



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de master
Domaine des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Amélioration des plantes

Thème

« Effet des ondes acoustique sur la germination
de quelques espèces végétales : blé, sorgho,
millet perlé, pois »

Présenté par : 1) Drifa BELAHRIZI
2) Khalissa BENATHMANE

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} Lamria SAID	MAB (Université de BBA)
Encadrant :	M ^r Abdelouahab BENTABET	Pr (Université de BBA)
Co-encadrant:	M ^r Redha OULD KIAR	MAA (Université de BBA)
Examineur :	M ^r Khalifa MAAMERI	MAA (Université de BBA)

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En seconde lieu nous tenons à remercier notre encadrant

Mr : BEN THABET Abdelouahab, et notre Co-encadrant

Mr : OULD KIAR Redha, pour leurs précieux conseils et leurs aides durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

En fin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Khalissa et Drifa

Dédicace

Louange à Allah, maître de l'univers

Je dédie ce modeste travail.

*A mes parents **Massaouda** et **Youcef**, aucun hommage pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leurs procure une bonne santé et longue vie.*

*A mes frères : **Khaled**, **Lahcen**, **Houssine**.*

*A mes sœurs : **Souriya**, **Ahlem**, **Fatiha**.*

*et leurs enfants : **Islem**, **Imad**, **Arrédj**, **Rihab**, **Meriem**, **Taouba**, que je leurs souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.*

*A mes très chers amis : **Lyess**, **Salima**, **Asma**, **Fouziya**.*

A toute ma famille et mes amis.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Je vous dis merci.

Khalissa

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma grande mère « Hedjila BEN TORKIA », les mots sont faibles pour exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je te port et je remercie dieu de t'avoir protégée.

A ma chère tante à qui je dois tout « Fatima Zahra » et a son mari «Chérif» et leur fille « Ritadj ».

A mon père « Moussa » et sa femme « Nadia ».

A mon mari « Nabil ».

A mon petit frère : « Abd Elbasset ».

A mes sœurs : «Miyada, Imen et Boushera ».

que je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite

A mon oncle odoré « Hocine » et sa femme « Nadia »

Aux cousines : « Sabrina, Kahina, Dalel, Nassima, Akila et Hadil».

A mon cousin : « Ghani ».

A mon très chère amis : « Samia TALBI».

A toutes mes amies qui m'ont aidé de près ou de loin.

A toute la promotion amélioration des plantes.

Drifa

« Effet des ondes acoustiques sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales »

Résumé :

Notre mémoire vise comme objectif une étude modeste des effets acoustiques sur la germination et la croissance de quelques espèces des plantes. Pour ce faire, nous avons fait une expérience sur quatre espèces de plantes ont été mis dans un endroit contenant des hauts parleurs émettant des ondes acoustiques (musique classique). Nous avons fait notre bien pour isoler acoustiquement cet endroit afin de satisfaire les conditions biologiques à la germination.

Notre expérience a montré une réponse négative aux ondes acoustiques en comparaison avec le témoin. Ceci montre clairement la sensation de la plante aux ondes acoustiques et représente un signe de vie.

Mots clé : Effet acoustique, espèce, germination, croissance.

"تأثير الامواج الصوتية على إنتاش ونمو بعض الأنواع النباتية"

ملخص:

لقد قمنا بهذه التجربة العلمية بهدف دراسة أثر عالم الأصوات على إنتاش ونمو بعض الأنواع النباتية. للقيام بذلك، أجرينا تجربة على أربعة أنواع من النباتات وضعت في مكان يحتوي على مكبرات الصوت التي تنبعث منها موجات صوتية (الموسيقى الكلاسيكية). بذلنا قصارى جهدنا لعزل هذا المكان بشكل صوتي لتحقيق الظروف البيولوجية المناسبة.

أظهرت هذه الدراسة استجابة سلبية للموجات الصوتية بالمقارنة مع الظروف العادية بدون صوت. هذا يدل بوضوح على تأثر النبات بالموجات الصوتية.

الكلمات المفتاحية: أثر صوتي، نوع، إنتاش، نمو.

« Acoustic sound waves effect on germination and growth of some plant species »

Abstract:

Our work aims at a modest study of the acoustic effects on the germination and growth of some plant species. To do this, we did an experiment on four species of plants were put in a place containing speakers emitting acoustic waves (classical music). We did our best to acoustically isolate this place to satisfy the biological conditions of germination.

Our experience has shown a negative response to acoustic waves in comparison with the control. This clearly shows the sensation of the plant to acoustic waves and represents a sign of life.

Key words: Acoustic effect, species, germination, growth.

Sommaire:

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 01

Partie I : Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités

I.1. Le Blé 03

I.1.1. Origine..... 03

I.1.2. Classification..... 03

I.1.3. Importance du blé dur et leur production..... 04

I.2. Le sorgho..... 05

I.2.1. Origine..... 05

I.2.2. Classification..... 05

I.3. Le Millet perlé..... 06

I.3.1. Origine..... 06

I.3.2. Description..... 06

I.3.3. Classification..... 07

I.4. Le pois..... 07

I.4.1. Description..... 07

I.4.3. Classification..... 07

II.2. Impact du son sur l'eau..... 08

II.2.1. L'eau transformée par le son (Masaru Emoto) 08

II.2.2. La mémoire de l'eau de Benveniste à ontagnier..... 11

II.3. Impact du son sur les plantes..... 12

II.3.1. Plantes et musique..... 12

II.3.2. La musique accroît la croissance..... 12

Partie II: Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal..... 15

I.2. Dispositif expérimental..... 15

I.3. Application du stress..... 16

I.4. Conduite de la culture..... 17

I.4.1. Préparation du substrat.....	17
I.4.2. Semis.....	17
I.4.3. Irrigation.....	17
I.4.4. Désherbage.....	17
I.4.5. Prélèvement.....	17
I.5. Paramètres étudiés.....	18
I.5.1. Nombre de feuilles.....	18
I.5.2. Hauteur de la tige et de la racine.....	18
I.5.3. Rapport R/T et T/R	18
I.5.4. Longueur de la feuille.....	18
I.5.5. Poids frais et poids sec	18
I.5.6. Taux de la matière sèche (tige et racine)	19
I.6. Traitement statistique des données	19

Partie III: Résultats et discussion

Paramètres étudiés.....	20
1. Nombre de feuilles.....	20
2. Hauteur de la plante.....	20
3. Poids frais (partie aérienne)	21
4. Matière sèche (partie aérienne)	21
5. Ramification racinaire.....	23
6. Longueur racinaire.....	23
7. Matière sèche (partie racinaire)	24
Conclusion	27

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures :

Figure 01 : La plante de blé dur.....	03
Figure 02 : Graines du millet perlé.....	06
Figure 03 : Cristaux d'une eau exposée aux fréquences du Solfège Sacré.....	11
Figure 04 : Cristaux d'une eau exposée à des expressions de politesses, insultes ou le Muezzin.....	12
Figure 05 : Boîtes utilisées pour l'isolation sonore.....	15
Figure 06 : Ouverture d'accès à l'intérieur de la boîte.....	16
Figure 07 : Opération de semis (Original).....	17
Figure 08 : Prélèvement des plantes des pots (Original).....	18
Figure 09 : Mesure de la hauteur de la tige (Original).....	18
Figure 10 : Les pesées à l'aide d'une balance de précision (Original).....	19
Figure 11 : Séchage sous étuve type Memmert (Original).....	19
Figure 12 : Histogrammes montrant le nombre de feuilles chez le Pois.....	20
Figure 13 : Histogrammes montrant la hauteur de la plante chez le sorgho.....	20
Figure 14 : Histogrammes montrant le poids frais feuille chez le Poids.....	21
Figure 15 : Histogrammes montrant le taux de la matière sèche chez Les espèces étudiées.....	22
Figure 16 : Histogrammes montrant la ramification racinaire chez le blé et le sorgho....	23
Figure 17 : Histogrammes montrant la longueur racinaire chez le blé.....	23
Figure 18 : Taux de la matière sèche racinaire chez les espèces étudiées.....	24

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Superficies emblavée en million d'ha et la production en million de tonnes du blé dans le monde.....	04
--	-----------

Liste des abréviations :

BBA : Bordj Bou Arreridj

cm : Centimètre

C° : Degré Celsius

ddl : Degré de liberté

F : Fisher

G : Gramme

H : Hauteur

L : Longueur

M : Mètre

MF : Matière fraîche

Ms : Matière sèche

mm : Millimètre

Moy : Moyenne

PF : Poids frais

PS : Poids sec

R : Racine

T : Tige

T° : Température

Introduction

La plante est un être vivant, qui est divisé en deux parties, partie physique représenté par la matière organique constituant la plante (matière inerte), et une partie spirituelle qui représente la vie. La preuve de l'existence de la vie est les sentiments qui sont les témoins seuls sur cette existence (cliniquement).

Les ondes sonores peuvent subir des réflexions, lorsque l'on entend une information, par exemple. Elles peuvent aussi subir des réfractions, lorsqu'elles traversent une paroi. Elles peuvent enfin subir des interférences (FUTURA science, 2018).

L'animal a des sens plus que la plante alors l'être humain a plus que l'animale (environ 10 sens). L'oreille est le récepteur des ondes acoustiques et même elle est responsable de l'équilibre chez l'animal ; par ailleurs, la plante possède deux sens.

Physiquement, une onde sonore correspond à la propagation de perturbations mécaniques dans un milieu élastique. Ces perturbations sont perçues par l'oreille humaine qui les interprète comme des sons. La science qui étudie ces ondes s'appelle l'acoustique. En tant qu'onde mécanique flexible, l'onde sonore est une forme de stress alternatif et aussi une source universelle de stimulation externe aux plantes (Qi et al., 2014).

Les ondes sonores, contrairement aux ondes lumineuses, ne se propagent pas dans le vide. Elles s'appuient nécessairement sur un milieu matériel.

Toutes les études faites dans ce domaine montrent que la substance essentielle qui répond aux émotions est l'eau. Cette découverte « mémoire de l'eau » commence dès la catastrophe humanitaire à Hiroshima (Japon) due à l'explosion nucléaire de la bombe neutronique (environ 300 mille morts). La volonté forte à la vengeance a poussé les japonais à réfléchir pour créé des armes dans la même optique que celle de Hiroshima (petite quantité de matière, 3kg Uranium, peut détruire toute une ville), donc les japonais ont pensé a utilisé une arme biologique faisant le même effet (petite quantité de poison peut tuer des centaines de milliers).

Tous les organismes vivants, y compris les plantes, ont des cycles naturels et résonnent avec leur environnement (Schwartz et Russek 1999). Ces cycles comprennent le battement d'un cœur (un cycle court), la durée d'un jour (un cycle plus long) ou les saisons de l'année (un cycle long). Parce que les organismes vivants résonnent avec les cycles naturels de leur environnement, on peut supposer qu'ils devraient réagir d'une manière ou d'une autre au

son musical. Si cette réponse est liée aux propriétés organisées et dynamiques du son musical, elle devrait être différente de la réponse au son non musical (Creath, 2002).

Plusieurs recherches sur l'effet des ondes acoustiques ont démontré que l'exposition des végétaux à la musique a bien un effet sur ces plantes et que cet effet peut être positif ou négatif en fonction du type de la musique (Retallack et Broman, 1973 ; Johnson et al., 1998 ; Creath, 2002 ; Tianzhen et al., 2009 ; Qi et al., 2014 ; Thellier, 2015).

Notre manuscrit est scindé sur trois chapitres : le premier chapitre représente des généralités sur les espèces végétales. Le deuxième chapitre est consacré à la partie physique des ondes acoustique. Une partie expérimentale composée d'un chapitre Matériel et méthodes et nos résultats et discussions sont présentés dans l'autre chapitre.

Enfin notre mémoire est achevé par une conclusion en vue de mettre en évidence les résultats les plus spectaculaires et des perspectives avenir.

Partie I
Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités

I.1. Le Blé :

I.1.1. Origine : La majeure partie de l'alimentation est fournie par les aliments en grains, dont 96% sont produit par les cultures céréalières tels que le blé, l'orge, le seigle, le riz, le maïs et le triticales, ..., etc. (Bajji, 1999). Les céréales constituent une part importante des ressources alimentaire de l'homme et de l'animal (Karakas et al., 2011). Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité d'où son importance économique (Figure 01).



Figure 01 : La plante de blé dur (Haddad, 2010)

I.1.2. Classification : Comme les autres céréales, le blé est une espèce monocotylédone appartenant à l'ordre des poales et à la famille des poaceae ou graminées (Bonjean et Picars, 1990), son nom scientifique est *Triticum turgidum* (synonyme : *Triticum durum*).

Tableau I : Classification du blé dur (Feillet, 2000).

Embranchement	:	Angiospermes
Sous embranchement	:	Spermaphytes
Classe	:	Monocotylédone
Ordre	:	Glumiflorales
Super ordre	:	Comméliniflorales
Famille	:	Gramineae
Genre	:	<i>Triticum</i>
Espèce	:	<i>Triticum durum</i> Desf

I.1.3. Importance du blé dur et leur production : Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole, qui constituent une part importante des ressources alimentaires de l'homme et de l'animal (Karakas et al., 2011). Parmi ces céréales, le blé dur occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Bajji, 1999).

La production du blé dans le monde est de 650 million de tonnes en 2010 (Branlard et al., 2012). D'après (Feillet, 2000), les estimations de la demande mondiale de blé dur s'élève à 1 milliard de tonnes en 2020.

La culture de blé représente 17% des échanges internationaux de produit agricoles. La production de blé ne cesse de croître pour faire face à la demande de sa consommation. Les surfaces cultivées en blé (220 million d'ha) ne peuvent croître indéfiniment d'autant que les conditions agro climatique et de culture (zone semi-aride, salinité des sols) voire l'extension des zones urbains sont de réelles limites à sa progression (Branlard et al., 2012).

Selon les statistiques de conseil international des céréales (CIC2013), la production de blé dur continue de décliner dans le sud de l'union européenne. Au Maghreb, la production décline d'environ 10 000t, à 5,3 millions de tonnes. Les productions ont chuté à la cause de la sécheresse qui frappé les pays. La demande mondiale en blé dur est en hausse et la baisse de la production entraîne une augmentation des prix des échanges mondiaux (Tableau 01).

Tableau II : Superficies emblavée en million d'ha et la production en million de tonnes du blé dans le monde (FAOSTAT, 2016).

Année	Superficies en million d'ha	Production en millions de tonnes
2010	216	640
2011	220	698
2012	218	673
2013	219	711
2014	221	734
2015	222	737
2016	220	749

En Algérie, le blé dur, est la première céréale cultivée dans le pays. Elle occupe annuellement une superficie d'environ 1,4 million d'ha, concentrée essentiellement dans la région des Haut plateaux dont on peut citer Oum El Bouaghi, Tiaret, Sétif, souk Ahras, Tébessa, Constantine, Sidi Bel Abbes et Saida.

I.2. Le sorgho :

I.2.1. Origine : Le sorgho commun (*Sorghum bicolor* L. Moench) est une graminée très répandue à l'état sauvage sous les climats tropicaux et subtropicaux. Depuis des siècles, les peuples d'Afrique et d'Asie utilisent ses graines pour leur alimentation.

Aujourd'hui, le sorgho est cultivé sur tous les continents, sous un nom parfois différent : le gros mil en Afrique, le millet indien en Asie ou encore le blé égyptien au Moyen-Orient.

Le sorgho aurait été domestiqué entre le quatrième et le troisième millénaire avant J.C. en Ethiopie avant de diffuser très tôt (au Néolithique) vers l'Ouest de l'Afrique à travers le Soudan puis vers les autres parties du continent en se diversifiant (House, 1987 ; Ollitrault et al., 1989).

Selon Gnansounou et al., 2005 De l'Afrique, le sorgho atteint l'Asie par l'Inde (environ 1500 ans avant notre ère) puis la Chine (vers le troisième siècle après JC) par la route de la soie. Depuis l'Inde et la Chine, il s'est propagé vers l'Europe (Italie) à travers la Perse. Le sorgho serait originaire du Nord-Est de l'Afrique.

Son introduction en Amérique est relativement récente et daterait de la fin du XIX^{ème} siècle à partir de la Chine et de l'Afrique du Sud avec la traite négrière (Grassi, 2001).

Pour Harlan et De Wet (1972), cette domestication du sorgho s'est faite en deux phases :

- Un sorgho primitif de type bicolore aurait été d'abord domestiqué en bordure sud du Sahara;
- De ce type primitif, les races modernes auraient été ensuite développées dans diverses régions d'Afrique.

I.2.2. Classification : Le sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), est une herbacée annuelle de la famille des Poaceae (ex-Graminées), sous famille des *Panicoideae*, tribu des *Andropogoneae* et du genre *Sorghum*. C'est une espèce monoïque préférentiellement autogame. Le taux d'allogamie varie en fonction de la race considérée : très faible pour les variétés *cléistogames* dont les fleurs ne s'ouvrent qu'après l'anthèse, il est de l'ordre de 5 à 7% pour les variétés à panicules compactes et varie largement (20 à 29%) pour les variétés à panicules lâches de la race botanique *Guinea* (Doggett, 1988).

Le sorgho a d'abord été désigné sous différents noms au cours du XVI^{ème} siècle : *Millium saracenaceum*, *Millium indicum sivemelica*, *Millium indicum* et *Millium aethiopicum*. La taxonomie moderne ne reprend le nom qu'à partir de Linné qui fut le premier à décrire le sorgho en 1753. Celui-ci désigne le sorgho sous le nom de *Holcus*, et décrit sept (07) espèces,

dont trois (03) font toujours partie du genre *Sorghum* : *Holcus saccharatus*, *Holcus sorghum* et *Holcus bicolor*.

Toutefois, la systématique actuelle s'inspire des bases données par Moench qui fut le premier à définir le genre *Sorghum* et l'espèce *bicolor* (L.) Moench (Harlan and De Wet, 1972).

I.3. Le millet perlé :

I.3.1. Origine : Est une espèce de plantes annuelles de la famille des *Poaceae* (Graminées). Elle est cultivée comme céréale pour ses graines comestibles. Le terme désigne aussi ses graines consommées par l'homme et les animaux domestiques. C'est la plus cultivée de toutes les espèces de mil et millets.

Millet sans autre précision désigne souvent le millet commun, mais le millet le plus cultivé est le « millet perle ».

I.3.2. Description : Le millet est une grande graminée, de 1 m jusqu'à 3-4 m de haut. L'inflorescence est une panicule dense ou faux-épi, long de 20 cm jusqu'à 1,5 m qui rappelle l'inflorescence des joncs (d'où son nom de mil à chandelle). Les graines sont des caryopses, de 3 à 5 mm de long, généralement libres des glumelles.

Ces graines globuleuses à elliptiques, de couleur blanche, jaunâtre ou grise, ressemblent à des perles.



Figure 02 : Graines du millet perlé.

I.3.3. Classification :

Règne	:	Plantae
Division	:	Magnoliophyta
Classe	:	Liliopsida
Ordre	:	Cyperales
Famille	:	Poaceae
Sous-famille	:	Panicoideae
Tribu	:	<i>Triticum</i>
Genre	:	<i>Pennisetum</i>

I.4. Le pois :

I.4.1. Description : Le pois est une plante grimpante herbacée annuelle. Le système racinaire est de type pivotant, pouvant atteindre une profondeur d'un mètre dans des conditions de sol favorables, mais très ramifié, surtout dans la couche superficielle du sol. Les radicelles de 2^{ème} ou 3^{ème} ordre portent des nodosités, siège de la fixation symbiotique de l'azote. La tige, peu ramifiée, de longueur variant de 50cm à 2m, voir jusqu'à trois mètres chez le pois fourrager, est à croissance indéterminée. Les feuilles, opposées, sont composées d'une à quatre paires de folioles sessiles, opposées et terminées par une vrille simple ou ramifiée. Les folioles sont entières, ovales, et ont de 1,5 à 6 cm de longueur.

Le Pois cultivé (*Pisum sativum L.*) est une espèce de plante annuelle de la famille des légumineuses (Fabacées), largement cultivée pour ses graines, consommée comme légume ou utilisée comme aliment du bétail. Le terme désigne aussi la graine elle-même, riche en énergie (amidon) et en protéines (de 16 à 40 %) 1. Les pois secs se présentent souvent sous la forme de « pois cassés ». Les pois frais sont plus couramment appelés « petits pois ».

I.4.2. Classification :

Règne	:	Plantae
Sous-règne	:	Tracheobionta
Division	:	Magnoliophyta
Classe	:	Magnoliopsida
Sous-classe	:	Rosidae
Ordre	:	Fabales
Famille	:	Fabaceae
Sous-famille	:	Faboideae
Tribu	:	<i>Fabeae</i>
Genre	:	<i>Pisum</i>

Chapitre II : Son et effets sonores

II.1. Qu'est qu'un son ?

Le son est produit par la mise en vibration rapide d'un corps matériel (corde, plaque, pierre, membrane d'un haut-parleur), mais la notion de propagation de cette vibration dans l'air jusqu'à atteindre notre tympan n'est mise en évidence qu'avec les premières expériences réalisées avec la machine pneumatique d'Otto Von Guericke en 1650. Cette vibration se propage dans l'air, de molécules à molécules, d'une manière un peu analogue à ce qui se passe dans un ressort quand on frappe brutalement son extrémité, la zone frappée se comprime puis se détend, transmettant aux spires voisines cette compression qui se propage ainsi d'un bout du ressort à l'autre.

II.1.1. Définition des ondes sonores : Une onde sonore correspond à la propagation de perturbations mécaniques dans un milieu élastique. Ces perturbations sont perçues, entre autres, par l'oreille humaine qui les interprète comme des sons. La science qui étudie ces ondes s'appelle l'acoustique.

Les ondes sonores peuvent subir des réflexions, lorsque l'on entend un écho, par exemple. Elles peuvent aussi subir des réfractions, lorsqu'elles traversent une paroi. Elles peuvent enfin subir des interférences.

Les ondes sonores, contrairement aux ondes lumineuses, ne se propagent pas dans le vide. Elles s'appuient nécessairement sur un milieu matériel.

II.1.2. Caractéristiques des ondes acoustiques : La fréquence, exprimée en hertz (Hz), est l'une des caractéristiques majeures d'une onde sonore. Outre la vitesse avec laquelle se propage l'onde sonore dans la matière, une de ses caractéristiques fondamentale est sa fréquence, qui est en fait la fréquence de vibration de la source. La fréquence d'un son est le nombre de vibrations effectué par seconde : 1 Hertz = une vibration par seconde. C'est aussi cette fréquence de vibration qu'impose le son aux matériaux qu'il parcourt.

Un diapason vibrant 440 fois par seconde émet donc des ondes dont la fréquence est 440Hz et l'air qui l'entoure subit donc en chaque point 440 compressions et dépressions successives par seconde.

Les fréquences des ondes sonores perceptibles par l'être humain se situent approximativement entre $16 \text{ Hz} < N < 16000 \text{ Hz}$ (sons très graves sons très aigus). Ces valeurs sont une moyenne sachant que l'oreille de l'enfant perçoit des fréquences au-delà de 20000Hz alors qu'un adulte peut ne plus déceler des fréquences au-dessus de 12000Hz. Certains animaux peuvent percevoir des fréquences plus élevées que les nôtres. Le chiens perçoit

jusqu'à des fréquences de 35000Hz (ultrasons) et la chauve-souris se dirige en émettant des fréquences de 60000Hz.

Il existe d'autres caractéristiques physiques du son comme son intensité, exprimée en décibels (dB), correspondant à l'amplitude de l'onde qui lui est associée ; l'intensité d'un son peut être à l'origine de nuisances sonores ; ainsi, le niveau d'une conversation animée peut atteindre les 60 dB, et le seuil de la douleur se situe à environ 130 dB. Le timbre, qui est lié à la forme de l'onde ; les ondes sonores, en effet, ne se représentent généralement pas à l'aide de sinusoïdes parfaites.

II.1.3. Vitesse de propagation d'une onde sonore : La vitesse du son dépend de la nature, de la température et de la pression du milieu dans lequel l'onde acoustique se propage. Au cas d'une propagation dans un gaz parfait, la vitesse augmente lorsque la densité et/ou la compressibilité du gaz augmente. Dans les conditions normales de température et de pression, la vitesse du son dans l'air est d'environ 340 mètre par seconde. Dans l'eau, elle est près de cinq fois plus élevée. Lorsqu'un objet se déplace plus vite que le son dans un milieu donné, on dit qu'il franchit le mur du son.

II.1.4. Longueur d'onde : Si l'on reprend l'exemple du diapason 440Hz, les ondes qu'il émet se propagent dans l'espace qui l'entoure à la même vitesse. Tous les points de sphères centrées sur le diapason sont atteints en même temps par le même mouvement vibratoire qui suit une courbe sinusoïdale au cours du temps (on parle d'onde sinusoïdale). L'onde est dite "sphérique". Les points de ces sphères vibrent simultanément mais $1/440$ de sec plus tard l'onde a progressé de $1/440s \times 330m/s = 0,75m$. On peut alors dire que tous les points des sphères se situant à 0,75 m les unes des autres vibreront toujours en phase pour une fréquence de 440Hz. La formule de calcul est :

$l = c \times 1/F$ (l est la longueur d'onde, c la célérité, F la fréquence de l'onde)

I.1.5. Les gammes musicales : L'oreille humaine saisit le passage d'un son de fréquence N_1 à N_2 par la différence de hauteur, ou intervalle qui les sépare : $l = 1000 \log N_1/N_2$ ou la valeur l est exprimée en savarts.

À titre d'exemple un intervalle d'octave se formule ainsi :

$l = 1000 \log 2 = 301,03$ savarts.

Comme nous l'avons vu plus haut, chaque fondamentale contenant toutes ses harmoniques, celles-ci ont été réparti sous forme d'intervalles agréables à l'oreille. Après différentes proposition de gammes constituées de ces intervalles, le XVIIIe siècle a vu s'instituer la gamme tempérée (JS Bach) divisant l'octave en douze demi-tons de 25 savarts chacun, l'octave étant arrondie à une valeur de 300 savarts.

Cette gamme, base de l'harmonie occidentale n'est cependant pas la seule, et elle est assez éloignés des intervalles harmoniques qui ont amené à sa construction.

II.2. Impact du son sur l'eau :

«Au moment où l'on découvre que l'action des molécules physiques passerait par l'émission d'un spectre de radiations, ce qui confirme l'action de l'homéopathie, on continue à ignorer que la vie est faite de vibrations qui déterminent des formes porteuses d'informations immatérielles telles que la pensée. Jacqueline BOUSQUET (Docteur ès Science, Biologie, Biophysique et Chercheur honoraire au C.N.R.S.)

II.2.1. L'eau transformée par le son (Masaru Emoto) : Que se passe-t-il lorsqu'on expose l'eau à de la musique ?

Deux idées importantes sont à l'origine des travaux sur l'eau de Masaru Emoto, chercheur japonais (1943-2014) :

- Dans la nature il n'y a pas un flocon de neige identique à un autre flocon de neige !
- Peut-on cristalliser l'eau pour voir des cristaux d'eaux différents les uns des autres ?

Masaru Emotto cherche dès lors un processus pour voir et photographier les cristaux d'eaux formés par l'eau congelée. Après de nombreuses expériences infructueuses, il trouve le procédé de congélation et de photographie des cristaux d'eaux. C'est alors pour Masaru Emoto un nouveau monde à explorer : découvrir les cristaux, découvrir leurs formes multiples, ..., etc.

Découvrir les différents cristaux d'eaux en contact avec la musique, d'eaux auxquelles sont envoyées des pensées d'amour ou de haine, d'eaux pour lesquelles sont inscrits des mots d'amour ou de haine sur leur contenant, d'eaux auxquelles on fait «entendre» différentes fréquences sonores, ..., etc.

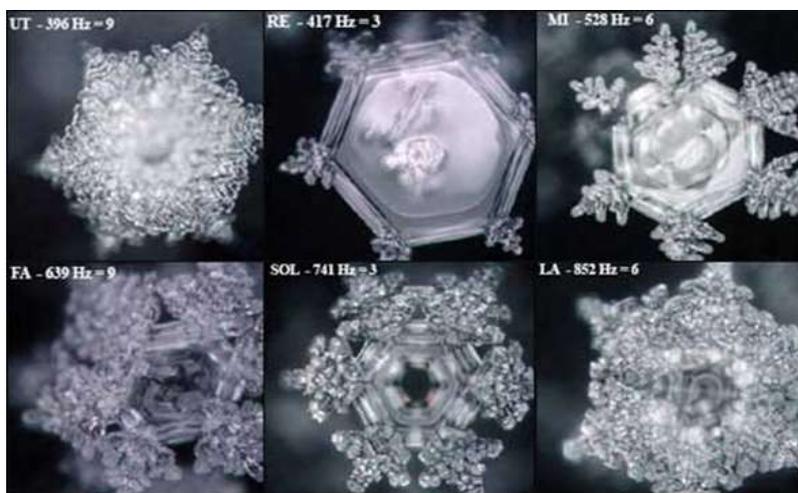


Figure 03 : Cristaux d'une eau exposée aux fréquences du Solfège Sacré (Radin et al. 2006).

II.2.2. La mémoire de l'eau de Benveniste à Montagnier : Jacques Benveniste (12 Mars 1935 – 3 Octobre 2004), médecin et immunologiste français, « le Galilée du XXe siècle » selon Luc Montagnier, a mis en évidence que l'eau était capable, tout comme une bande magnétique, de conserver, de véhiculer et de retransmettre des « informations », des vibrations, d'éléments qui la traversent ou qui lui sont proches.

L'eau garde en mémoire les propriétés des molécules avec lesquelles elle a été en contact, et même lorsque les molécules ne s'y trouvent plus. Cela explique d'ailleurs comment certaines « médecines » fonctionnent : l'homéopathie, les fleurs de Bach, ..., etc. Cela peut expliquer pourquoi certaines eaux sont plus « guérisseuses » que d'autres.

Différents chercheurs ont pour suivit la voie tracée par Benvéniste. Roland Plocher, dans les années 80, a pour but de « redonner à l'eau la capacité de s'auto-nettoyer ». Il met au point un système permettant de concentrer une « information » (ou signature fréquentielle) de manière à l'encapsuler dans une autre substance. Il a alors commencé à régénérer des lacs et des cours d'eau grâce à des tubes « informés » avec l'élément « oxygène » disposés au fond de l'eau.

Luc Montagnier, prix Nobel de médecine pour la découverte du VIH, a repris les recherches de Benveniste. Dès la première expérience sur le plasma sanguin des malades infectés par le virus du sida, il détecte des ondes électromagnétiques. « Ça a été une vraie surprise. Je ne m'y attendais pas et j'étais fasciné par ce phénomène » Luc Montagnier.



Figure 04 : Cristaux d'une eau exposée à des expressions de Politesses, Insultes, Muezzin

II.3. Impact du son sur les plantes :

II.3.1. Plantes et musique : Les plantes écoutent-elles de la musique ? Comment une plante peut-elle possiblement réagir à la musique ? Les plantes respirent par de nombreuses bouches, que l'on appelle stomates, et on a découvert que les stomates des plantes réagissent à la musique ! D. Kroeze MSc. CANNA Research.

L'université de Californie à San Diego ont découvert le mécanisme qui contrôle les stomates d'une plante. Les deux cellules qui forment le stomate sont des cellules spécialisées (cellules de garde), accordées selon la fréquence de résonance du calcium. Lorsqu'on les expose à cette fréquence, les stomates se ferment. Toutefois, si la fréquence n'est pas exactement la bonne, les cellules s'ouvriront de nouveau dans l'heure qui suit. Ceci se produit même si la concentration de calcium est suffisante pour faire fermer le stomate en temps normal. Des expériences ont démontré que les tonalités aiguës sont plus ou moins directement responsables d'une augmentation de l'échange gazeux qui dure plus d'une heure.

II.3.2. La musique accroît la croissance : Lorsque certaines musiques, des tonalités aiguës, ou des chants d'oiseaux font vibrer la plante, à une fréquence qui n'est pas exactement celle de la résonance du calcium, les stomates s'ouvrent après un certain temps, même si la plante les aurait normalement gardés fermés. Des tests ont démontré qu'un engrais appliqué aux feuilles de la plante aura plus d'effet sur son développement et sa croissance si ses stomates sont grands ouverts. Cela est logique : les plantes absorbent l'engrais donné aux feuilles par leurs stomates. Différentes combinaisons de fréquence et d'engrais sont offertes pour plusieurs types de récoltes.

Cette méthode n'est cependant pas à toute épreuve. Si on force les stomates à rester ouverts, la plante se verra incapable de contrôler la quantité d'eau qu'elle perd par la transpiration ; elle risque d'être déshydratée. C'est donc dire qu'exposer vos plantes à de la musique pour plus de trois heures par jour pourrait les mettre en danger.

a. Parler aux plantes aurait-il un réel effet ? Dans ce cas, est-ce le son de notre voix qui va influencer ? Est-ce que les plantes peuvent ressentir nos émotions et donc nos émotions de nos paroles ? Ou bien est-ce qu'elle ressent jusqu'à nos pensées positives ou négatives ? La aussi des expériences scientifiques nous mettent en évidence des relations étonnantes entre nos émotions et les plantes qui nous entourent. Il n'y a pas de doute, des émotions positives sont plus favorables pour la croissance de nos plantes que des émotions négatives ou même pensées négatives envers elles.

b. Ne causez pas de surdose de musique : Si le volume ou la fréquence sont trop élevés, vos plantes favorites courent des risques. Certains effets de l'ouverture et de la fermeture des

stomates ne peuvent encore être expliqués. L'impact négatif d'une fréquence trop haute pourrait être expliqué en utilisant une technique appelée «résonance de la coquille».

c. Les plantes préfèrent la musique classique : Les plantes réagissent de façon positive à la musique classique. On peut supposer que des tonalités plus pures sont utilisées en musique classique.

d. Les effets de la musique sur les plantes : Se décomposent en différentes influences ou aspects techniques :

1. Les effets mécaniques du son, par ces résonances, la pression, les vibrations.
2. Les effets électromagnétiques du son, aussi par des résonances, des phénomènes électromagnétiques et énergétiques des vibrations.
3. Les effets de l'aspect émotionnel de la musique sur les plantes, car les plantes sont aussi sensibles à des émotions et pensées.

e. Quelques expériences : Pour commencer, nous avons recensé, ci-dessous quelques expériences réalisées à travers le monde par des scientifiques pour démontrer que la musique avait un effet sur les plantes :

1- Marcel Vogel (chercheur en chimie aux laboratoires de recherche d'IBM à San José, Californie) a entrepris des expériences musicales sur les plantes, et avec des morceaux tels que Nuits dans les jardins d'Espagne de De Falla, il a constaté des oscillations rythmées de leur part.

2- Mrs. Dorohy Rettallack au Collège Buell Temple à Denver, dans le Colorado a avancé que l'écoute de Bach ou de Ravi Shankar influençait favorablement les cultures. Elle va même jusqu'à prétendre que cette influence varie en fonction du type de musique. Ainsi le rock aurait un effet négatif sur les plantes. Celles-ci ploieraient avant de se mettre à dépérir puis à mourir. En 1969, la chercheuse fit des expériences pour prouver cette hypothèse en testant plusieurs sortes de musiques sur plusieurs types de plantes (Maïs, Pétunias, Courges, ..., etc.).

La chercheuse mit un premier groupe de plantes dans une pièce branchée à une radio locale de rock et dans une autre pièce un autre groupe branché à une radio de musique classique. Elle fit écouter à chaque groupe trois heures de musique. Les plantes écoutant de la musique rock ont grandi au début mais sont devenues anormalement hautes, avec des feuilles plus petites que les autres plantes, elles consommaient plus d'eau et leurs tiges se dirigeaient à l'opposé du poste de radio. Certaines plantes sont même mortes. A l'inverse les plantes soumises à de la musique classique étaient plus saines et leurs tiges se dirigeaient vers le poste de radio. De plus, ces plantes présentaient des racines plus grosses et plus longues que celles de l'autre groupe. Cette expérience semble démontrer que la musique a bien un effet sur les

plantes et que cet effet peut être positif ou négatif en fonction du type de la musique (Retallack et Broman, 1973).

Partie II

Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé durant notre expérimentation est composé de quatre (4) espèces végétales citant le Blé, le Sorgho, le Millet perlé et le Pois, choisies pour mieux comprendre l'influence des ondes acoustiques sur la morphologie de la plante. Autrement dit, quand nous utilisons plus d'espèces les probabilités pour avoir des résultats sont bonnes.

I.2. Dispositif expérimental :

Nous avons entamé notre expérience au niveau du laboratoire SNV (T1) situé à l'université Mohammed el Bachir el Ibrami de la wilaya de Bordj Bou Arréridj, le 27 mars 2018.

Pour faire face à notre expérience basée sur l'isolement de nos plantes de tout effet sonore extérieur, nous étions obligées de confectionner deux boîtes (une avec hauts-parleurs et l'autre sans le dispositif sonore) en fiches cartonné d'une hauteur de 80cm, une longueur de 45cm et une largeur de 44cm de la face extérieure de la boîte. Un isolant de polystyrène d'un diamètre de 40mm sépare la face intérieure de la face extérieure, ce qui nous donne un espace fermé, de 60cm hauteur, 35cm longueur et 34cm largeur (Figure 08).



Figure 05 : Boîtes utilisées pour l'isolation sonore

Nous avons perforé ces deux boîtes fermées, à l'aide d'un couteau, pour créer des ouvertures pour pouvoir accéder à ce que nous allons mettre à l'intérieur ; nous avons assuré des fermetures hermétiques pour empêcher l'entrée du bruit de l'extérieur (Figure 09). Par la suite, un dispositif électrique a été installé pour maîtriser l'éclairage (à l'aide d'une ampoule) pour les deux boîtes bien sûr d'une part, et pour alimenter les hauts parleurs (source d'ondes

acoustiques) pour une boîte seulement d'autre part. Ces deux hauts parleurs ont été mis en haut, de part et d'autre, pour exposer les jeunes plantules à une même intensité sonore.

La boîte qui ne dispose pas d'un système sonore, est considéré comme témoin. L'autre boîte a été exposée à un traitement sonore.

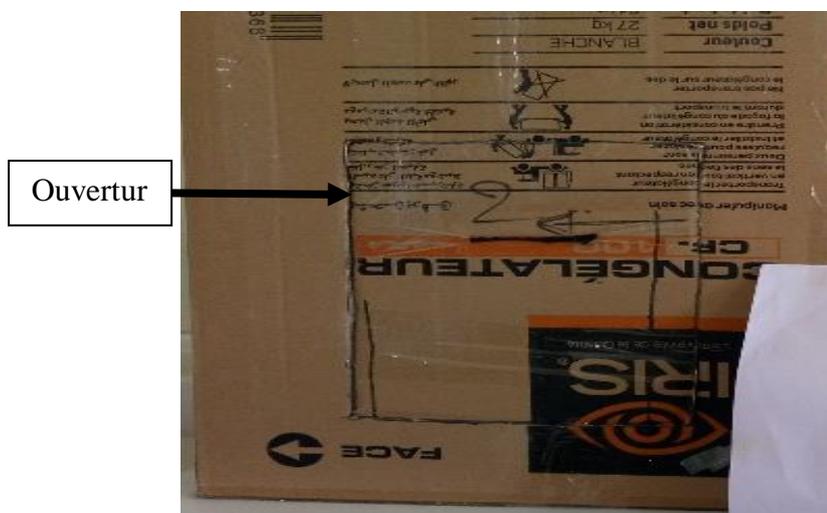


Figure 06 : Ouverture d'accès à l'intérieur de la boîte

Pour la disposition des pots dans les boîtes, nous avons mis aléatoirement 9 pots dans chaque boîte.

I.3. Application du stress :

Juste après le semis des graines dans les pots et de les mettre au sein des boîtes, nous avons entamé l'isolation des boîtes (fermeture des ouvertures) avec l'éclairage, qui a duré environ 16h/jour donc 8h d'obscurité, et bien sûr l'application du stress sonore concerne la deuxième boîte seulement. Ce stress sonore a duré 15 jours pour chaque essai, à condition que chaque pot dispose au moins une plante.

Trois essais ont été suivis en changeant le type des ondes acoustiques à savoir :

- le premier essai « Musique Heavy-Metal »,
- le deuxième essai « Bruit des vagues de la mer avec chant des oiseaux »,
- le troisième essai « Relaxing music ».

A la fin de chaque essai, plusieurs mesures morphologiques ont été prises.

I.4. Conduite de la culture :

I.4.1. Préparation du substrat : Le substrat utilisé est composé de 2/3 sol et 1/3 matière organique sous forme tourbe fraîche. Ce substrat a été mélangé convenablement avant d'être mis dans les pots. Une irrigation abondante a été appliquée pour vérifier la bonne percolation des pots.

I.4.2. Semis : Le semis a été effectué superficiellement (1cm de profondeur) le 17 avril 2018, à raison de 4 grains dans chaque pot, tout en évitant un manque indésirable de plantules d'une part et pour assurer les répétitions d'autre part.

Trois pots entre les neuf sont semé par le blé, deux en Millet perlé, deux en Sorgho et deux derniers en Pois.



Figure 07 : Opération de semis (Original)

I.4.3. Irrigation : Des irrigations par l'eau minérale (même quantité pour chaque pot) suivant le besoin.

I.4.4. Désherbage : Il a été effectué manuellement suivant le besoin.

I.4.5. Prélèvement : Pour chaque essai et après les 15 jours d'application du stress, un prélèvement des plantules a été effectué pour mesurer les paramètres morphologiques de notre expérimentation.

Pour la partie racinaire, un nettoyage suivi par un rinçage puis essuyage pour ne pas fausser le poids frais des racines.



Figure 08 : Prélèvement des plantes des pots (Original)

I.5. Paramètres étudiés :

I.5.1. Nombre de feuilles : Il s'agit d'un simple comptage des feuilles de la tige principale de chaque plante.

I.5.2. Hauteur de la tige et de la racine : à l'aide d'une règle graduée, nous avons mesuré la hauteur de la tige depuis le collet (niveau du sol) jusqu'à l'extrémité supérieure de la plante et la racine depuis l'extrémité inférieure jusqu'au collet, de chaque pot pour chaque espèce.

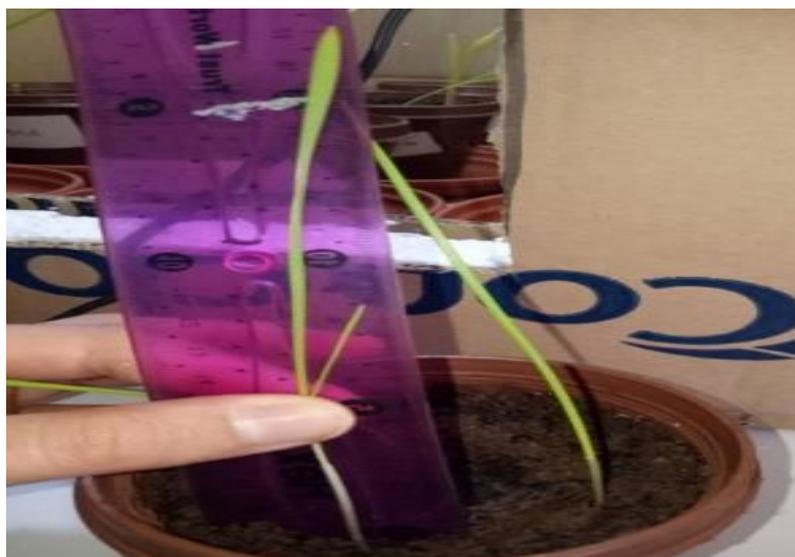


Figure 09 : Mesure de la hauteur de la tige (Original)

I.5.3. Rapport R/T et T/R : il s'agit d'une déduction du rapport entre la longueur racinaire sur la longueur de la tige (R/T), et bien sûr la longueur de la tige sur la longueur racinaire pour le deuxième rapport (T/R).

I.5.4. Longueur de la feuille : à l'aide d'une règle graduée, nous avons mesuré la longueur de la feuille depuis la ligule jusqu'à l'extrémité de la feuille.

I.5.5. Poids frais et poids sec : Une fois terminé avec le prélèvement et les opérations de nettoyage, nous avons coupé la plante au niveau du collet en vue de peser, à l'aide d'une balance de précision, le poids frais de la partie aérienne et le poids frais de la partie racinaire. Toutes ces étapes ont été effectuées rapidement pour minimiser les pertes de poids dues à l'évapotranspiration des jeunes plantules.



Figure 10 : Les pesées à l'aide d'une balance de précision (Original)

Juste après la pesée, nous avons mis les échantillons dans sachets en papier afin de les mettre sous l'étuve 3 jours à 73° pour obtenir le poids sec (après stabilité du poids).

I.5.6. Taux de la matière sèche (tige et racine) : Les taux de la matière sèche ont été déduits par les formules suivantes :

$$MSt = (PS \text{ tige} / PF \text{ tige}) \times 100 \quad \text{et} \quad MSr = (PS \text{ racine} / PF \text{ racine}) \times 100$$



Figure 11 : Séchage sous étuve type Memmert (Original)

I.6. Traitement statistique des données :

L'analyse statistique uni-dimensionnelle (analyse de la variance ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets significatifs du facteur stress sonore étudié à l'aide du logiciel STATISTICA 8.0. Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Office Excel.

Partie III

Résultats et discussion

Paramètres étudiés :

1. Nombre de feuilles : L'analyse statistique de la variance a montré une différence significative pour le facteur effet sonores (ondes acoustiques), et le test Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts.

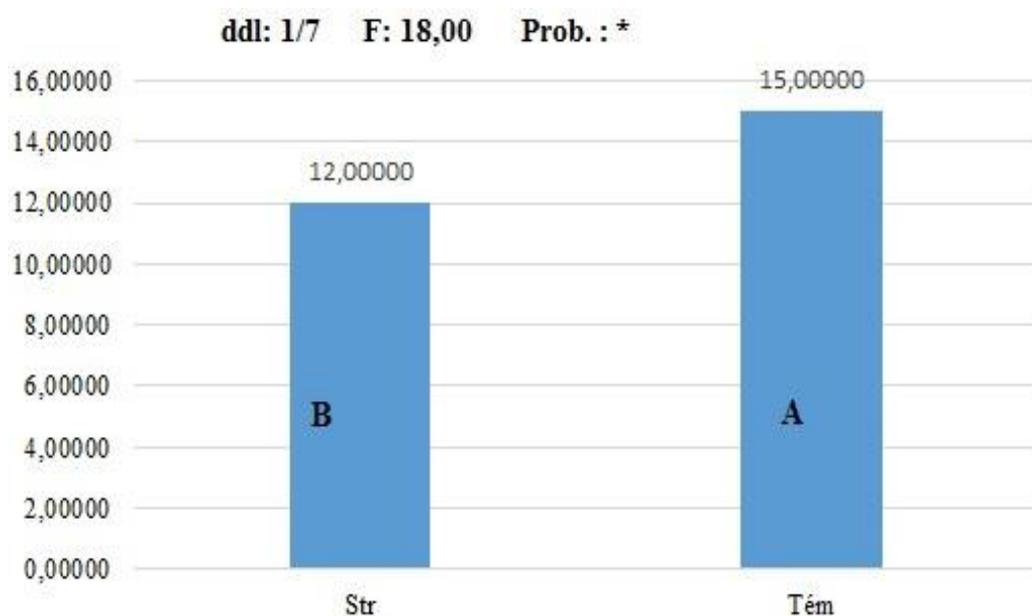


Figure 12 : Histogrammes montrant le nombre de feuilles chez le Pois

Le nombre des feuilles a donné une valeur de 15 feuilles chez le témoin (non stressé), et la valeur 12 feuilles marquée pour les plantes stressées.

2. Hauteur de la plante : L'analyse statistique de la variance fait ressortir une différence significative pour le facteur étudié et le test Tukey a donné deux groupes homogènes distincts.

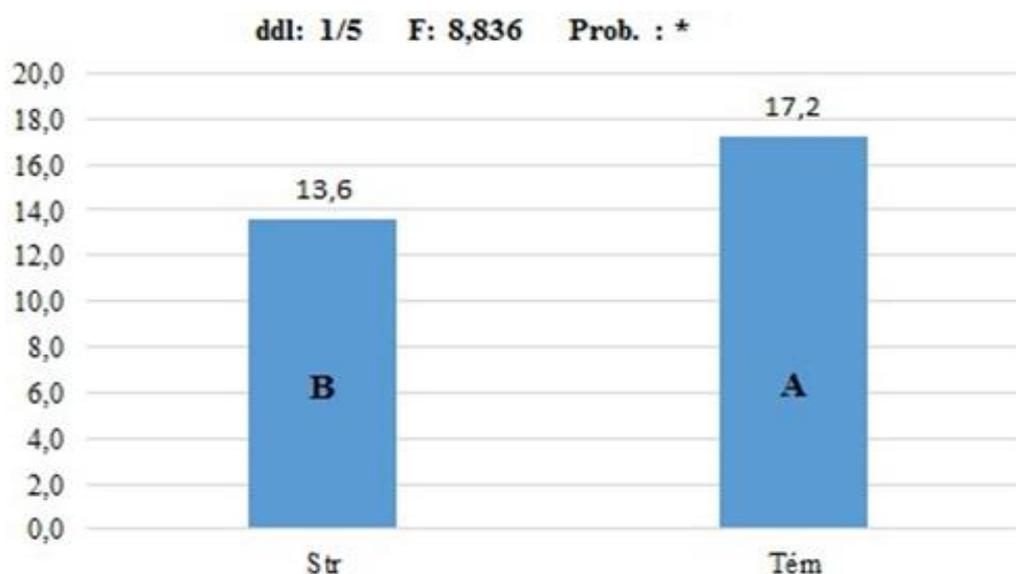


Figure 13 : Histogrammes montrant la hauteur de la plante chez le sorgho

La hauteur des plantes témoin ont présenté une valeur de 17.2cm, alors que la hauteur de plantes stressées a donné une faible valeur de 13.6cm. Nous pouvons déduire que les plantes stressées ont montré une diminution de la hauteur suite à l'exposition à une musique classique, apparemment non adaptée avec nos plantes, contrairement de ce qu'il a été démontré dans les travaux de Qi et al. (2014) où il a trouvé qu'une certaine fréquence ou intensité sonore de la stimulation de l'onde sonore peuvent favoriser la croissance des plantes. Retallack et Broman (1973) ont démontré que l'exposition des plantes à la musique a bien un effet sur les plantes et que cet effet peut être positif ou négatif en fonction du type de la musique.

Les travaux de Desbiez et al. (1987) in Thellier (2015) sur l'allongement des hypocotyles du bident (une plante herbacée) et les travaux de Johnson et al., (1998), sur l'allongement des hypocotyles et l'expression génique des graines d'*Arabidopsis thaliana* ont été améliorées par un stimulus sonore d'environ 50 Hz.

3. Poids frais (partie aérienne) : L'analyse statistique de la variance fait ressortir une différence significative pour le facteur effet sonores (ondes acoustiques).

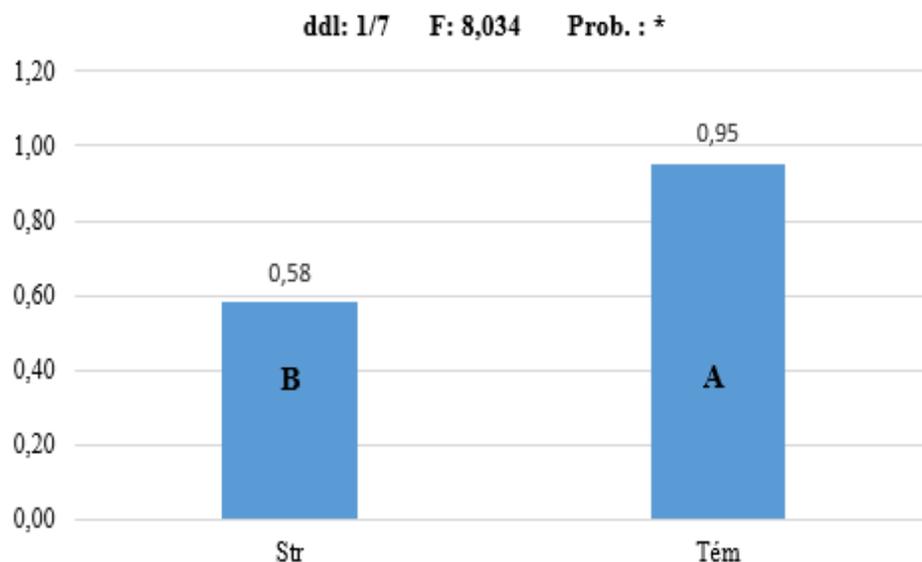


Figure 14 : Histogrammes montrant le poids frais feuille chez le Poids

Le poids frais a donné une valeur de 0,95g chez les plantes celui qui n'était pas exposé de la musique par rapport le poids frais des plantes était exposé de la musique.

La matière fraîche, disant organique, est tributaire de la photosynthèse, et comme beaucoup d'auteurs parlent d'un effet significatif des ondes acoustiques sur les fonctions physiologiques des plantes, nous pouvons déduire les troubles physiologiques occasionnés sur les plantes de notre expérimentation, ce qui a induit une diminution du poids frais.

Jeong et al. (2008) indique que les conditions de lumière et d'obscurité peuvent être régulées à la hausse en utilisant de la musique classique et un signal de vibration à fréquence unique. Les effets sonores stimulent significativement la croissance du fraisier, citant la surface foliaire, le taux de caractéristiques photosynthétiques et d'autres indices physiologiques (Qi et al., 2010).

4. Matière sèche (partie aérienne) :

L'analyse statistique de la variance fait ressortir une différence significative pour le facteur effet sonore et le test Tukey a révélé deux groupes homogènes distincts.

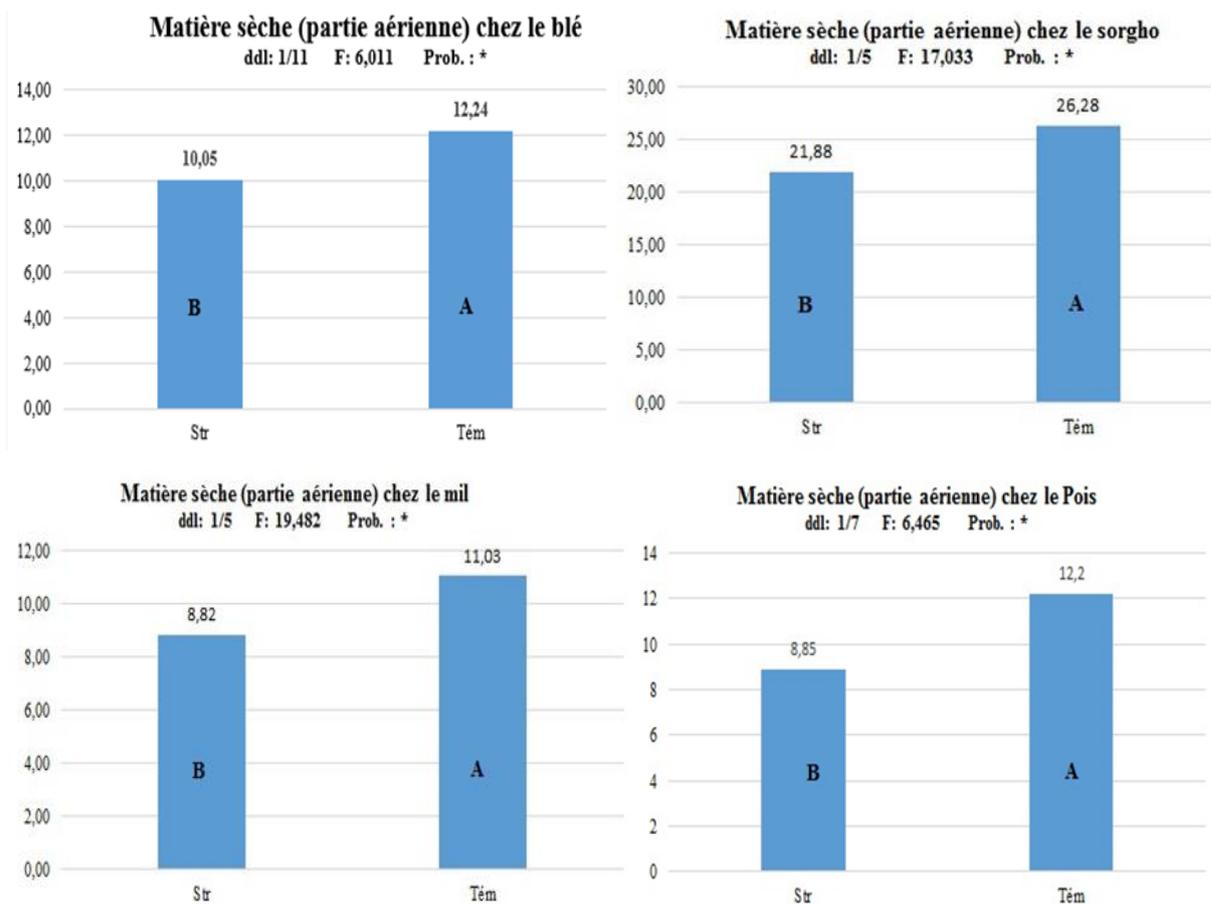


Figure 15 : Histogrammes montrant le taux de la matière sèche chez les espèces étudiées

Les plantes du blé stressées ont présenté de faibles taux de la matière sèche (partie aérienne) à l'ordre de 10.05g, alors que les plantes témoin ont donné une valeur plus élevée avec 12.24g. La même remarque pour le Sorgho, Millet perlé et le Pois avec respectivement : 21,88% contre 26,28% ; 8,82% contre 11,03% ; 9,39% contre 12,83%.

Il a été démontré que la stimulation sonore influe différemment sur les différents stages d'une culture (Qi et al., 2010). D'un point de vue biologique, les ondes acoustiques peuvent influencer les fonctions de la membrane cellulaire des plantes, mais du point de vue

physique, la fréquence de vibrations sonores, semblables probablement aux ondes sonores de la plante, ce qui induit la résonance (responsable à l'accumulation d'énergie) (Qi et al., 2010).

La stimulation par des ondes sonores peut améliorer ou inhiber de manière significative la teneur en ATP de certaines espèces végétales. Une stimulation saine modérée peut augmenter l'activité de l'ATP et favoriser le métabolisme énergétique des plantes (Yang Xiaocheng et al., 2007).

Cependant, les taux de la matière sèche ont baissés à cause des changements à l'échelle cellulaire pour ne pas accumuler suffisamment de la matière sèche comme chez le témoin.

5. Ramification racinaire : Une différence significative pour le facteur effet sonore a été immergée lors de l'analyse statistique, mais d'une autre part en appliquant le test Tukey on a obtenu deux groupes homogènes qui sont distincts.

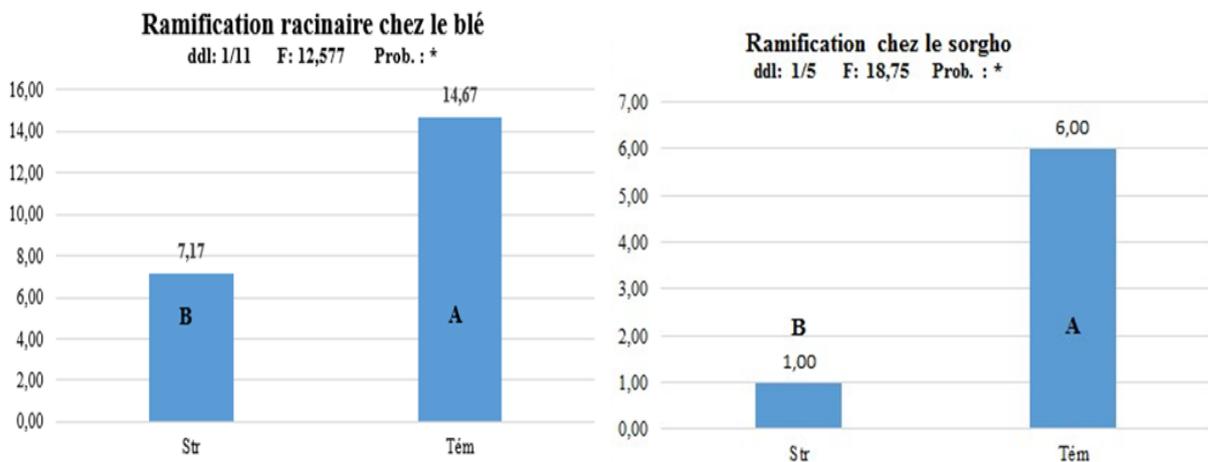


Figure 16 : Histogrammes montrant la ramification racinaire chez le blé et le sorgho

Les plantes stressées chez le blé n'ont montré que de faibles ramifications à l'ordre de 7, alors que les plantes du témoin ont donné une valeur plus élevée avec plus de 14 ramifications. De même, les plantes stressées, chez le sorgho qui est connu par son système racinaire développé, n'ont donné que de faibles ramifications à l'ordre d'une ramification, alors que les plantes du témoin ont donné une valeur plus élevée avec plus de 6 ramifications.

Beaucoup d'études sur la stimulation des ondes sonores ont été effectuées mais le mécanisme est encore controversé (Qi et al., 2014).

En utilisant un dispositif audio (Fréquence: 100-2000 Hz), le rendement de la tomate a augmenté de 13,2% et sa maladie de la moisissure grise a diminué de 9,0% (Hou Tianzhen et al., 2009).

6. Longueur racinaire : L'analyse statistique de la variance fait ressortir une différence significative pour le facteur effet sonores et le test Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts.

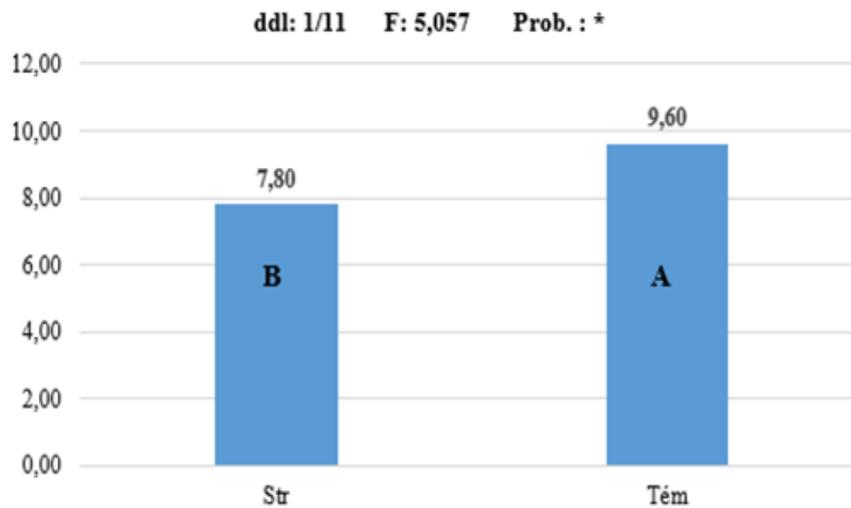
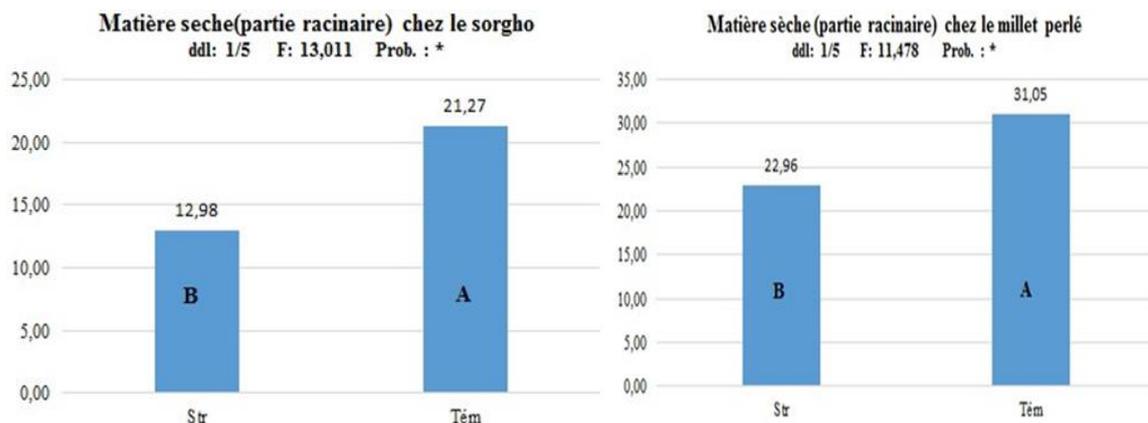


Figure 17 : Histogrammes montrant la longueur racinaire chez le blé

Les plantes stressées n'ont montré que de moins de longueur racinaire à l'ordre de 7.8 cm, alors que les plantes qui n'ont pas été stressé ont donné une valeur plus élevée avec plus de 9.6.

L'Académie chinoise des sciences, le Département de chimie appliquée de l'Université agricole de Chine et le Département de mécanique de l'Université de Tsinghua ont découvert qu'une série d'ondes sonores peut stimuler la synchronisation cellulaire de la division cellulaire et favoriser la synthèse de l'ADN. puis améliore la croissance et le développement des plantes (Li Tao et al., 2001).

7. Matière sèche (partie racinaire) : L'analyse statistique de la variance fait ressortir une différence significative pour les effets sonores et le test Tukey nous a montré deux groupes homogènes distincts.



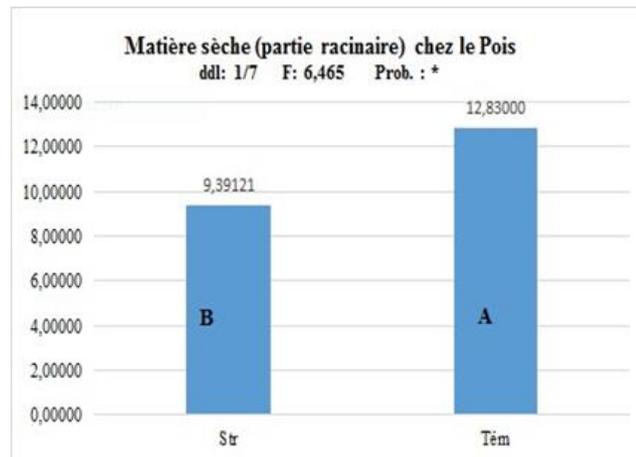


Figure 18 : Taux de la matière sèche racinaire chez les espèces étudiées

Les plantes stressées n'ont montré que de moins matière sèche (partie racinaire) de 21.27g alors que les plantes qui n'ont pas été exposées aux stress sonores ont donné une valeur 12.98g. Les chercheurs ont fait beaucoup de recherches sur le rôle et le mécanisme des ondes sonores sur les plantes (Qi et al., 2014).

Conclusion

La plante est un être vivant dont l'eau représente un pourcentage élevé dans leurs compositions. N'importe quel facteur, influençant sur cette eau, pourra influencer positivement ou négativement sur la plante.

Cependant, les travaux de Benveniste à Montagnier sur la mémoire de l'eau et la relation entre les ondes acoustiques et la cristallisation de l'eau, d'une part ; d'autre part, les travaux de Qi et al. (2014), Desbiez et al. (1987), Johnson et al., (1998) et autres chercheurs sur l'influence positive des ondes sonores sur l'amélioration de la croissance, et Retallack et Broman (1973) qui parle d'un effet positif ou négatif tout dépend du type de la musique utilisé.

Notre étude a montré clairement la sensation de la plante vis-à-vis l'onde acoustique en générale (effet positif/négatif) dans notre cas, la musique classique qu'on a utilisé a marqué un effet négatif sur la croissance à l'état juvénile de quelques espèces.

Suite aux résultats obtenus dans notre expérimentation, qui confirment l'effet des ondes acoustiques sur la diminution des valeurs de tous les paramètres étudiés, nous pouvons conclure que le type du son utilisé n'est pas le plus adéquat pour obtenir la bonne réaction des cellules des plantes utilisées. Cependant, l'influence négative nous donnent envie à poursuivre des travaux futurs sur les effets sonores tout en prenant en considération :

- Le choix de l'espèce à étudier,
- Le choix du stade végétatif à étudier,
- Le dispositif d'isolement,
- Bien étudier le nombre d'heures d'éclairage et d'obscurité,
- Le bon choix des ondes acoustiques,
- Etudier la durée d'exposition au stress sonore

..., etc.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Brunhes T. et Ramspaacher A., 1999 : Ondes mécaniques et sonores, Ed. Bréal, ISBN: 2842912764.
Chaigne A., 2000 : Ondes acoustiques, Ed. École polytechnique, ISBN-10: 2730207554. 141p.
Chaigne A., 2001 : Ondes acoustiques, Editions Ecole Polytechnique, ISBN : 2730208402, 9782730208406, 218p.
Creath K., Schwartz G.E., 2004 : Measuring effects of music, noise, and healing energy using a seed germination bioassay, <i>The Journal of Alternative and Complementary Medicine</i> , 10 (1), 113-122.
Dogget H., 1988 : The potential for the energy production using sweet sorghom in sothern Africa. Longman Scientific Technical 5,31-38
FUTURA Science, 2018 : https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-interference-1012/
GRASSI G., 2001 : Sweet sorghom : One of the best world food-feed-energy crop. Latin America Thematic Network on Bionergy, 3p.
HARLAN J.R. et DE WET J. M. J., 1972 : Une classification simplifiée des sorghos cultivés. <i>Crop Science</i> , vol. 9, n° 2,172-176.
HOUSE L.R., 1987 : Manuel pour la sélection du sorgho. Deuxième édition. CropResearch Institue for the Semi-Aridtropics.229.
Johnson K.A., Sistrunk M.L., Polisenky D.H. et Braam J., 1998 : Arabidopsis thaliana response to mechanical stimulation do not require ETR1 or EIN2. <i>Plant Physiol.</i> , 116 , 643-649.
Lefort R., 2017 : Ondes et vibrations : Fondamentaux et applications à l'acoustique et à la diffusion de la chaleur Sciences de l'ingénieur, Ed. Dunod, ISBN : 2100760440, 9782100760442, 320p.
Li Tao, Hou Yuexia, Cai Guoyou, 2001 : Analysis of the effect of strong sound wave on plant cells cycles using flow cytometry. <i>Acta Biophysica Sinica</i> , 17 (1): 195-198.
Miller F.P., 2010 : Son (Physique) : Onde, Amplitude, Décibel, Timbre (musique), Enregistrement sonore, Musique, Synthèse sonore, Sonothèque, Sonorisation, Sonification, Alphascript Publishing, Broché. ISBN-10: 6132617191, 94p.
Qi L., Teng G., Hou T., Zhu B., Liu X., 2014 : Influence of Sound Wave Stimulation on the Growth of Strawberry in Sunlight Greenhouse. In: Li D., Zhao C. (eds) <i>Computer and Computing Technologies in Agriculture III</i> . CCTA 2009. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 317. Springer, Berlin, Heidelberg.
Retallack D. et Broman F., 1973 : The Sound of Music and Plants. DeVorss. Santa Monica.
Rumèbe G., 1977 : L'Onde sonore, Broché, Ed. Revue du Palais de la découverte, ASIN: B0014MG53E, 56p.
Thellier M., 2015 : Les plantes ont-elles une mémoire, Ed. Ouae, CIRAD, Infrimer, Inra, ISBN : 978-2-7592-2325-1, 113p.
Tianzhen H., Baoming L., Guanghui T., Qing Z., Yingping X. et Lirong Q., 2009 : Application of acoustic frequency technology to protected vegetable production, <i>Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering</i> , 25 (2):156-159.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Pois_cultiv%C3%A9 , 23/06/2018 - 11:30
https://fr.wikipedia.org/wiki/Millet_(gramin%C3%A9) , 23/06/2018 - 11:30

Annexes

Tableau des paramètres qui ont présenté une différence significative chez le Blé :

Lr					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	908,2800	908,2800	472,5702	0,000000
Stress	1	9,7200	9,7200	5,0572	0,048276
Erreur	10	19,2200	1,9220		
Total	11	28,9400			
Ram					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	1430,083	1430,083	106,5901	0,000001
Stress	1	168,750	168,750	12,5776	0,005299
Erreur	10	134,167	13,417		
Total	11	302,917			
Msf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	1489,605	1489,605	621,7566	0,000000
Stress	1	14,403	14,403	6,0119	0,034145
Erreur	10	23,958	2,396		
Total	11	38,361			

Tableau des paramètres qui ont présenté une différence significative chez le Millet perlé :

Msf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	591,5382	591,5382	1571,586	0,000002
Stress	1	7,3329	7,3329	19,482	0,011566
Erreur	4	1,5056	0,3764		
Total	5	8,8385			
MSr					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	4376,084	4376,084	510,9350	0,000023
Stress	1	98,313	98,313	11,4787	0,027580
Erreur	4	34,259	8,565		
Total	5	132,573			

Tableau des paramètres qui ont présenté une différence significative chez le Sorgho :

Msf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	3479,548	3479,548	2042,585	0,000001
Stress	1	29,016	29,016	17,033	0,014528
Erreur	4	6,814	1,704		
Total	5	35,830			
MSr					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	1758,968	1758,968	221,8790	0,000118
Stress	1	103,147	103,147	13,0111	0,022615
Erreur	4	31,710	7,928		
Total	5	134,857			
Ram					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	73,50000	73,50000	36,75000	0,003738
Stress	1	37,50000	37,50000	18,75000	0,012348
Erreur	4	8,00000	2,00000		
Total	5	45,50000			
H1					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	1422,960	1422,960	646,8000	0,000014
Stress	4	19,440	19,440	8,8364	0,041038
Erreur	5	8,800	2,200		
Total		28,240			

Tableau des paramètres qui ont présenté une différence significative chez le Pois :

Nbf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	1458,000	1458,000	1458,000	0,000000
Stress	1	18,000	18,000	18,000	0,005424
Erreur	6	6,000	1,000		
Total	7	24,000			
PFf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	4,704932	4,704932	136,0529	0,000024
Stress	1	0,277848	0,277848	8,0345	0,029780
Erreur	6	0,207490	0,034582		
Total	7	0,485338			
MSf					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	886,1501	886,1501	254,8699	0,000004
Stress	1	22,4791	22,4791	6,4653	0,043921
Erreur	6	20,8612	3,4769		
Total	7	43,3404			
MSr					
	ddl	SCE	CM	F	Prob.
Intercept	1	987,5637	987,5637	289,2348	0,000003
Stress	1	23,6506	23,6506	6,9267	0,038962
Erreur	6	20,4864	3,4144		
Total	7	44,1370			

« Effet des ondes acoustiques sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales »

Résumé :

Notre mémoire vise comme objectif une étude modeste des effets acoustiques sur la germination et la croissance de quelques espèces des plantes. Pour ce faire, nous avons fait une expérience sur quatre espèces de plantes ont été mis dans un endroit contenant des hauts parleurs émettant des ondes acoustiques (musique classique). Nous avons fait notre bien pour isoler acoustiquement cet endroit afin de satisfaire les conditions biologiques à la germination.

Notre expérience a montré une réponse négative aux ondes acoustiques en comparaison avec le témoin. Ceci montre clairement la sensation de la plante aux ondes acoustiques et représente un signe de vie.

Mots clé : Effet acoustique, espèce, germination, croissance.

"تأثير الامواج الصوتية على إنتاش ونمو بعض الأنواع النباتية"

ملخص:

لقد قمنا بهذه التجربة العلمية بهدف دراسة أثر عالم الأصوات على إنتاش ونمو بعض الأنواع النباتية. للقيام بذلك، أجرينا تجربة على أربعة أنواع من النباتات وضعت في مكان يحتوي على مكبرات الصوت التي تنبعث منها موجات صوتية (الموسيقى الكلاسيكية). بذلنا قصارى جهدنا لعزل هذا المكان بشكل صوتي لتحقيق الظروف البيولوجية المناسبة.

أظهرت هذه الدراسة استجابة سلبية للموجات الصوتية بالمقارنة مع الظروف العادية بدون صوت. هذا يدل بوضوح على تأثر النبات بالموجات الصوتية.

الكلمات المفتاحية: أثر صوتي، نوع، إنتاش، نمو.

« Acoustic sound waves effect on germination and growth of some plant species »

Abstract:

Our work aims at a modest study of the acoustic effects on the germination and growth of some plant species. To do this, we did an experiment on four species of plants were put in a place containing speakers emitting acoustic waves (classical music). We did our best to acoustically isolate this place to satisfy the biological conditions of germination.

Our experience has shown a negative response to acoustic waves in comparison with the control. This clearly shows the sensation of the plant to acoustic waves and represents a sign of life.

Key words: Acoustic effect, species, germination, growth.