées ouréfléchies (Camus A, 1932 in M'hiritetal., 1994 ).
- ❖ **Enracinement** : Puissant, très riche en tannin, et joue un rôle très important dans la fixation des sables.



A



B



C



D

**Photo2** :Caractères morphologiquesdu chêne kermès

- A : Feuille
- B :Gland mature
- C : Fleur
- D : Cupule

### I.1. 5 Ecologie du chêne kermès

Essence thermophile de plaine ou de basse montagne, il atteint jusque 1000-1200 m d'altitude sur les pentes ensoleillées des adrets. on trouve aussi bien dans les zones littorales recevant 1000 mm/ an de pluie ( Annaba, el kala ) que dans celles de l'intérieur , ou il se contente de 400 450mm/an ( Sebdu, bel Abbes , Saida ) il disparaît cependant dès que l'aridité est accusée il résiste aux embruns marins .

- ❖ **Etage bioclimatique** : humide et sub-humide, dans les variantes tempérées, mais pénètre cependant aussi dans les variantes douces et fraîches. (Quezel, 1975).
- ❖ **Température** : minimale :- 4°C.
- ❖ **Pluviométrie** : 400 à 450-1000 mm (Boudy, 1955).
- ❖ **Etagement altitudinal** : Essence de plaine et de plateaux ne dépassant jamais 1000 mètres d'altitude.
- ❖ **Etage de végétation** :
  - méditerranéen supérieur.
  - mésoméditerranéen (Quezel et Barbero, 1982; Rivas Martinez, 1982 in M'hiritet *al.*, 1994).
- ❖ **Sol** : Indifférent à la nature chimique du sol, il pousse de préférence sur les talus. Il est bien adapté aux sables ; dans les dunes maritimes. Il végète aussi bien sur des terrains siliceux que sur des terrains calcaires (Nibouche, 1998).
- ❖ **Tempérament** : Très robuste : s'il s'accroche au sol, il est très difficile de l'extirper à cause de sa remarquable faculté de drageonner.

### I.1. 6 Caractères biologiques

- ❖ **Régénération**
  - Rejette vigoureusement de souche et drageonne abondamment.
- ❖ **Ennemis**
  - Insectes** : *Kermococcus vermilio*, cochenille qui provoque des galles (excroissances) rouges.

### I.1.7 Qualités technologiques et usage du bois

- ❖ **Bois** : très compact, très lourd et très dur, il a les mêmes qualités et défauts que celui du chêne vert (placages, charronnage), il est excellent. Pour le chauffage et son charbon est de qualité.
- ❖ **Utilisation** : écorce fort estimée pour le tannage (surtout l'écorce des racines). On utilisait autrefois une cochenille, qui s'établit sur les rameaux de ce Chêne, nommée Kermès (*Kermococcus vermilio*), pour la fabrication d'une teinture rouge écarlate, le carmin ; on en voit peu en Algérie.

### I.2 Morphogenèse

Chez les plantes à croissance rythmique les axes présentent des phases d'allongement séparées par des phases de repos. On appelle Unité de Croissance ou U.C. la portion de tige mise en place au cours d'une phase d'allongement ininterrompue (Hallé & al., 1978).

#### I.2.1 Croissance rythmique

De très nombreux végétaux ont été décrits comme manifestant une croissance rythmique. Ce sont par exemple des champignons (Manachère, 1971 in Vogel, 1975), de nombreux arbres des pays tropicaux et équatoriaux (Hallé et Martin, 1968 in Sabatier, 1999 ; Hallé et Oldeman, 1970 in Mialoundama, 1991; Vogel, 1975) et des végétaux des pays tempérés cultivés en chambres climatisées et à température élevée (Lavarenne-Allary, 1966 in Mialoundama, 1985 ; Lavarenne et al., 1971 in Rached-Kanouniet al., 2012).

Dans les régions tempérées et méditerranéennes, le Chêne adopte ce mode de croissance pendant la belle saison (Alatou, 1992). Au cours du printemps et de l'été la croissance du bourgeon terminal des chênes en pousses successives séparées par des périodes de repos est un caractère bien connu de leur développement. Appelées communément pousses de la Saint-Jean en France, mais aussi Summer shoots, Lammasshout, proleptie shoots (Dostal, 1967 in

Alatou,1990). Ce caractère de développement s'intègre dans la définition des « rythmes biologiques ».

Le terme « rythme » désigne en fait les caractéristiques temporelles du cycle lorsque celui-ci se déroule régulièrement dans le temps (période), ou ses caractéristiques spatiales lorsqu'il est construit régulièrement dans l'espace (ex : nombre de feuilles, dimension de l'axe caulinaire) (Millet et Manachere, 1983 in Alatou, 1990). Pour Chouard (1969) cité par Vogel(1975) c'est "la répétition d'un phénomène à intervalles ou périodes plus ou moins réguliers".

### **I.2.1.1 Croissance rythmique des chênes**

La croissance rythmique du Chêne fait partie des rythmes de basse fréquence dont l'ordre de grandeur de sa période est d'environ trois semaines (Barnola *et al.*, 1986 in Rached-Kanouni *et al.*, 2012 ; Alatou, 1990).

Pour les espèces originaires des régions tempérées et méditerranéennes, la croissance annuelle d'une tige peut se réaliser au cours d'une ou plusieurs vagues d'allongements successives qui se traduisent par la mise en place de pousses annuelles constituées d'une ou plusieurs « unités de croissance » et qualifiées respectivement de « mono- ou polycycliques » (Vogel, 1975).

Pour décrire la croissance rythmique d'une tige, Hallé et Martin (1968) in Sabatier (1999) ont défini : « l'unité de morphogenèse » comme la portion de tige initiée par le méristème apical durant une phase d'organogenèse continue et « l'unité de croissance » comme la portion de tige mise en place au cours d'une phase d'allongement continue.

Chez le chêne, ces unités de morphogenèse sont édifiées de la même manière et chaque étage comporte sur un axe orthotrope des ensembles foliaires de nature différentes : Ecaillés stipulaires, limbes assimilateurs et en fin d'étage des ensembles foliaires à limbe avorté. Cette croissance polycyclique est surtout fréquente chez les jeunes sujets (drageons, rejets, jeunes arbres) et tend à disparaître lorsque l'arbre devient adulte (Alatou, 1994). Elle concerne seulement le système aérien.

### **I. 3 Le stress**

Le stress correspond à toute condition de l'environnement ou combinaison de conditions qui empêche la plante de réaliser l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la reproduction. Chez les plantes cultivées, la baisse du rendement due à ces conditions peut atteindre 50% (Jones et Qualset, 1984). Les principaux stress peuvent être classés en deux catégories : biotique et abiotique (Orcutt et Nilsen, 2000).

Les plantes sont généralement soumises à des stress qui se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et de sa productivité (Wang *et al.*, 2001; Arauset *al.*, 2002). Les principaux stress peuvent être classés, en quatre catégories : physiques, chimiques, biotiques et anthropogéniques (Orcutt *et al.*, 2000).

#### **I.3.1 Réponse des plantes aux stress thermique**

Dans le règne végétal, la température fait partie des contraintes environnementales les plus importantes. Elle est responsable de la distribution et de la productivité des plantes. Certaines

espèces possèdent des propriétés physiologiques qui leur confèrent une meilleure tolérance aux variations thermiques, notamment aux situations les plus extrêmes, des basses et des hautes températures (Sung *et al.*, 2003).

La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable, certaines sont tuées ou lésées par des baisses modérées de température, alors que d'autres parfaitement acclimatées sont capables de survivre au gel des dizaines de °C en de zéro (Hopkins, 2003).

Les plantes mettent donc en œuvre des stratégies d'adaptation et de défense aux stress (Netting, 2002). Pour cela, elles possèdent des mécanismes de perception et de signalisation très complexes, leur permettant de produire une réponse plus ou moins spécifique du type de stress (Wang *et al.*, 2003).

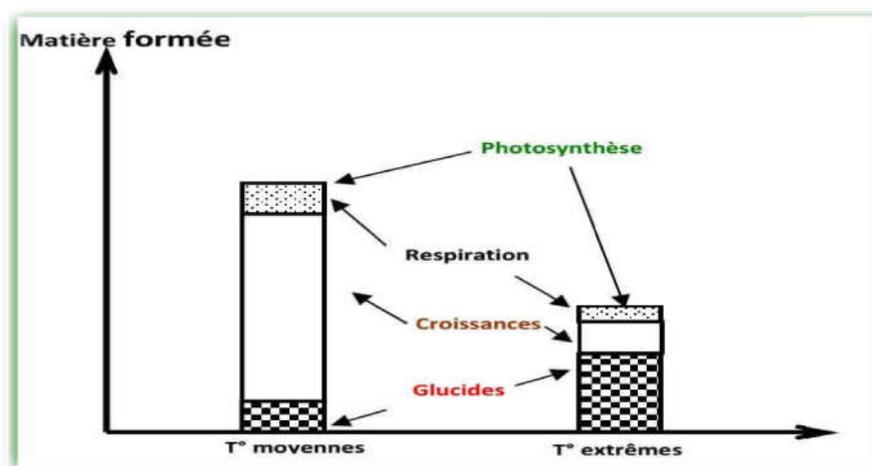
### I.3.2 Effet de stress thermique

L'effet du stress thermique augmente rapidement à mesure que la température augmente au-dessus d'un seuil et les effets complexes d'acclimatation peuvent se produire et dépendent de la température ainsi que d'autres facteurs environnementaux. En outre, les espèces diffèrent dans leur sensibilité aux températures élevées.

Lorsque la température optimale du développement d'une plante est dépassée, le rendement des cultures baisse ; cette température optimale varie d'une plante à l'autre. La plupart des plantes cultivées craignent les hautes températures, même pendant des laps de temps courts. Une température de l'air entre 45 et 55°C pendant une demi-heure abîme directement les feuilles des plantes dans la plupart des cas, et même des températures plus basses (entre 35°C et 40°C) peuvent être graves si elles persistent (Hopkins, 2003).

Les températures extrêmes peuvent causer la mort prématurée des plantes, elles réduisent la croissance et limitent la productivité. Les évaluations s'étendent jusqu'à une diminution de 17 % du rendement pour chaque augmentation en moyenne d'un degré Celsius de la température (Lobell et Asner, 2003).

L'ensemble des observations sur les modifications physiologiques et métaboliques induites par les températures extrêmes permet de dresser un tableau général, une sorte de portrait type, le schéma de Levitt (1980), résume les principales caractéristiques.



**Figure 2 :** Ensemble des observations sur les modifications physiologiques et métaboliques induites par les températures extrêmes. Levitt (1980),

### I.3.3 Paramètre biochimique

#### I.3.3.1 La chlorophylle

La chlorophylle est un composé chimique indispensable à la photosynthèse. Elle est présente dans tous les organismes végétaux (Cereve, 1999). Chez les plantes supérieures, on la rencontre dans les cellules des feuilles et des tiges vertes (Kerbrat, 2001). Ce pigment, situé dans les chloroplastes des cellules végétales, absorbe la lumière utilisée par la photosynthèse, mécanisme de transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique.

C'est un pigment présent dans toutes les plantes vertes sur terre. On estime que près d'un milliard de tonnes de chlorophylle sont synthétisées par les plantes chaque année surtout la surface de la terre (Brown et al., 1998). La chlorophylle peut avoir plusieurs structures chimiques, les deux principales étant :

La chlorophylle a est le pigment photosynthétique le plus commun du règne végétale il est présent chez tous les végétaux aquatiques et terrestres ( $\approx 3$  g/kg de feuilles fraîches). La mesure de sa concentration dans l'eau est utilisée comme indicateur de la quantité de plancton végétal (phytoplancton, base principale du réseau trophique aquatique). Les taux de l'eau en chlorophylle sont donnés en  $\mu\text{g chl a/L}$ .

La chlorophylle b se trouve chez les cormophytes (végétaux supérieurs) et les chlorophycées algues vertes à des teneurs moindres ( $\approx 0.75$  g/kg MF).

Trois autres formes sont moins communes :

- ❖ **La chlorophylle c(c1, c2)** chez les phéophycées (dites algues brunes),
- ❖ **La chlorophylle d** identifiée en 1943 et retrouvée chez les rhodophycées (dites algues rouges),
- ❖ **La chlorophylle f** identifiée en 2010 dans certains stromatolithes. elle a pour caractéristique une absorption décalée vers le rouge par rapport aux autres chlorophylles.

### **I.3.3.2 Le rôle de chlorophylle**

Ces pigments réalisent les premières étapes de la photosynthèse, c'est-à-dire les étapes photochimiques. Après absorption de photons, les molécules de chlorophylle sont excitées, avec transition électronique, certains de leurs électrons étant expulsés de leur orbite. Les états excités, de courte durée de vie, peuvent donner lieu à une perte d'électrons énergisés, origine d'un transfert réducteur.

Plusieurs états moléculaires de la chlorophylle assurent ainsi d'une part la collecte énergétique de photons et d'autre part la réduction de transporteurs d'électrons. Cette double fonction permet la transformation du bioxyde de carbone et de l'eau en molécules organiques, c'est-à-dire photosynthèse. Leur rôle de sensibilisateurs de réactions enzymatiques à l'énergie lumineuse fut longtemps traduit par l'expression d'assimilation chlorophyllienne, premier nom de la photosynthèse.

On a attribué aussi aux chlorophylles des propriétés désodorisantes dues sans doute à ce qu'elles fixent différentes substances et les soustraient à l'odorat.

La chlorophylle vient d'un pigment vert trouvé dans les cyanobactéries et les chloroplastes des algues et des plantes. La chlorophylle est une biomolécule extrêmement importante, essentielle dans la photosynthèse, ce qui permet aux plantes d'absorber l'énergie de la lumière

La chlorophylle absorbe la lumière la plus forte dans la partie bleue du spectre électromagnétique, suivie par la partie rouge. Cependant, il est un absorbeur pauvre de parties vertes et quasi-vertes du spectre, d'où la couleur verte, après absorption, de la chlorophylle contenant des tissus. On parle alors de spectre d'absorption surtout dans le spectre visible.

# *MATERIELS ET METHODES*

## Chapitre II : Matériel et méthodes

### II.1. Matériel végétal

Notre étude est réalisée sur des semis (plant) sont cultivées entre janvier et juin 2016 en chambre de culture dans des pots placés en conditions semi-contrôlées, sous un éclairage de 6000 lux lumière, T°température de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  et une photopériode de 16 heures et arroser régulièrement avec l'eau. Puis transférer en condition naturelles jusqu'au mois de mars et transférer en chambre de culture.



**Photo 3 :** Chambre de culture : Semis du Chêne kermès

### II.2. Matériels utilisés

#### II.2.1 Spad

L'appareil utilisé est le SPAD 502 de Minolta TM adapté aux mesures au champ. L'appareil utilisé mesure la teneur en chlorophylle en analysant la lumière transmise par le limbe dans le rouge et le proche infrarouge. SPAD est l'abréviation de « Soil And Plant Analyze Developments » (développements pour l'analyse du sol et des plantes). Valeur SPAD : valeur d'indice en corrélation avec la densité et teneur en chlorophylle, Anonyme (2009).

Le SPAD donne une mesure numérique comprise entre 0,0 et 99,9 (unités SPAD) qui est corrélée à la teneur en chlorophylle.

L'appareil a la forme d'une pince que l'on tient dans la main ; il est compact et léger et entre dans n'importe quelle poche. Il mémorise jusqu'à 30 mesures, qui peuvent être affichées une à une. Il est Étanche à l'eau.



**Photo 4** : Mesure de la chlorophylle par le SPAD

### **II.2.2. Luxe mètre**

Un luxmètre est un capteur permettant de mesurer simplement et rapidement l'éclairement réel, et non subjectif. L'unité de mesure est le lux. Ils s'adaptent également, grâce à des échelles de mesures distinctes, aux faibles et aux fortes intensités.

Le fonctionnement d'un luxmètre repose sur un capteur .Celui-ci reçoit un flux de photons qu'il convertit en signal électrique plus ou moins fort en fonction de l'intensité du flux de lumière reçu.



**Photo5** : Mesure de l'intensité lumineuse par un luxmètre

### **II.3. Traitement appliqués**

#### **II.3.1. Stress thermique**

Les semis sont transférés pendant une durée de 3 heures à des températures respectives de 32°C ,38°C ,44°C ,50 °C et 56°C dans une étuve préréglée auparavant. Les mesures sont réalisées 24 heures après le stress sur trois feuilles de chaque vague de croissance.

#### **II.3.2. Intensité lumineuse**

Les mesures sont réalisées au niveau des vagues de croissance des semis de chêne dans la chambre de culture où la lumière est contrôlée .Une deuxième mesure a été réaliser, dans des conditions de pleine de lumière.



**Photo 6** : Croissance rythmique du chêne kermès par vagues de

#### **II.4. Analyse statistique**

La comparaison de l'effet de différents niveaux de température sur la teneur en chlorophylle chez les différents vagues de semis de chêne kermès.

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance à un ou deux facteurs (vague et température), les histogrammes présentés, rejoignent des valeurs moyennes encadrées par leurs écart-type, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls, basée sur la plus petite valeur significative, en plus des corrélations établies entre les différentes variables, utilisant le logiciel Excel Stat (version, 2015). On considère que les résultats sont significatifs quand  $P \leq 0.05$ .

## *RESULTATS ET DESCUSSION*

Résultat

III.1 Croissance rythmique du chêne kermès

En conditions semis contrôlée, la croissance du Chêne kermès estrythmique, elle se caractérise par une succession ininterrompue d'unités structurales correspondant aux vagues de croissance ou étages.

A chaque vague de croissance, on observe, la présence de différents ensembles foliaires (écailles, feuilles à limbes assimilateurs et feuilles à limbes avortés) qui se répartissent invariablement le long de la tige, qui se répètent pour chaque unité de croissance.

L'allongement de la tige est discontinu. Il est caractérisé par la mise en place d'entre-nœuds de longueur différente, les plus courts se situent à la base et à la partie supérieure d'un étage. Les derniers sont associés à des feuilles à limbes assimilateurs et des feuilles à limbes avortés.

Les stipules écailleuses correspondent à des entre-nœuds considérés comme courts variant de 3 à 4 mm A la partie médiane sont initiées des ensembles foliaires à limbe assimilateur associés aux entre-nœuds les plus longs (30 à 40mm). On a obtenu 9 vague de croissance durant l'année 2016–2017.

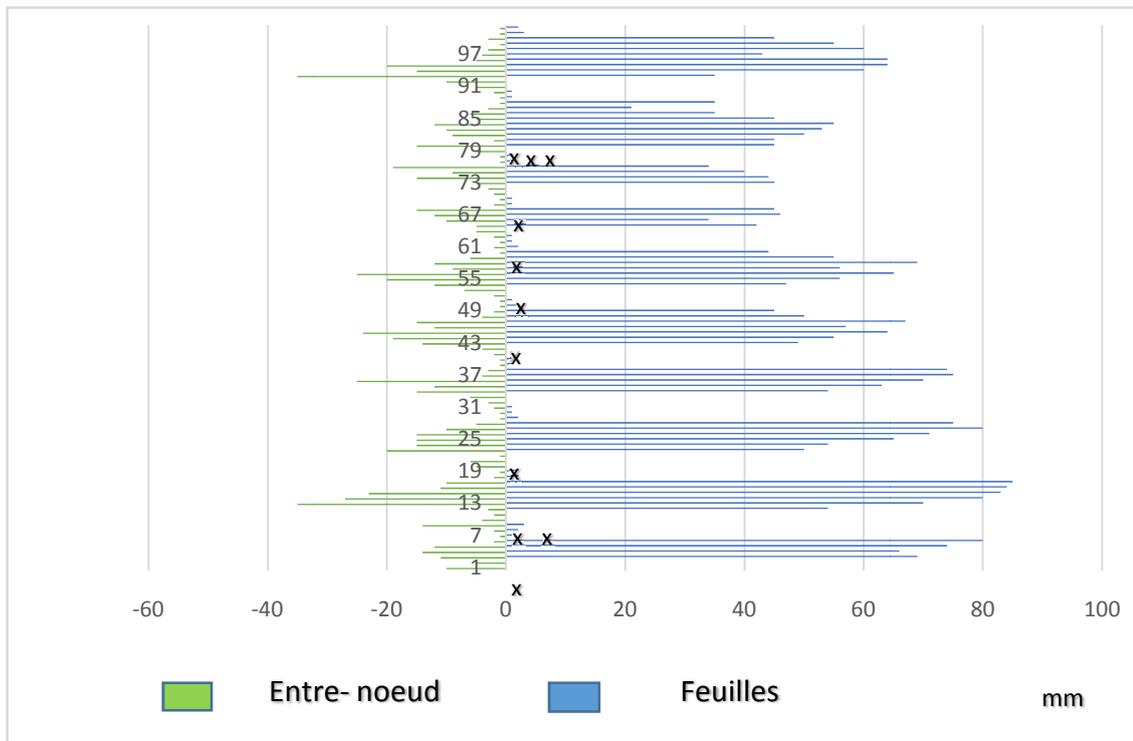


Figure 3 : Morphogénèse d'un semis de chêne kermès cultivé en conditions contrôlées (x : écailles [barre bleue] limbes avortés ; [barre bleue] limbe assimilateur )



**A : 32 °C**



**B : 38°C**



**C : 44°C**



**D : 50°C : 56°C**



**Figure : 4 états des semis de chêne kermès après le stress(durée 26 jours )**

**32°C** : une nouvelle vague de croissance avec bon développement avec deux écailles.

**38°C** : Formation de 6 perle d'écaille, elle du bas sont des entre nœud très court inférieure à 2 mm ce du haut avec les entre nœuds les long de 8 à 10mm.

Un plant transférée à stade feuilles épinastique a donné un développement foliaire plus important que le témoin, suivi par un étage à une écaille et un départ foliaire normale.



**A : 1 jour** limbe développé ; **B : 2 jours** feuilles épinastique ; **C : 22 jours** étalement foliaire

**Figure :5** Stade de transfert : développement des semis après transfert à température de 38 °C

**44°C** : 1 écaille, développement foliaire normal mais avec un allongement des entre nœud très visible (10 à 15 mm) puis un développement foliaire plus important que le témoin.

**50°C** : brûlure de trois derniers vagues axillaires en v1 avec mini étages.

**56 °C** : brûlure des derniers étages et axillaires avec mini étages.

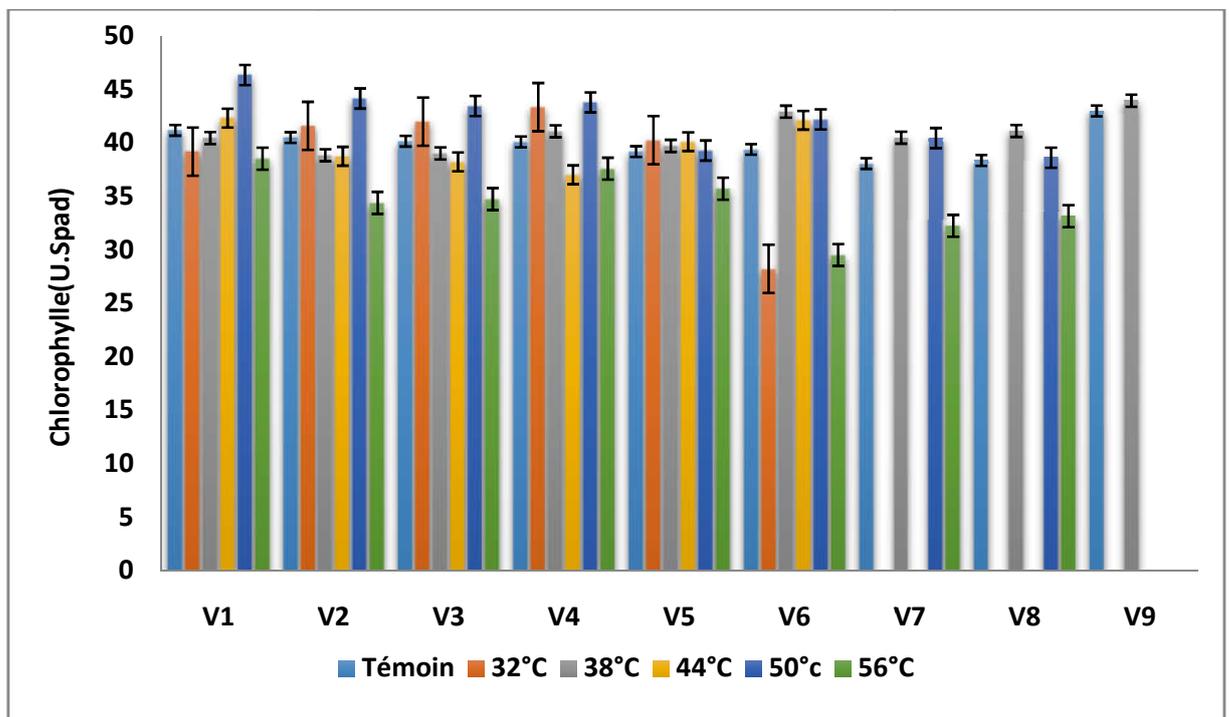
### III. 2. Teneur en chlorophylle

La chlorophylle est très instable et se décompose facilement sous l'effet de la lumière et d'autres facteurs environnementaux comme la température.

Les résultats obtenus de chlorophylle dans les feuilles de chêne kermès aux différentes vague de croissance stressées par des hautes températures comprises entre 32°C , 38°C , 44°C, 50 C° et 56 C° sont illustrées dans la figure(6) . Ces résultats montrent que la chlorophylle présente des valeurs plus élevées dans la première vague de croissance. Les hautes températures induisent une diminution de la chlorophylle à partir de 56°C (V6) de 29.53(USPAD)

Après les traitements thermiques à haute température, les teneurs en chlorophylle obtenues au niveau des tissus photosynthétiques, sont inférieures à celles enregistrées pour le témoin. La teneur la plus faible est affichée à 32°C (V6) de 28.23 (USPAD).

La chlorophylle varie de la même manière de la même manière aux niveaux des quatre vagues suivantes 1, 2, 3 et 4. La chlorophylle est relativement stable entre 32 et 44 °C la valeur la plus élevée est observée à 50°C et la plus basse à 56 °C.



**Figure 6.** Variations des teneurs en chlorophylle des feuilles de chêne kermès au niveau des différentes vagues de croissance

L'analyse de la variance à un seul critère de classification montre une différence très hautement significative ( $p < 0,0001$ ) (tableau1).

**Tableau 1 : Analyse de la variance de la chlorophylle aux différents stress**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	<b>13</b>	<b>1065.437</b>	<b>81.957</b>	<b>11.512</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Erreur</b>	<b>123</b>	<b>875.633</b>	<b>7.119</b>		
<b>Total corrigé</b>	<b>136</b>	<b>1941.070</b>			

Très significatives

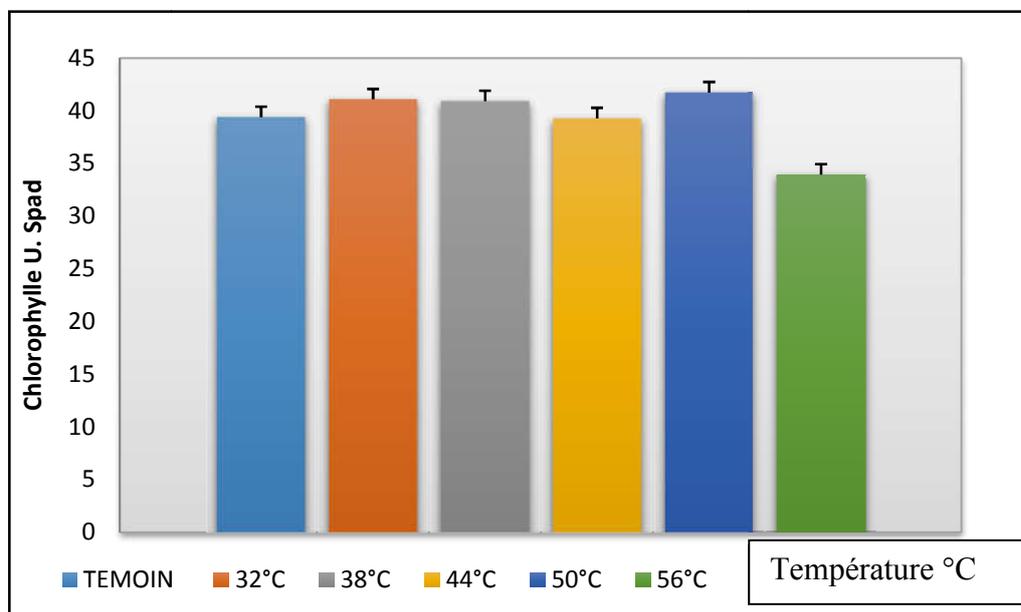
Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, révèle l'existence de 4 groupes dont le groupe A représenté la température 50°C avec les plus grandes moyennes (Tab.2). Le traitement 56 °C occupe le groupe C avec la moyenne la plus faible.

**Tableau 2 : Test Newman-Keuls à 5% (température)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
<b>50°C</b>	<b>42.681</b>	<b>A</b>
<b>38°C</b>	<b>40.859</b>	<b>AB</b>
<b>32°C</b>	<b>40.691</b>	<b>AB</b>
<b>Témoin</b>	<b>40.016</b>	<b>B</b>
<b>44°C</b>	<b>39.686</b>	<b>B</b>
<b>56°C</b>	<b>34.881</b>	<b>C</b>

Les taux de chlorophylle de toutes les vagues estimaient par le SPAD indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives dans la variation du taux de chlorophylle des semis .

D'une part une légère augmentation de la chlorophylle est observée pour les trois stress 32 °C, 38°C et 50 °C par rapport au témoin. D'autre part une légère diminution de la chlorophylle lorsque la température augmente jusqu'à 56°C soit 33.94 (U SPAD) est obtenue.



**Figure 7 : Variations** des teneurs en chlorophylle chez les feuilles de chêne Kermès en fonction des différents stress

### Tableau 3 : Analyse de la variance

L'analyse de la variance ( $p < 0.339$ ) montre une différence non significative entre les différents traitements (tableau 3).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	121.430	24.286	1.281	0.339
Erreur	11	208.500	18.955		
Total corrigé	16	329.930			

III. 3.Evolution de la chlorophylle avec la lumière en condition semi contrôlées

III.3.1 Conditions semi contrôlées

les résultats obtenus montrent qu'il y a une diminution de la chlorophylle dans les premières vagues le taux le plus faible est enregistré au niveau de la vague 5 soit de 37.5(U SPAD) puis une forte augmentation soit de 42.9 (U SPAD), nous avons enregistré la valeurs la plus élevée de chlorophylle au niveau de la 6<sup>ème</sup> vague soit de 43.2(U SPAD).

Le taux de chlorophylle est plus élevé au niveau de la dernière vague de croissance 43(U SPAD) par rapport à la première vague 39.73 (U SPAD).

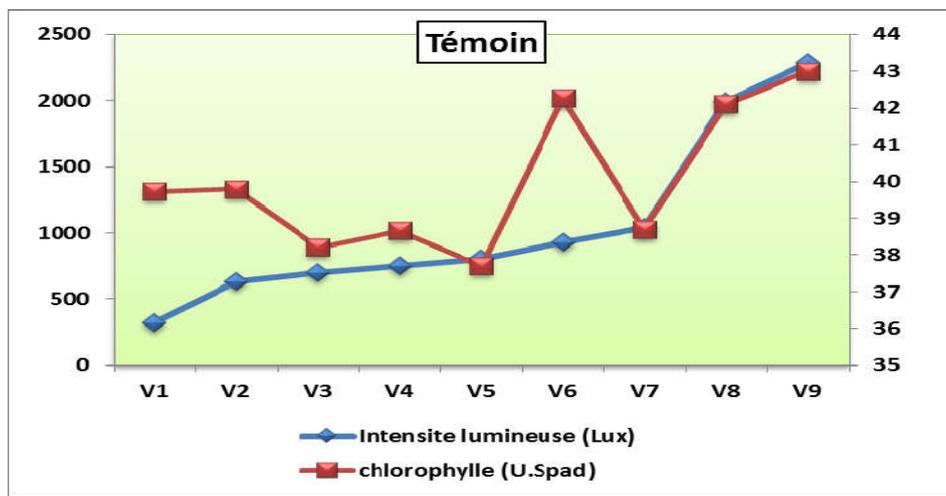


Figure 8. Variation de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau de vague de croissance chez les semis de chêne kermès en conditions semis contrôlées

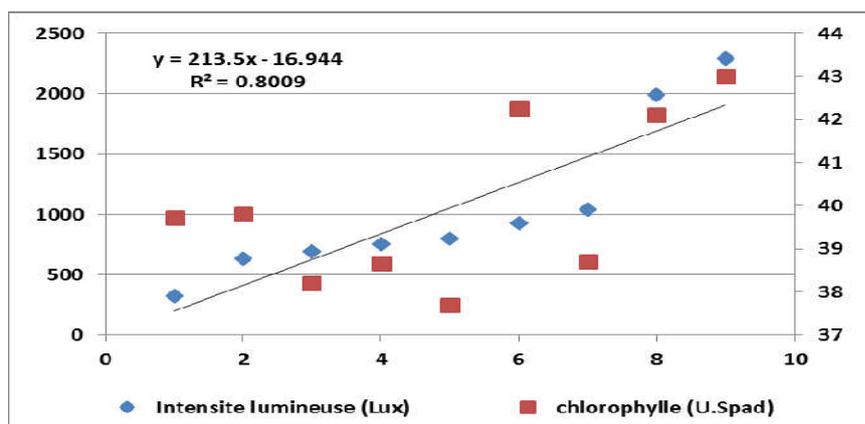


Figure 9 : Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse de semis des chênes kermès cultivées en condition semi contrôlées

Au seuil de 5%, les teneurs en chlorophylle sont positivement corrélées avec celles de l'intensité lumineuse ( $r = 0.9$ ).

### III.3.2 Condition de pleine lumière

Les semis de chênekermès sont exposés en pleine lumière de 9 h à 15 h, les mesures de la lumière et de chlorophylle sont réalisées toutes les deux heures (9 h, 11h, 13 h, 15 h).

Les semis de chênekermès ont été directement exposés ausoleil à 9 h du matin, Les résultats de la figure 10 montrent que les plus importantes teneurs en chlorophylle sont observées dans les feuilles de la dernière vague de croissance, comparativement aux feuilles de la première vague de croissance.

Les taux d'augmentation de l'intensité lumineuse dans les vagues de croissance des semis sont très significatifs. Une augmentation très importante de l'intensité lumineuse au niveau de la 10 eme vague de croissance soit de 17000 (lux) par rapport à la première vague 8000 (lux).

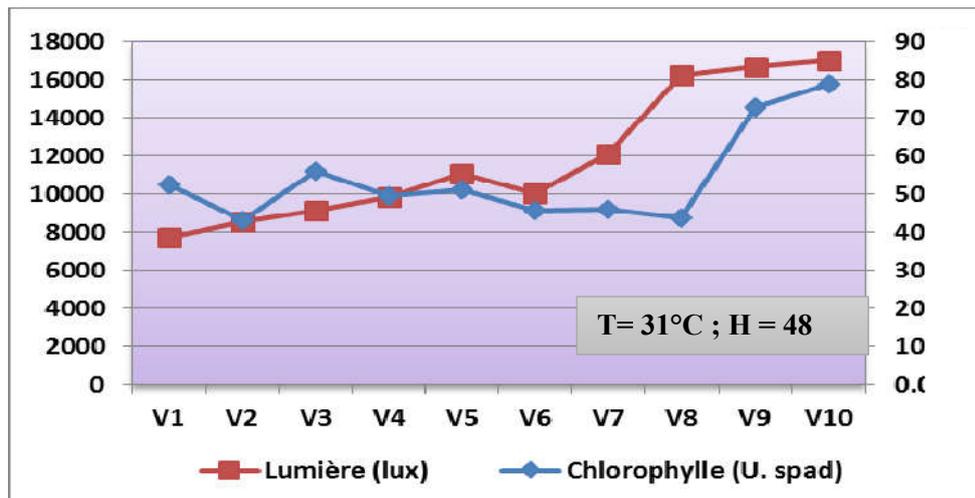


Figure 10 : Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues des semis du chêne kermès à 9 h du matin

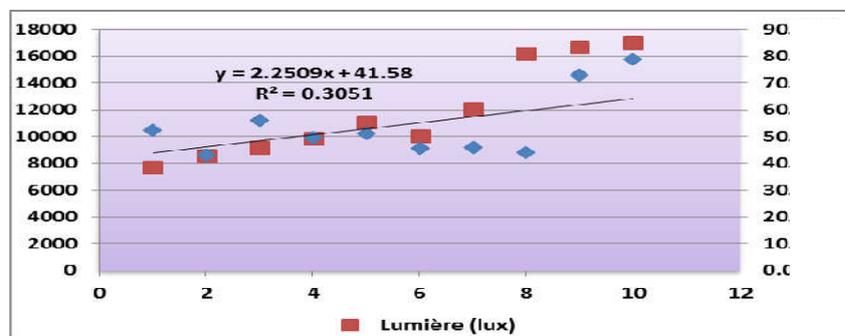


Figure 11 : Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse

A 9h la relation entre les deux paramètres est moyennement contrôlée. ( $r = 0.6$ ).

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une diminution de la chlorophylle dans les différentes vagues par rapport à celle de la première expérience nous avons enregistrée la valeur la plus élevée de chlorophylle au niveau de 5<sup>ème</sup> vague soit de 49.96 (U SPAD). les taux les plus faibles sont enregistrés au niveau de vague 6, 7 soit de 43.30, 42.83 (U SPAD) une légère augmentation a été observée au niveau de vague 9 (Figures 12).

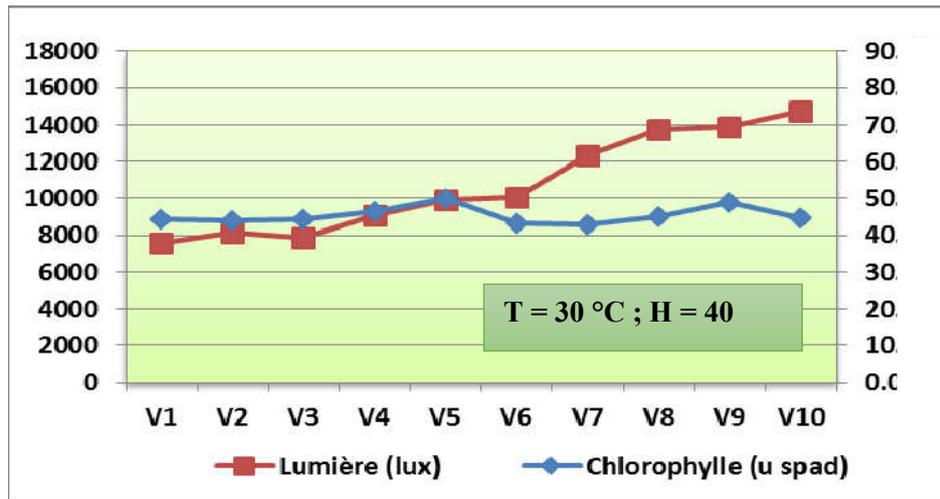


Figure 12 : Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues des semis du chêne kermès à 11h

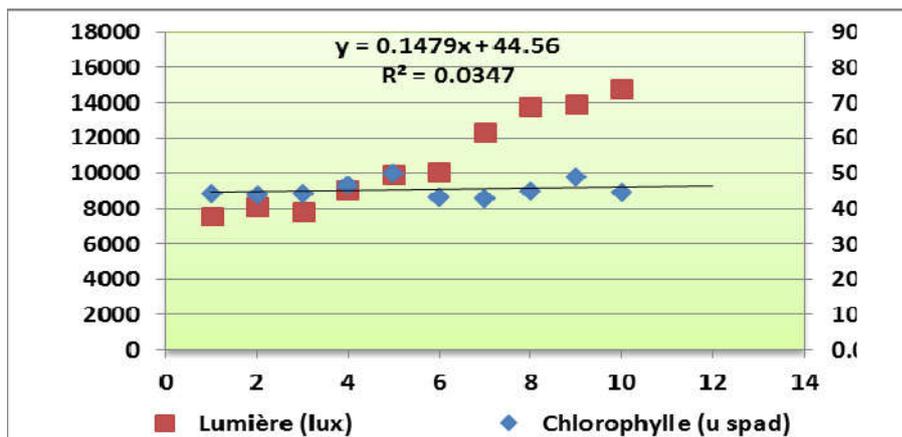
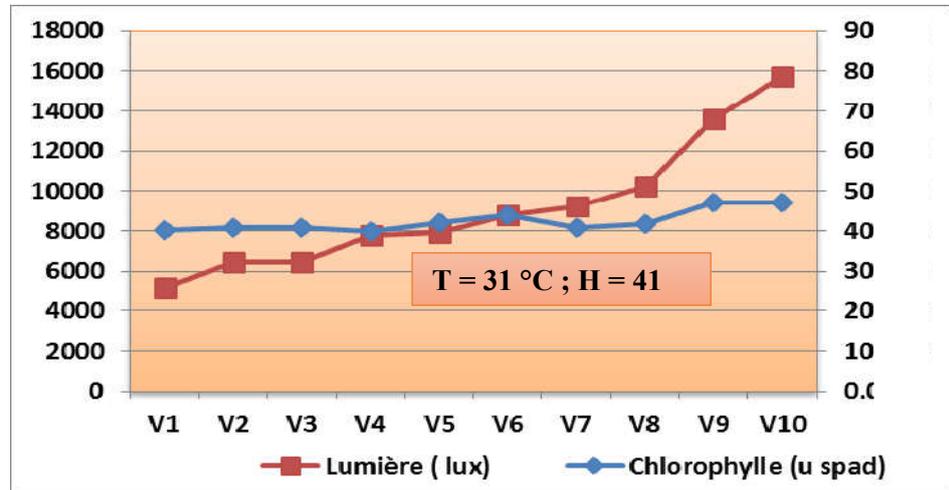


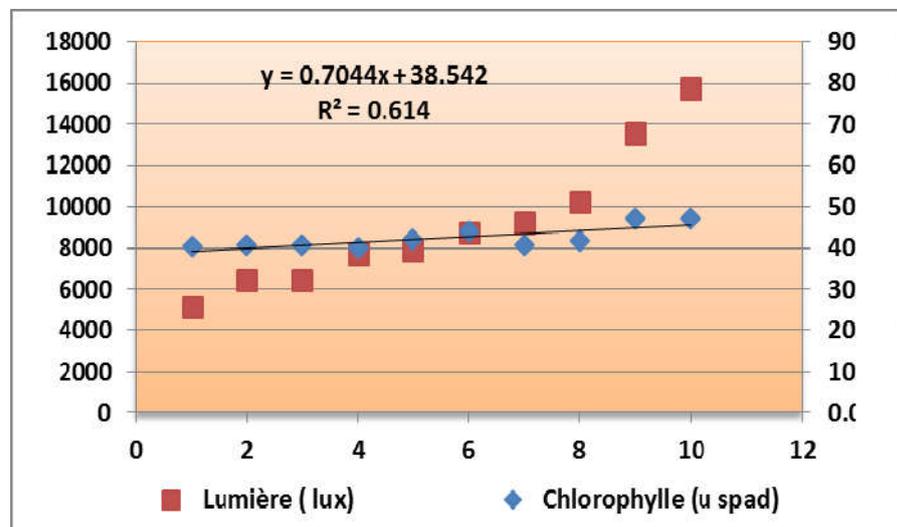
Figure 13 : Corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse

A 11 h il n'y a pas du tout une corrélation entre la lumière et la chlorophylle.

les résultats obtenus montrent qu'il y a une légère augmentation dans la teneur du chlorophylle de vague 1 jusqu'à la dernière vague de croissance, on note des valeurs entre 40 et 50 (U SPAD) les taux les plus élevés de l'intensité lumineuse sont enregistrés au niveau de vague 9, 10 soit de 14000 et 16000 (lux).



**Figure 14 :** Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues de croissance des semis du chêne kermès à 13 h



**Figure 15 :** Corrélation entre chlorophylle et intensité lumineuse

A 13 h on constate une basse corrélation entre la chlorophylle et l'intensité lumineuse avec un coefficient  $r = 0.78$ .

Les teneurs en chlorophylle diminuent au niveau des 6, 7, 8, 9 et 10 vagues de croissance. On note la valeur la plus élevée au niveau de la vague 6 de 50.6 (U SPAD). Nous avons enregistré la valeur la plus élevée de l'intensité lumineuse au niveau de vague 10.

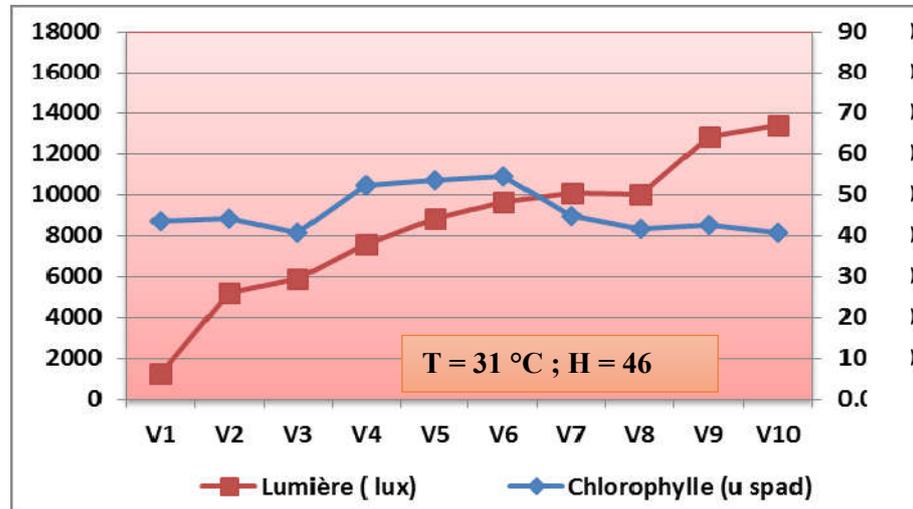


Figure 16 : Variations de la chlorophylle et de l'intensité lumineuse au niveau des vagues de croissance des semis du chêne kermès à 15 h

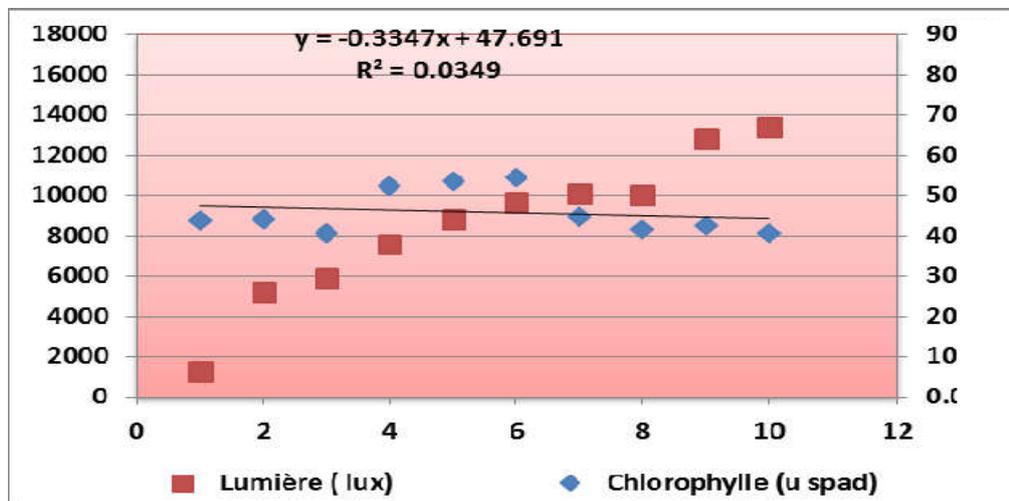


Figure 17 : Corrélation entre chlorophylle et intensité lumineuse

A 15 h il y a pas du tout une corrélation entre les deux paramètres à cette heure l'intensité lumineuse a diminué car le temps était nuageux

## Discussion

L'étude de la croissance en conditions contrôlées des différents chênes étudiés, montrent qu'elle est rythmique. La rythmicité, de nature endogène, se manifeste à la fois dans l'espace et dans le temps.

L'étude des relations entre la morphogenèse d'une plante et la croissance des feuilles est un thème classique de la physiologie du développement, par ailleurs toujours exploré. Les travaux de Dostal ont ouvert la voie dans ce domaine à de nombreuses recherches (Dostal, 1967; Sebanek, 1985 in Alatou, 1990).

Les résultats obtenus montrent qu'en conditions semis contrôlée, la croissance du Chêne kermès est rythmique et de nature endogène. Elle se caractérise par une succession ininterrompue d'unités structurales correspondant aux vagues de croissance ou étages. Vague dure environ trois à quatre semaines pour le chêne kermès (Dergaoui, 1994).

On a observé la formation d'une 11ème vague de croissance après les stress thermique durant un mois.

Chaque vague de croissance se décompose en une phase d'allongement caulinaire et une phase de repos. La croissance des entre-nœuds est influencée chez certaines espèces de façon importante par la lumière. L'effet du phytochrome est net chez le *Terminalia superba* qui, en fait, se révèle être un arbre sensible à la qualité et à la quantité d'éclairement (Maillard, 1987 in Alatou, 1990). Roussel (1957, 1972 ; cité par Alatou, 1990) avait d'ailleurs attiré l'attention sur l'action de la lumière sur le développement de jeunes plantules de chêne.

Le polymorphisme foliaire est accusé chez tous les chênes étudiés. A chaque vague de croissance, on observe de sa base au sommet, la présence de différents ensembles foliaires (Écailles, feuilles à limbes assimilateurs et feuilles à limbes avortés) qui se répartissent invariablement le long de la tige. Le nombre de ces ensembles foliaires varie d'une espèce à l'autre et d'un étage à l'autre. (Medjmadj 2014)

Le rôle joué par la température dans le cycle annuel de l'arbre, varie avec l'époque et l'état physiologique du végétal. En effet, c'est l'état physiologique de l'arbre à un moment donné qui détermine le sens de sa réponse à la variation de tel ou tel facteur extérieur.

Dans le présent travail, nous avons étudiés les effets du stress thermique causé par des hautes températures chez le chêne kermès, les teneurs en chlorophylle soumise à un stress thermique manifestent des variations selon les vagues. En effet, elles sont faibles dans les premières vagues de croissance mais elles augmentent pour les dernières vagues. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Tayar 2016) les variations thermiques ont induit une dégradation importante de la chlorophylle au niveau des feuilles des trois premières vague de croissance des jeunes plants de chêne kermès.

Le profil biochimique d'une plante soumise au stress thermique sera différent de celui d'une même plante n'ayant pas subi le stress (Bourdu, 1984).

Dans les conditions normales (témoin), l'accumulation de la chlorophylle totale est grande au niveau des feuilles de semis de chêne kermès par rapport aux semis stressés, ces résultats sont confirmés par le SPAD (Tayar 2016)

En effet, la réponse la plus fréquente d'une plante soumise à un stress thermique se traduit par une réduction de la croissance et une altération de la morphogénèse.



# *CONCLUSION*

## **Conclusion**

Le but principal de ce travail est de caractériser les différentes réponses des semis de chêne Kermès soumis aux différents stress thermiques afin de préciser les variations morphologiques et biochimiques de cette contrainte.

La croissance et le développement des chênes obéissent à une rythmicité caractérisée par une répétition de vagues de croissance dont la durée varie de 1 à 5 semaines.

- Croissance rythmique à 1 vague de croissance.

Les changements des composantes spatio-temporelles du rythme des semis de chêne transférés aux différentes températures (32°C, 38°C, 44°C, 50°C et 56°C) peuvent avoir des implications importantes dans la capacité de leur adaptation aux changements climatiques.

Dans les conditions normales (témoin), le taux de la chlorophylle est important au niveau des feuilles de semis de chêne kermès par rapport aux semis stressés, ces résultats sont confirmés par le SPAD.

- Chlorophylle maximum à 50°C stable jusqu'à 44°C diminue de 15 pour cent à 56°C.

En conclusion, nous avons constaté que le chêne kermès manifeste effectivement des traits d'adaptation biochimique en réponse aux fluctuations thermiques tels que la chlorophylle pour les hautes températures.

# RESUME

### **Résumé**

La croissance et le développement des chênes obéissent à une rythmicité caractérisée par une répétition de vagues de croissance. La modification de l'expression de la croissance rythmique (composantes spatio-temporelles) est provoquée par plusieurs facteurs tels que les températures extrêmes (basses et hautes), la lumière continue et l'obscurité. Le chêne kermès a présenté 11 vagues de croissance durant l'année 2016-2017.

Le stress thermique aux températures élevées n'a pas induit une variation importante de la chlorophylle ; au-delà de 44 °C on a noté une brûlure importante à 50 et 56 °C des dernières vagues de croissance. Après deux mois de transfert, les semis de chêne kermès ont présenté une croissance différente selon la température notamment une hétéroblastie importante à 38 °C et un développement des bourgeons axillaires à 50 et 56 °C.

**Mots clés :** Chêne kermès, Croissance rythmique, stress thermique, chlorophylle.

### **Abstract**

Growth and development of oak kermès to rhythmicity characterized by repeated waves. Modifying the expression of rhythmic growth (spatio-temporal components) is caused by several factors such as extreme temperature (low and high), the involvement of growth regulators (gibberellin, cytokinin), removing young leaves, continuous light and darkness. The oak kermès has 11 waves of growth ring the year 2016-2017.

Heat stress at high temperatures did not induce a significant variation of chlorophyll above 44 °C, a significant burn at 50 and 56 °C was observed in the last growth wave. After two months of transfer the kermès oak seedlings showed a different growth according to the temperature, in particular a high heteroblasty at 38 °C and a development of the axillary buds at 50 ° and 56 °C.

**Keywords:** Oaks, rhythmic growth, Heat stress, chlorophyll

## المخلص .

يخضع نمو وتطور البلوط لوتيرة نمو تتميز بتوضع وحدات متكررة من النمو والتي تختلف مدتها من 1 إلى 5 أسابيع، وهو ما ينعكس أيضا على عدد و شكل الاوراق. يتسبب في تغيير النمو الوتيرة (المكونات المكانية والزمانية) العديد من العوامل مثل درجات الحرارة القصوى (المنخفضة والعالية)، منظمات النمو ، إزالة الاوراق الفتية ، و الاضاءة المستمرة والظلام

تحصلنا على 11 موجة من النمو في العام 2016-2017

والإجهاد الحراري في درجات حرارة عالية لا تحفز على تغيير كبير في الكلوروفيل. ما وراء  $44^{\circ}C$  كان هناك حرق كبير 50 و  $56^{\circ}C$  موجات نمو الماضية. بعد شهرين من نقل، و شهدت الشتلات البلوط درجات نمو مختلفة اعتمادا على درجة حرارة بما في ذلك heteroblastia كبيرة  $38^{\circ}C$  و  $50^{\circ}C$  تنمية برعم إلى  $56^{\circ}C$  درجة مئوية.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

**Alatou D. 1990:** Recherches sur le déterminisme de la croissance rythmique du chêne pédonculé: *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus mirbeckii* Durieu., *Quercus suber* L. Étude morphologique, biochimique et écophysiological. *Thèse Doct. État. Sci.*, Univ. Constantine, Algérie, 109 p.

**Alatou D. 1994 :** Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen. *Première journée sur les végétaux ligneux- (Constantine 14 et 15 Novembre 1994).*

**Anonyme., 2009 :** *Konica Minolta Sensing Europe B.V.*

**Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P and Royo C. (2002).** Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.*, p 925-940.

**Boudy P. 1955 :** Economie forestière Nord Africaine, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, T. IV: 483 p. *Larose Edit., Paris.*

**BDNFF. 2012 :** *Quercus coccifera* L. *Tela Botanica. Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France par Benoît Bock v4.02 Chêne kermès*

**Barbero. M et Loisel. R., 1980 :** Le chêne vert en région méditerranéenne. *R .F.F . XXXII – 6. Ir* 531-543.

**Chase M. W. et Reveal J. L., 2009 :** A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III », *Bot. J. Linn. Soc. London*, vol. 161, p. 122-127.

**Cereve P. (1999).** Mesure de la chlorophylle par fluorimétrie, 60

**Dergaoui M., 1994 :** Régénération et croissance du chêne kermès (*Quercus coccifera* L.) dans le Parc National de Gouraya (Bejaia). *Mémoire. Ing. Etat. Ecologie et environnement.* Univ. Constantine, 72p.

**Hopkins W. G. (2003).** *Physiologie végétale.* 2<sup>ème</sup> édition, 460-464

**Kerbrat Y. (2001).** Pour quoi les plantes sont –elles vertes ?

**Laifaoui R., 1995 :** Rythme de croissance et action de la lumière sur les chênes afarès (*Quercus afares* Pomel.) et zeen (*Quercus mirbikii* Durieu). *Mém. Ing. Etat. Ecol.* Univ. Constantine. 68 p.

**Lobell D.B. and Asner G.P. (2003).** Climate and Management Contributions to Recent Trends in U.S. *Agricultural Yields. Science*, **299**: 999-1032

**Maillard P. Jacques M. Miginiac E. et Jacques R., 1987a :** Croissance de jeunes *Terminalia Superba* en conditions contrôlées. *Ann. Sci. For.*, **44**, 67-84.

**Medjmadj.A ( 2014):** *Biologie des chênes Algériens; magister en Ecologie et Environnement unv frères mentourie*117-139 p

**M'herit O. et Maghnouj M. 1994 :** Stratégie de conservation des ressources forestières au Maroc. *Les ressources phytogénétiques et développement durable*, p.123-138. *Actes Editions, Rabat, Maroc.*

**Netting A. (2002).** pH, abscisic acid and the integration of metabolism in plants understressed and non-stressed conditions. II. Modifications in modes of metabolism induced by variation in the tension on the water column and by stress. *Journal of Experimental Botany*, **53(367)**:151-173

**Nibouche F.1998 :** Stress lumineux et rythme de croissance chez le chêne liège (*Quercus suber* L.). *Mém. Ing. Etat. Ecologie et environnement*. Univ. Constantine, 62p

**Orcutt D. M et Nilsen E. (2000).** The physiology of plants under stress. New-York, John Wiley and Sons, Inc, 128p.

**Quezel P.1975 :** Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *CIHEAM- Options méditerranéennes - No 35* (24-29p). Université d'Aix-Marseille 111

**Rached-Kanouni M., Meribai S. et Alatou D., 2012 :** Effets des Hautes Températures Sur le Chêne Liège. *EJSR. Vol 74 N° (3)*. 370-380.

**Sabatier Sylvie. 1999 :** Variabilité morphologique et architecturale de deux espèces de noyers : *Juglans regia* L., *Juglans nigra* L. et de deux noyers hybrides interspécifiques. *Thèse Doct. Biologie des Systèmes Intégrés-Agronomie, Environnement*. Univ. Montpellier II. 143p.

**Sung D.Y. Kaplan F., Lee K.J. and Guy C.L. (2003).** Acquired tolerance to temperature extremes. *Trends in Plant Science*, **8**: 179-187

**Tayar. I( 2016 )** Adaptation du chêne kermès à la contrainte thermique par les marqueurs biochimiques. Master en écologie et environnement Univ. Constantine, Algérie, 1 - 36 p.

**Vogel M. 1975 :** Recherche du déterminisme du rythme de croissance du cacaoyer. *Café Cacao Thé (paris)*, vol. *XIX*, no 4, oct.-déc., p. 265-290, fig., tab., 178 réf.

**Wang W.X. Vinocur B., Shaseyov O and Altman A. (2001).** Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. *Acta Hort.*, 560: p 285-292.

**Wang W. X. Vinocur B. and Altman A. (2003).** Plant responses to drought, salinity and Extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, **218**: 1-14

## EVOLUTION DE LA CHLOROPHYLLE PAR SPAD DES SEMIS DE CHÊNE KERMÈS EN CONDITIONS DE STRESS THERMIQUE

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement.  
Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement

### Résumé

La croissance et le développement des chênes obéissent à une rythmicité caractérisée par une répétition de vagues de croissance. La modification de l'expression de la croissance rythmique (composantes spatio-temporelles) est provoquée par plusieurs facteurs tels que les températures extrêmes (basses et hautes), la lumière continue et l'obscurité. Le chêne kermès a présente 11 vague de croissance durant l'année 2016-2017.

Le stress thermique aux températures élevé n'a pas induit une variation importante de la chlorophylle au-delà de 44 °C on a noté une brulure importantes à 50 et 56 °C des dernier vague de croissance. Après deux mois de transfert les semis de chêne kermès ont présentés une croissance différente selon la température notamment une hétéroblastie importante a 38 °C et un développement des bourgeons axillaires a 50et 56 °C.

**Mots clés :** Chêne kermès, Croissance rythmique, stress thermique, chlorophylle

**Laboratoire de recherche :** Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phylogénétiques.

Université des Frères Mentouri, Constantine 1

Jury d'évaluation :

**Président du jury :** *BAZRI Kamel Eddine (MCB- UFM Constantine),*  
**Rapporteur :** *ALATOU Djamel (Professeur - UFM Constantine),*  
**Examineur :** *ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MAA - UFM Constantine).*

**Date de soutenance :** 28/06/2017