

Effet des différentes doses d'hormones de croissance sur les herbacées (le gazon)

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de Master en Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie végétale

Présenté par :

BELGUIDOUM Ilyes

Devant le jury composé de :

Mme. BRIKI F.	M.A.A	Présidente	U. Blida 1
Mme. BOUHADJA H.	M.A.A	Examinatrice	U. Blida 1
Mme. KEBOUR D.	M.C.B	Promotrice	U. Blida 1
Mr. HAMIDI Y.	DOCTORANT	Examineur	U. Blida 1
Mr. AMEURLAIN S.	INGENIEUR d'état	Co-promoteur	INSFP. Bougara

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le bon dieu pour m'avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience afin de surmonter toutes les difficultés.

*Je tiens à exprimer ma gratitude et mes vifs remerciements à ma promotrice **M^{me} KEBOUR.D** et **M^r AMEURLAIN.S** mon co-promoteur pour la confiance qu'ils m'ont témoignée en me proposant ce sujet, sa gentillesse, ses encouragements et son ouverture d'esprits tout au long de ce travail. Merci beaucoup.*

C'est avec un grand honneur que j'adresse mes vifs remerciements et mon profond respect aux membres du jury qui ont bien voulu accepter et examiner mon travail

Grand merci à :

M^{me} BRIKI F.F.

M^{me} BOUHADJA.H.

M^r HAMIDI.Y.

Un grand merci pour toute l'équipe de production et amélioration des plantes promotion 2012/2013,

Un grand merci aussi à

DAHIA.H, KHABIL.M, BELLALA S, REKROUK.Y,

HAMMACHI.H, GHEDDABE.A, FELLA,M

Je remercie tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce travail.

DEDICACES

En premier lieu, je rend Hommage à mon regretté grand-père «DEBIHI Abdelrahmane», et ma regretté grand-mère«BELILI BELGIUDOUM KHEDRA HASSINA», Ils étaient un pilier solide et incontournable pour moi. Qu'ils se reposent en paix,

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Celle qui m'a offert mon éducation, ma réussite, ma source de sagesse et de tendresse. Celle qui m'a appris le respect et le sens du devoir : ma très chère maman « Dalila ».*
- ❖ *Celui qui m'a soutenu le long de mes études et qui a tout sacrifié pour me voir heureux : mon très cher papa « Haddadj ».*

Aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, pour mes parents

Je dédie également ce modeste mémoire

- ❖ *A mes très chères sœurs Bouthiena Zwiana et Ibtissame.*
- ❖ *A mon cher frère, yacine.*
- ❖ *A mon oncle maternel Ali et à sa femme. Samia*
- ❖ *A ma très chère tante Farida, pour son soutien moral et sa bienveillance. Sans oublier mes tantes Samia et Saida, et ces époux*
- ❖ *Toute la famille « BELGIUDOUM » et « DEBIHI » Surtout à mon grand-père, mes tantes et mes oncles, mes cousins et mes cousines.*
- ❖ *A toute l'équipe de l'U.N.E.A de blida BENZEKRI.D, LAADJAL.A,*
- ❖ *A Mr le directeur et Mr le directeur des études de CFPA de bougarra*
- ❖ *A toute la promo de biotechnologie végétale 2013-2014, (Amine, Halime, Mohamed, Djalel,riad, Abderazek, Chrif, Fatima, Halima, Kholode)*
- ❖ *A tous les stagiaires de SI et SII d'horticulture de L'INSFP bougara*
- ❖ *A tout(e)s mes chères ami(e)s de tous les temps dont on ne peut citer les noms en particulier les gens qui m'aiment et qui m'estiment.*
- ❖ *Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document.*

ILYES

Sommaire

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Considérations générales sur le gazon

Chapitre 2: Considérations générales sur les hormones végétales

Deuxième partie : Etude expérimentale

2 - Présentation de la région d'étude

2-1 Situation géographique

2-2Caractéristiques climatiques

2-3 Synthèses Bioclimatiques

2-4 Les caractéristiques édaphiques

2 – 5 Méthodes d'étude

2 – 6 Dispositif expérimental

2 – 7 Matériel utilisée

2-8 Méthode de travail

2-9 Les étapes d'ensemencement

2.10 Les travaux d'entretiens

2.11 Methodes d'analyse statistique

Troisième partie : résultats et discussions

3 Analyses multi-variées (Analyse de la variance, test de Newman et Keuls) (Annexe 1)

Introduction

Depuis l'antiquité l'homme n'a jamais voulu se séparer complètement de la nature d'où il est originaire. Les plus privilégiés (rois, empereurs, nobles, religieux,...) ont su s'entourer de la nature en la protégeant, la recréant, la contemplant dans des espaces restreints.

Les espaces verts urbains on les trouve sous différentes formes : les squares, les parcs, les arbres d'alignements, les plantations, les jardinières, les jardins sur dalle, les berges aménagées des canaux, des rivières ou fleuves, les espaces verts des ensembles immobiliers, ainsi que les espaces privés dont profitent visuellement les habitants.

Le gazon naturel est un lieu de plaisirs où se conjuguent les efforts, persévérance et solidarité; il est le poumon vert de la ville, lien entre l'homme et son environnement. Il ne se limite pas au respect du milieu naturel.

Depuis plus de 10 siècles, les hommes cultivent le gazon pour améliorer leur cadre de vie. Son apport environnemental et écologique a pu être quantifié et analysé à travers de nombreuses recherches qui ont abouti à l'indentification des principales qualités: fonctionnelles, récréatives et esthétiques.

Des études ont été réalisées pour le développement du gazon, par l'introduction des nouvelles techniques de la biotechnologie basent essentiellement sur l'utilisation des hormones végétales.

Les hormones végétales participent à la régulation de la croissance et du développement des plantes, en réponse notamment aux facteurs environnementaux. Défini d'abord en physiologie animale, le terme d'hormone se réfère à des substances organiques actives à très faible concentration, et qui produites dans un tissu, sont le plus souvent transportées vers un autre tissu où elles déclenchent une réponse physiologique donnée.

Les programmes de ces études, principalement pour le développement de gazon, visent à correspondre l'effet des différentes dose d'hormone végétale, aux besoins de la filière des herbacées et aux besoins de développement de cadre de vie des citoyens (Produit de qualité, protection de l'environnement) et apportent des solutions aux problèmes socio-économiques posés dans le cadre de la nouvelle politique du pays de réaménagement des territoires et des espaces verts.

La première étape de ce travail sera basée sur la préparation et l'installation du gazon. En deuxième lieu, nous allons traiter le gazon avec trois doses déférentes dans leurs constatations (**D1, D2, D3**) et les comparer avec un témoin qui n'aura aucun traitement. La troisième étape consistera à la détermination des caractères discriminants, et à l'établissement des liens entre les trois doses.

Liste des abréviations

- °C : Degré Celsius.
- **Cm** : centimètre
- **CV** : Coefficient de variation.
- **D.S.A** : direction des services agricole
- **D₁** : Demi-dose.
- **D₂** : une dose
- **D₃** : double dose.
- **DDL** : Degré de liberté.
- **ET**: Ecart-type.
- **FIG**: Figure.
- **g** : Gramme.
- **HaPl** : Hauteur des plantes.
- **HaPl/LoRa** : Rapport hauteur des plantes/longueur des racines
- **LoRa** :Longueur des racines.
- **M** : Températures mensuelles maximales
- **m** : Températures mensuelles minimales
- **M+m/2** :moyennes de la température minimales et maximale
- **mm** : millimètre
- **O.N.M** : office nationale de la météorologie
- **P** : Précipitation.
- **PeLv** :Période de levée.
- **S** : Significatif
- **T** : témoin.
- **THS** : Très hautement significatif.
- **PM** : poids moléculaire

Liste des figures

Figure 1.1 : Gazon d'ornement.....	2
Figure 1.2 : Gazon de sport et de jeux.....	2
Figure 1.3 : Gazon de détente et d'agrément.....	3
Figure 1.4 : Gazon fleuri.....	3
Figure 1.5 : plant de graminée.....	4
Figure 1.6 : Les différents types de racines.....	6
Figure 1.7 : Le ray Grass anglais (<i>Lolium perenne</i>).....	6
Figure 1.8 : La Fétuque élevée (<i>Festuca arundinacea</i>).....	7
Figure 1.9 : La fétuque ovine ou (Durette) <i>Festuca ovina</i>	7
Figure 1.10: La Fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>).....	8
Figure 1.11 : Le Kikuyu (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	8
Figure 1.12 : Le Dichondra rampant (<i>Dichondra repens</i>).....	9
Figure 1.13 : La Fétuque a feuilles longues (<i>Festuca longifolia</i>).....	9
Figure 1.14 : Le Pâturin des près (<i>Poa pratensis</i>	10
Figure 1.15 : Le Pâturin commun (<i>Poa trivialis</i>	10
Figure 1.16 : Le Pâturin des bois (<i>Poa nemoralis</i>).....	11
Figure 1.17 : Bermuda Grass (<i>cynodon dactylon</i>).....	11
Figure 1.18 : L'Agrostide (<i>Agrostis tenuis</i>	12
Figure 1.19 : triangle des textures.....	16
Figure 1.20 :l'ensemencement hydraulique.....	19
Figure 1.21 : la hauteur de tonte.....	21
Figure 1.22 : Structure chimique d'auxine.....	32
Figure 1.23 : Structure chimique des Gibbérellines.....	35
Figure 1.24: Structure chimique des cytokinines.....	37
Figure 1.25 : Structure chimique des cytokinines.....	40
Figure 1.26 : Structure chimique des acides abcissique.....	42
Figure 1.27 : Structure chimique des Brassinosteroides.....	44
Figure 2.1 : La moyenne de la quantité de précipitation en mm à Bougara en 2013.....	45
Figure 2.2 :La moyenne mensuelle des températures en C° à Bougara en 2013.....	46
Figure 2.3 : La moyenne du pourcentage d'humidité à Bougara(2000-2013).....	47
Figure 2.4 :Diagramme ombrothermique.....	48
Figure 2.5 : Climagramme d'EMBERGER de la région de Blida.....	49

Figure 2.6: le gazon utilisée	51
Figure 2.7: l'hormone utilise.....	52
Figure 2.8: préparation de substrat	52
Figure 2.9: nettoyage de terrain	53
Figure 2.10: nivellement de terrain	53
Figure 2.11: délimitation et traçages	54
Figure 2.12: préparation de lit de semences	57
Figure 2.13: les différentes étapes d'ensemencement	57
Figure 2.14: arrosage de gazon	57
Figure 2.15: désherbage de gazon.....	58
Figure 3.1: Histogramme établis sur la base de la variable période de levée.....	60
Figure 3.2 : Histogramme établis sur la base de la variable «Hauteur des plantes» en cm..	61
Figure 3.3 : Histogramme établis sur la base de la variable «longueur des racines».....	62
Figure 3.4: Histogramme établis sur la base de la variable «Indice de croissance».....	63
Figure 3.1 : les différentes travaux culturales effectuées durant l'expérimentation	Annexe 3
Figure 3.2 : préparation des différentes doses d'hormone utilisé.....	Annexe 3
Figure 3.3 : la station expérimentale de CFPA de bougara.....	Annexe 3

Table des matières

Introduction

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Considérations générales sur le gazon

1.1 Origine et histoire du gazon.....	1
1.1.1 Origine de l'espèce.....	1
1.1.2 Domestication de gazon	1
1.2 Systématique et classification de gazon.....	1
1.3 Différentes type de gazon.....	2
1.3.1 Gazon d'ornement	2
1.3.2 Gazon de sport et de jeux.....	2
1.3.3 Gazon de détente et d'agrément.....	3
1.3.4 Gazon fleuri	3
1.4 Morphologie de gazon	4
1.4.1 Graminées (poacées).....	4
1.4.2 Un plant de graminée.....	4
1.5 Caractéristiques des Gazons.....	6
1.5.1 Les variétés botaniques de gazon	6
1.5.1.1 Le ray Grass anglais (<i>Lolium perenne</i>)	6
1.5.1.2 La Féтуque élevée (<i>Festuca arundinacea</i>).....	7
1.5.1.3 La féтуque ovine ou (Durette) <i>Festuca ovina</i>	7
1.5.1.4 La Féтуque rouge (<i>Festuca rubra</i>).....	8
1.5.1.5 Le Kikuyu (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	8
1.5.1.6 Le Dichondra rampant (<i>Dichondra repens</i>).....	9
1.5.1.7 La Féтуque à feuilles longues (<i>Festuca longifolia</i>).....	9
1.5.1.8 Le Pâturin des près (<i>Poa pratensis</i>).....	10
1.5.1.9 Le Pâturin commun Le Pâturin commun (<i>Poa trivialis</i>).....	10
1.5.1.10 Le Pâturin des bois (<i>Poa nemoralis</i>).....	11
1.5.1.11 Bermuda Grass (chiendent) (<i>cynodon dactylon</i>).....	11
1.5.1.12 L'Agrostide (<i>Agrostis tenuis</i>).....	12
1.5.2 Comportement des différentes espèces de gazon.....	12
1.5.2.1 Exemple de quelques différents mélanges.....	14
1.6 Multiplication de gazon.....	15

1.6.1 Engazonnement par ensemencement.....	15
1.6.2- Engazonnement par bouturage.....	15
1.6 .3 Culture in-vitro.....	15
1.7 Exigence pédoclimatique.....	15
1.7.1.1 La température.....	16
1.7.1.2 L'humidité atmosphérique.....	16
1.7.1.3 La lumière.....	16
1.7.2 Le sol.....	16
1.7. 2.1 Milieu physique.....	16
1.7. 2.2 Milieu biologique.....	17
1.7.2.3 Milieu Chimique.....	17
1.8 Exigences Techniques.....	17
1.8. 1 Préparation du terrain du gazon.....	17
1.8.1.1 Le labour.....	17
1.8.1.2 Nivellement.....	18
1.8.1.3 Le tassement (roulage).....	18
1.8.2 Ensemencement.....	18
1.8.3 Techniques d'ensemencement.....	19
1.8. 3.1 Ensemencement à la volée.....	19
1.8. 3.2 L'ensemencement hydraulique.....	20
1.8.4 La tonte	20
1.8. 4.1 La hauteur de tonte	20
1.8. 4.2 La hauteur de coupe	21
1.8.4.3 La fréquence de tonte	22
1.8.4.4 Conditions de tonte	23
1.8.5 La fertilisation	23
1.8.5.1 Les engrais	24
1.8.6 Lutte contre les mauvaises herbes	25
1.8.6.1 Méthodes mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes	25
1.8.6.2 Méthodes chimiques (emploi d'herbicides)	25
1.9. Maladies et ravageurs du gazon.....	26
1.9. 1- Maladies cryptogamique	26
1.9.2 Les ravageurs du gazon	26
1.9.3 Autres ennemis du gazon.....	26

1.9.3.1 Mousses	26
Chapitre 2: Considérations générales sur les hormones végétales	
2.1 – Généralité sur les hormones végétales.....	28
2 .1.1 Notion d’hormone et comparaison hormones végétales –	
hormones animales.....	28
2.2 Méthodes d’études des hormones végétales et de leurs mécanismes	
d’action	29
2.3 Les différents types d’hormones végétales.....	30
2 .3.1 L’acide β Indolacétique et les Auxines	31
2 3.1.1 Historique et Découverte	31
2.3.1.2 Nature chimique des auxines	31
2.3.1.3 Répartition et évolution dans la plante.....	33
2.3.2 . Les Gibbérellines.....	33
2.3.2 .1 Historique – Découverte.....	33
2.3.2.2 Nature Chimique et Diversité des Gibbérellines Naturelles.....	34
2.3..2.3 Biosynthèse et Métabolisme des Gibbérellines.....	35
2.3.3 Les Cytokinines	35
2.3.3.1 Historique et découverte.....	35
2 .3.3.2 Nature chimique.....	36
2 .3.3.3 Biosynthèse – Métabolisme.....	37
2.3.4 L’éthylène	37
2 .3.4.1 Découverte du rôle hormonal.....	37
2 .3.4.2 Production par la plante.....	38
2 .3.4.3 Voies de biosynthèse et régulation de la synthèse.....	39
2 .3.4.4 Effets physiologiques.....	40
2.3.5. L’acide abscissique.....	41
2.3.5.1 Historique et Découverte.....	41
2.3.5.2 Effets physiologiques et mécanismes d’action.....	42
2.3.6 Les Brassinosteroides.....	42
2.3.6.1 Découverte et Historique.....	42
2.3.6.2 Structure et Biosynthèse des Brassinosteroides.....	43
2.3.6.3 Effets physiologiques des Brassinosteroides.....	44
Deuxième partie : Etude expérimentale	
2 - Présentation de la région d’étude.....	45

2-1 Situation géographique.....	45
2-2 Caractéristiques climatiques.....	45
2 – 2- 1 Pluviométrie.....	45
2-2- 2 Températures.....	46
2-2- 3 Humidité relative.....	47
2-3 Synthèses Bioclimatiques.....	47
2-3- 1 Diagramme ombrothermique et l'indice xérothermique	47
2-3- 2 Climagramme d'emberger.....	48
2-4 Les caractéristiques édaphiques	49
2-4.1-Interprétation des résultats.....	50
2 – 5 Méthodes d'étude	50
2 – 6 Dispositif expérimental.....	50
2 – 7 Matériel utilisée.....	51
2 – 7 – 1 matériel végétal utilisé.....	51
2 – 7 – 2 l'hormone utilisée.....	52
2 – 7 – 3 matériel et moyen de réalisation.....	52
2-8 Méthode de travail.....	52
2.8.1 Calcul des quantités des semences (dose).....	55
2.8.2 calcul des doses d'hormone.....	55
2-9 Les étapes d'ensemencement.....	56
2.10 Les travaux d'entretiens.....	57
2.11 Méthodes d'analyse statistique.....	58
Troisième partie : résultats et discussions	
3 Analyses multi-variées (Analyse de la variance, test de Newman et Keuls)	59
3.1 Paramètre de levée (période de levée)	60
3.2 Observation et suivi de la hauteur des plantes (développement foliaire). 61	
3.3 Observation et suivi de la longueur des racines. (Développement radiculaire) 62	
3.4 Indice de croissance (hauteur des plantes/longueur des racines).....	63
Discussion	64
Conclusion générale	
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Caractéristique des différentes espèces du gazon.....	13
Tableau 1.2 : la hauteur de tonte est fonction de l'espèce de graminée.....	22
Tableau 1.3 : Symptômes de carences et excès des éléments minéraux sur le gazon.....	24
Tableau 1.4 : liste des principaux engrais pour le gazon et de leurs propriétés.....	24
Tableau 2.1 : Cumul Mensuel des précipitations à Bougara en mm.....	45
Tableau 2.2 : Températures mensuelles (minimales, maximales, et moyennes) de la compagne 2012/2013.....	46
Tableau 2.3 : Humidité relative en % de Bougara 2012.....	47
Tableau 2.4 : Les analyses physico chimique de sols.....	49
Tableau 3.1 : Valeurs moyennes des différents paramètres mesures sur le gazon.....	59
Tableau 3.2 : Analyse de la variance pour la période de levée (PeLv).....	60
Tableau 3.3 : Classification des groupes homogènes pour la période de levée.....	60
Tableau 3.4 : Analyse de la variance pour hauteur des plantes (HaPl).....	61
Tableau 3.5 : Classification des groupes homogènes pour la hauteur des plantes.....	61
Tableau 3.6 : Analyse de la variance pour la Longueur des racines (LoRa).....	62
Tableau 3.7 : Classification des groupes homogènes pour la longueur des racines.....	63
Tableau 3.8 : Analyse de la variance pour la l'indice foliaire.....	63
Tableau 3.9 : Classification des groupes homogènes pour l'indice de croissance.....	63
Tableau 1.1 : tableau établis sur la base de la variable «Hauteur des plantes» en cm. Test de Newman et Keuls	Annexe 1
Tableau 1.2 : tableau établis sur la base de la variable «Hauteur des plantes» en cm test de Newman et Keuls.....	Annexe 1
Tableau 1.3 : tableau établis sur la base de la variable «longueur des racines» tes de Newman et Keuls.....	Annexe 1
Tableau 1.4 : tableau établis sur la base de la variable «Indice de croissance».....	Annexe 1
Tableau 2.1 : indiquant moyenne de nombre totaux des grains germé.....	Annexe 2

Chapitre 1 : Considérations générales sur le gazon

1.1 Origine et histoire du gazon

1.1.1 Origine de l'espèce:

L'origine nordique des gazons (autrefois -wazon- ou -gazon-) que rien ne permet de situer très exactement, et sûrement intérieure au moyen âge ou chez nous ils ont laissé des marques certaines de la grande faveur dont ils jouissaient déjà auprès des amateurs de jardin.

Dans les études sur la condition de la classe agricole l'état de l'agriculture en Normandie au moyen âge, **Chouard et Laumonier, (1946)** nous rapporte que, dans les jardins de l'archevêque de Rouen, au mont sainte Catherine (la partie principale était un préau ou vaste pelouse que l'on renouvelait souvent au moyen de mottes de gazon ou de tourbe, des sièges de repos étant disposés auprès de ces pelouses).

1.1.2 Domestication de gazon :

Le secteur de la production de gazon connut une croissance rapide à ses débuts, les facteurs qui expliquent cette croissance sont : au premier lieu, l'arrivée, l'une des premières variétés de pâturin des près de qualité supérieure possédant un système racinaire étendu, apte à produire rapidement de gazon commercialisable : la sortie sur le marché de gazon qui avait été mis au point vers la fin des années 1940, la relance de l'économie et l'augmentation des revenus qui favorisant parallèlement l'augmentation de la demande de gazon pour tous les type de construction (**Charbonneau, 2007**).

1.2 Systématique et classification de gazon

Selon les botanistes, le gazon se classe comme suit :

- **Règne :** *Plantae*
- **Division :** *Magnoliophyta*
- **Classe:** *Liliopsida*
- **Ordre :** *Cyperales*
- **Famille:** *Poaceae*
- **Genre :** - **G₁ :** *Agrostis*
 - **G₂ :** *Dactylis*
 - **G₃:** *Latium*
 - **G₄:** *Poa*
 - **G₅:** *Festuca*

(**APG III, 2003**)

1.3 Différentes type de gazon

1.3.1 Gazon d'ornement :



Figure 1.1 : Gazon d'ornement (Adolt et Dessons, 2012)

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour l'aspect esthétique, la finesse du feuillage, la densité du tapis végétal, et la lenteur de pousse, le gazon d'ornement doit être soigné : tontes rases, fertilisation, désherbage, arrosage, faible piétinement.

Le gazon ornemental est le plus beau à regarder et il est le plus difficile à obtenir. Ce gazon n'est pas destiné au piétinement (Adolt et Dessons, 2012).

1.3.2 Gazon de sport et de jeux:



Figure 1.2 : Gazon de sport et de jeux (Adolt et Dessons, 2012)

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour leur résistance au piétinement et à l'arrachement, leur aptitude à se régénérer, la densité du tapis végétal et un bon aspect esthétique (Adolt et Dessons, 2012).

1.3.3 Gazon de détente et d'agrément:



Figure 1.3 : Gazon de détente et d'agrément (Adolt et Dessons, 2012)

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour assurer le meilleur compromis entre la facilité d'installation et d'entretien, un bon aspect esthétique tout au long de l'année, et un piétinement modère (Adolt et Dessons, 2012).

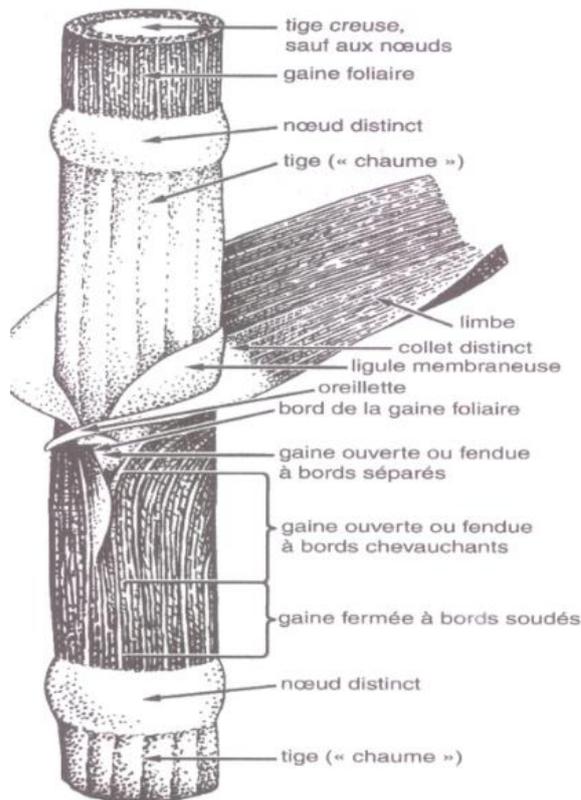
1.3.4 Gazon fleuri :



Figure 1.4 : Gazon fleuri (Adolt et Dessons, 2012)

Le Gazon Fleuri est une véritable pelouse fleurie associant des graminées et des fleurs annuelles et vivaces. Inspiré du gazon (graminées et pâquerettes), ce mélange de Gazon fleuri est composé de plusieurs compactes et florifères et de deux graminées ou plus. Ce mélange permet d'installer des graminées tout en bénéficiant d'une floraison estivale la première année (Adolt et Dessons, 2012).

1.4 Morphologie de gazon



Graminée (feuille): plante avec tige cylindrique

et épis de fleurs peu apparentes.

Limbe: partie principale de la feuille.]

Ligule: pétale unique de la graminée.

Bourgeon: formation végétale destinée à devenir une feuille.

Nœud: point de la tige où se rattache la feuille.

Entre nœud: partie de la branche située entre deux nœuds.

Racine adventive: racine se croisant sur la tige

Oreillette: petit appendice à la base d'une feuille de graminée.

Figure 1.5 : plant de graminée (Dreux, 1980)

1.4.1 Graminées (poacées) :

Les différentes espèces de graminées (poacées) à gazon sont des plantes en général herbacées, annuelles ou vivaces à tige cylindrique creuse portant des nœuds, le chaume, généralement non ramifiée sauf au niveau du sol où se produit souvent le phénomène du tallage, qui conduit à la formation de touffes caractéristiques. Certaines espèces produisent des rhizomes et des stolons qui permettent l'occupation du terrain en surface et la formation de pelouses (Dreux, 1980).

1.4.2 Un plant de graminée

Le sommet de la tige est couronné d'un épi de graines en bouquet. Généralement les graminées poussent en rosettes de feuilles, mais lorsque vient le temps pour la plante de produire des graines, une tige émerge avec des feuilles latérales qui portent des nœuds. La couronne est le centre d'où partent les racines dans le sol et les tiges vers le haut, de la couronne peuvent partir les nouvelles tiges, les feuilles et les stolons qui servent à créer des nouveaux plants.

Les graminées ont des racines qui poussent dans toutes les directions à partir de la couronne, au niveau du sol (**Dreux, 1980**).

Les feuilles : étroites à nervures parallèles, s'attachent sur les tiges par une gaine fendue montrant à la jonction avec le limbe un linge de poils ou une languette appelée ligule, les inflorescences sont formées d'épillets lorsque ceux-ci s'attachent directement sur la tige, on obtient un épi (chiendent) sinon lorsqu'ils sont des pédicelles, l'inflorescence est une panicule (agrostis phragmites), on trouve par exemple de la famille poacées.

La tige : est toujours arrondie et généralement creuse sauf au niveau des nœuds.

Les fleurs: peuvent comprendre étamines et pistil, ou être unisexuées, soit males soit femelles, elles sont enveloppées par deux bractées que l'on nomme glumelles, l'épillet est leur unité morphologique de base, il est formé d'une ou plusieurs fleurs comprises entre deux autres bractées ressemblant fort aux glumes, les épillets sont regroupés de diverses façons en épi ou en panicule. La pollinisation est anémophile.

Les fruits : sont des caryopses, plus communément appelé grains.

La Ligule: désignée chez les *poacées*, les *selaginellaceae* et quelques *cypéracée* une languette membraneuse ou parfois une rangée de poils située à la jonction de la gain foliaire et du limbe de feuilles.

La racine: La racine est la partie de la plante qui se développe généralement dans le sol et qui joue trois rôles : un rôle de fixation, un rôle d'absorption de l'eau et des sels minéraux (à l'origine de la sève brute ou sève minérale ou sève ascendante) et un rôle de stockage de réserves nutritives.

Les racines des graminées sont très abondantes dans le sol superficiel (0-30cm) et ont des diamètres faibles (<0.3 mm), ce qui les rend difficiles à observer, les graminées ont un enracinement profond, dépassant largement les 25 à 30 premiers centimètres parfois admis (**Picard, 1969**).

- **Racines fasciculées** : nombreuses racines secondaires de même tailles disposées en faisceaux en dessous du collet (pas de racines principales). Elles sont soit traçantes (parallèles à la surface du sol) soit obliques. Présentes chez la quasi-totalité des Monocotylédones (Graminées, bulbes, Palmiers) et des Ptéridophytes (**Bottin, 2012 in Ibn Abi Dhiabe**)

Certaines graminées ont des racines formant une touffe et s'enfoncent verticalement dans le sol. D'autres ont de grandes racines pivotantes s'enfonçant très profondément; d'autres enfin émettent des stolons restant près de la surface du sol mais se répandant très loin.

Selon Picard 1969 n'apparaît ainsi pas possible de juger de l'enracinement d'une graminée par l'aspect des parties aériennes et de relier les enracinements importants aux forts développements aériens (Dreux, 1980).

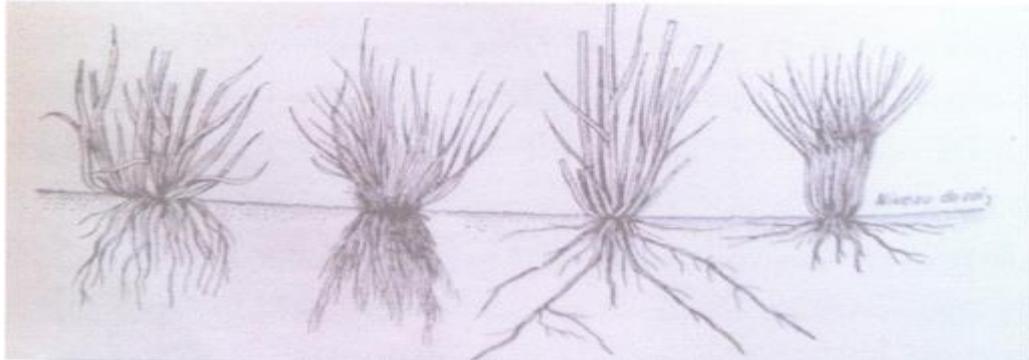


Figure 1.6 : Les différents types de racines (Dreux, 1980)

1.5 Caractéristiques des Gazons

1.5.1 Les variétés botaniques de gazon

1.5.1.1 Le ray Grass anglais (*Lolium perenne*) :

Le nom ray-grass est dérivé de l'anglais rye-Grass qui signifie « herbe de seigle ». Le Ray-grass Anglais (*Lolium perenne*) aussi appelé Ivraie vivace est une espèce à feuilles larges et légèrement luisante (par opposition au gazon fin). La base des tiges sont rougeâtres. Les épillets ont une apparence aplatie (Charbonneau, 2007).

Le Ray Grass Anglais est la graminée qui se prête le mieux à la pâture, pilier de toutes prairies de longue durée. Sensible à la chaleur il se met en dormance du 20 Juin au 15 Novembre. Il s'associe parfaitement au trèfle blanc. (Coll et al., 2008).

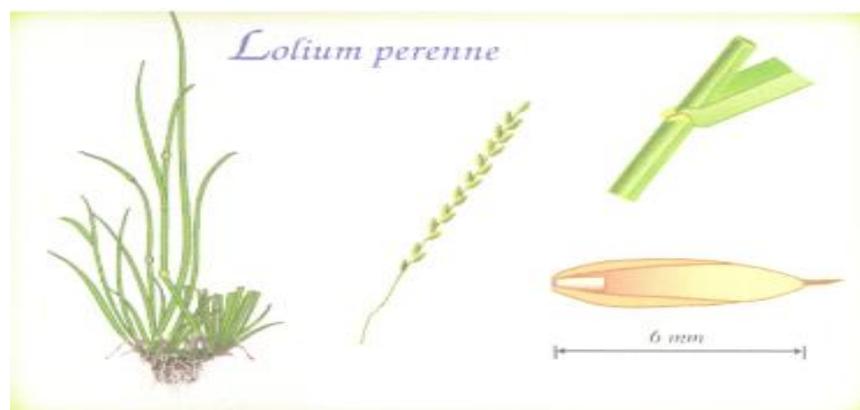


Figure 1.7 : Le ray Grass anglais (*Lolium perenne*)

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.2 La Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*): La Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*) est caractérisée par sa résistance à toutes les conditions climatiques, aussi bien aux excès de froid et d'humidité qu'aux excès de la chaleur et de sécheresse. (Charbonneau, 2007).



Figure 1.8 : La Fétuque élevée (*Festuca arundinacea*)

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.3 La fétuque ovine ou (Durette) *Festuca ovina* : La Fétuque des moutons ou fétuque ovine (*Festuca ovina*), aussi appelée durette, est caractérisée par sa résistance à toutes les conditions climatiques ou de terrain et demande très peu d'entretien (Charbonneau, 2007).



Figure 1.9 :La fétuque ovine ou (Durette) *Festuca ovina*

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.4 La Fétuque rouge (*Festuca rubra*) : La Fétuque rouge (*Festuca rubra*) est composée de plusieurs variétés : La fétuque rouge traçante, la fétuque rouge semi-traçante et la fétuque rouge gazonnante. Toutes les fétuques donnent des gazons très fins et compacts qui ont l'avantage de durer dans le temps. (Charbonneau, 2007).



Figure 1.10: La Fétuque rouge (*Festuca rubra*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.5 Le Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) : Le principal du Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) est sa résistance parfaite à la chaleur et à la sécheresse durant l'été. En contrepartie son aspect hivernal est médiocre à cause de sa dormance (Charbonneau, 2007).

A côté de ses caractéristiques intéressantes, il faut tenir compte des inconvénients du kikuyu

- Ne supporte pas les tontes trop rases ou fréquentes
- Le feuillage est très grossier
- Jaunit pendant l'hiver
- Installation délicate (Coll et al, 2008)



Figure 1.11 : Le Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.6 Le Dichondra rampant (*Dichondra repens*) : Le Dichondra rampant (*Dichondra repens*) est une convolvulacée qui résiste parfaitement à la chaleur, au sel et à l'ombre. Il forme un tapis dense de petites feuilles rondes. Cette plante craint le froid et subit de gros dégâts au-dessous de -15° C. Ne pas utiliser de désherbant de gazon sur le Dichondra. La pousse est très lente et il reste court. La tonte est inutile. Cette plante jouit d'une longévité exceptionnelle. Lors de l'installation, supporte assez mal la compétition avec les mauvaises herbes (Charbonneau, 2007).

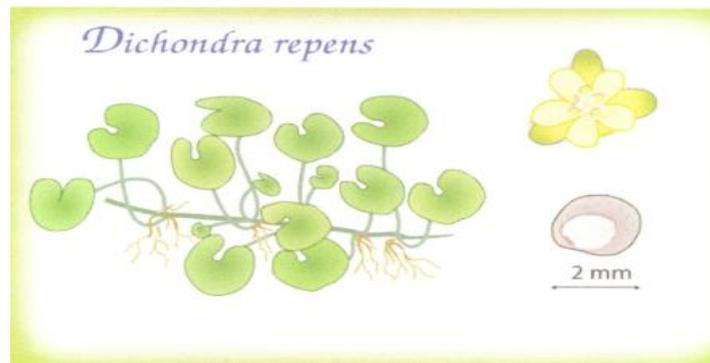


Figure 1.12 :Le Dichondra rampant (*Dichondra repens*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.7 La Fétuque à feuilles longues (*Festuca longifolia*) : La fétuque à feuilles longues (*Festuca longifolia*) est de couleur vert foncé avec des feuilles fines et longues. C'est une plante dense à poussé lente.

Très rustique, ce gazon demande peu d'entretien, peu de fertilisation et peu de tontes. Pour ces raisons, c'est un choix idéal pour les talus d'autoroute, les pistes de ski, etc.

Exemple de marque : Aurora Gold de Laros (Charbonneau, 2007).



Figure 1.13 : La Fétuque a feuilles longues (*Festuca longifolia*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.8 Le Pâturin des près (*Poa pratensis*) : Le pâturin des près (*Poa pratensis*) est une vivace a stolons traçants, facilement reconnaissable grâce à ses feuilles larges et grossières.

Le pâturin des près pousse très lentement et offre une bonne densité, il se régénère très bien grâce à ses stolons. Il résiste bien à la chaleur et dispose d'une bonne pérennité et d'une bonne résistance au piétinement (**Charbonneau, 2007**).

L'installation de cette graminée est difficile et longue (de 8 à 12 mois). Une fois installé, il demande beaucoup d'entretien (**Coll et al, 2008**).

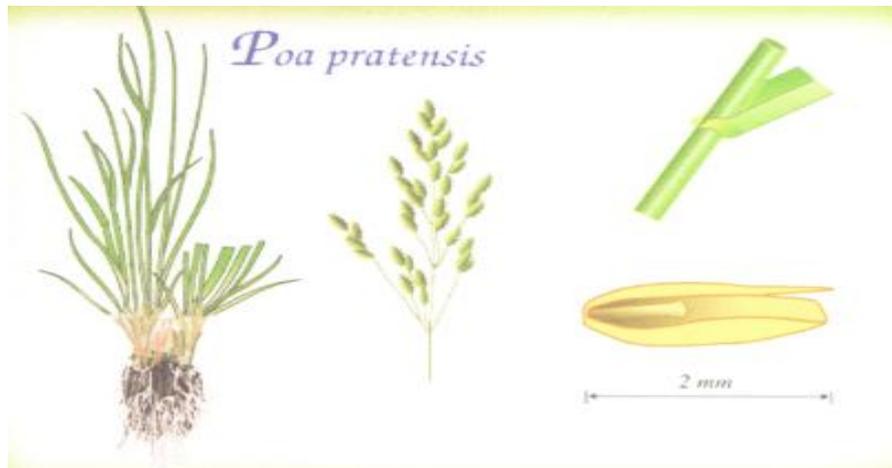


Figure 1.14 : Le Pâturin des près (*Poa pratensis*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.9 Le Pâturin commun (*Poa trivialis*) : Le Paturin commun (*Poa trivialis*) au feuillage assez fin, aime l'ombre et les terrains frais. Il conserve un bel aspect pendant l'hiver et on peut le semer par températures basses. La plus grande qualité du pâturin commun est son installation rapide. Par contre, il est très sensible à la sécheresse. (**Charbonneau, 2007**).



Figure 1.15 : Le Pâturin commun (*Poa trivialis*) Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.10 Le Pâturin des bois (*Poa nemoralis*) : Le Paturin des bois (*Poa nemoralis*) est un gazon fin, vert clair et ras. Il est peu utilisé à cause de sa faible résistance à la sécheresse et il supporte difficilement les tontes régulières.

Le Paturin des bois présente de l'intérêt pour gazons et paires en zones ombragées. Grâce à sa capacité à lever par des températures proches de 0° C permet de le semer très tôt avant que les arbres soient devenus trop fournis et ombrageux (**Charbonneau, 2007**).



Figure 1.16 :Le Pâturin des bois (*Poa nemoralis*)

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.11 Bermuda Grass (chiendent) (*Cynodon dactylon*) : Le cynodon dactyle (*Cynodon dactylon*) aussi appelé chiendent pied de poule ou herbe des Bermudes (bermuda Grass en anglais) est une vivace qui se propage par rhizomes et stolons. C'est une plante au feuillage persistant vert bleuté dont la principale qualité est l'acclimatation au chaud et au sec.

L'installation est délicate au début et nécessite des arrosages fréquents. Une fois implante, il devient très envahissant. (**Charbonneau, 2007**).

Pour pallier le blanchissement hivernal de la pelouse, il est préférable de l'utiliser en mélange avec un ray Grass anglais afin de conserver un tapis vert durant l'hiver (**Coll et al., 2008**).



Figure 1.17 :(*Cynodon dactylon*) Bermuda Grass

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.1.12 L'Agrostide (*Agrostis tenuis*) : L'Agrostide commune ou Agrostide fine (*Agrostis tenuis*) est une espèce traçante par rhizomes souterrains et stolons qui forment un gazon très fin, très dense et moelleux et surtout très esthétique. C'est pour cette raison qu'on le trouve souvent, comme sa variante cousine l'agrostide traçante (*Agrostis stolonifera*) sur la plupart des terrains de golf (Charbonneau, 2007).

Il supporte des tontes très rases et fréquentes. Enracinement un peu superficiel, d'où une certaine sensibilité à la sécheresse et fragilité au piétinement.

Ce gazon ayant tendance à feutrer. Il doit être tondu ras pour ne pas jaunir à la base. Il nécessite une préparation de sol soignée et un entretien (Coll et al, 2008).



Figure 1.18 : L'Agrostide (*Agrostis tenuis*)

Aoucha et Moussaoui, 2013

1.5.2 Comportement des différentes espèces de gazon

Chaque espèce de gazon a des caractéristiques propres : densité, couleur, résistance à la sécheresse, à l'ombre, rusticité etc. Il vaut donc mieux semer un mélange de plusieurs espèces, de façon à combiner les qualités de chacune et éviter que votre pelouse succombe à un problème propre à une espèce (Donnadieu et Mazas, 2002).

Tableau 1.1 : Caractéristique des différentes espèces du gazon

Herbes à gazon	Apparence	Forme végétative	Rusticité	Résistance à la sécheresse	Résistance au piétinement	Eclairage	Rapidité à l'installation
Agrostides	Brins très fins vert vif	Rhizomes	Très élevée	Faible	Moyenne à faible	Soleil à moyenne	Moyenne à lente
Fétuque de chewing	Brins fins	Touffes	Bonne	Bonne	Faible	Mi-ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque durette	Brin très fins	Touffes	Bonne	Très bonne	Faible	Mi-ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque élevée	Gros brins vert pale	Touffes	Assez faible	Elevée	Très bonne	Mi-ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque rouge traçante	Brins très fins vert moyen	Rhizomes courts	Elevée	Bonne	Faible	Mi-ombre ou soleil	Moyenne
Lvraie (ray-grass)	Brins moyens vert moyen a foncé	Touffes	Faible	Moyenne à faible	Bonne	Mi-ombre ou soleil	Très rapide
Lotier cornicule	5 petites folioles fleurs jaunes	Touffes	Bonne	Très élevée	Faible	Soleil	Très lente
Pâturin commun	Vert claire	Stolons	Elevée	Très faible	Faible	Mi-ombre	Moyenne
Pâturin du Kentucky	Brins fins vert vif	Rhizomes	Elevée	Modérée	Moyenne à élevée	Soleil	Moyenne à lente

(Donnadieu et Mazas, 2002)

La sélection naturelle éliminera celles qui ne conviennent pas à tel ou tel endroit de façon à laisser la place aux plus résistantes. Notez qu'il n'y a aucune espèce de gazon qui pousse à l'ombre totale. Utilisez des couvre-sols pour des espaces aiment sombre (Wetmore et Brown, 2003).

1.5.2.1 Exemple de quelques différents mélanges

a- Mélange pour le soleil:

- 40% Paturin du Kentucky
- 40 % fétuque rouge traçante
- 20% ivraie vivace (ray-grass)

b- Mélange pour la mi- ombre, terrain sec :

- 65 % fétuque rouge traçante
- 20% pâturin du Kentucky
- 15 % ivraie vivace (ray-grass)

c- Mélange pour la mi- ombre, terrain humide :

- 65 % pâturin commun
- 20 % pâturin du Kentucky
- 15 % ivraie vivace (ray-grass)

d- Mélange pour terrain de jeu :

- 80 % fétuque élevée
- 20 % pâturin du Kentucky

Où 100% de ray-grass aressemer chaque année ou mémé plusieurs fois par an

e- Mélange a entretien minimal :

- 45 % fétuque durette
- 30 % fétuque de Chewing
- 25% ivraie vivace (ray-grass)
- 5 % de trèfle blanc ou de lotier

f- Mélange pour les régions froides :

- 50% pâturin du Kentucky
- 35 % fétuques rouge traçante
- 15 % ivraie vivace comme plante abri

Différents mélanges peuvent être ensemencés sur le même terrain, en fonction des Conditions d'ensoleillement, de sol, etc (Wetmore et Browne, 2003).

1.6 Multiplication de gazon

1.6.1 Engazonnement par ensemencement :

Les graines doivent être distribuées également sur la surface, les recouvrir légèrement, idéalement d'une couche deux fois le diamètre de la graine suivant la technique d'ensemencement à la volée (manuelle et mécanique) et l'ensemencement hydraulique (Michard, 2004).

1.6.2- Engazonnement par bouturage :

Le bouturage consiste à créer, à partir d'une portion de plante, un nouveau végétal semblable. Le bouturage s'effectue sur une plante saine, vigoureuse. On provoque le bouturage en coupant un marceau de tige ou de racine qui est mis en terre dans des conditions de température et d'humidité favorables. Dans certains cas, des hormones de croissance végétales sont nécessaires pour provoquer l'apparition de racines et de bourgeons. Cette technique permet une reproduction fidèle (Michard, 2004).

1.6 .3 Culture in-vitro :

La culture in-vitro (aussi appelé *micro propagation*) est une technique visant à régénérer une plante entière à partir de cellules ou de tissus végétaux en milieu nutritif, en utilisant des techniques modernes de culture cellulaires.

Elle permet de garder des plants stériles, exempts de virus et autres infections en plus de pouvoir produire rapidement une large quantité de plantules. Elle est utilisée pour la création de nouvelles plantes (par exemple des plants génétiquement modifiés); la multiplication des plantes commerciales produisant peu ou pas de graines; ou encore la conservation et multiplication d'espèces rares (Michard, 2004).

1.7 Exigence pédoclimatique

1.7. 1 Climat.

1.7.1.1 La température : Le gazon germe et pousse dans une fourchette de température comprise entre (8-9°C et 24-25°C). En dessous ou au-dessus, la végétation ralentit (Blady, 1974).

1.7.1.2 L'humidité atmosphérique : Qui doit être aussi élevée possible, au contraire de la chaleur, l'humidité suivie d'une température modérée (16 °C-24°C) permet au gazon de se former routine normale et présenter un bon aspect qualitatif (Blady, 1974).

1.7.1.3 La lumière : Le gazon exige une bonne luminosité pour le développement des plantules, l'absence de la lumière provoque l'allongement de la tige et des feuilles (Blady, 1974).

chasse l'air (l'oxygène) ce qui démontre l'importance des opérations mécaniques d'aération, une bonne activité biologique augmentera la fertilité de sol et par conséquent les résultats en optimisant l'alimentation de la pelouse (**Anonyme, 2011**).

1.7.2.3 Milieu Chimique

Le taux d'acidité d'un sol est exprimé par un terme chimique: le pH est une mesure de la présence d'ions hydrogène libres dans le sol. Les graminées préfèrent un sol légèrement acide.

Le pH optimal pour la majorité des plantes est relativement neutre. Dans le cas de la pelouse, il se situe autour de 6,5 (**Michard, 2004**).

1.8 Exigences Techniques

1.8.1 Préparation du terrain du gazon :

Il faut impérativement empêcher toute végétation déjà présente de redémarrer avant que nos graines de gazon ne germent. Les étapes de la préparation du terrain pour un gazon sont : le désherbage, l'analyse du sol, le drainage, les arroseurs et le labour.

Pour obtenir un beau gazon sur un terrain inculte ou remplacer une vieille pelouse pelée par une nouvelle, la préparation du terrain est une étape absolument incontournable qui inclut avant tout le désherbage (**Wolfram, 2004**).

1.8.1.1 Le labour :

Le labour est une étape nécessaire de la préparation du terrain avant les semilles. Il consiste à retouper la couche superficielle de sol sur une vingtaine de centimètres, afin de l'aérer et d'y incorporer les engrais.

C'est également l'occasion d'éliminer toutes sortes de pierres et de débris qui pourraient aussi bien gêner la levée des graines qu'endommager les lames de votre tondeuse.

Cette opération est d'autant plus nécessaires que le sol aura été abondamment piétiné et tasse lors des différentes étapes de sa préparation (**Wolfram, 2004**).

Le labour est à effectuer plusieurs jours avant d'entreprendre les semilles, car il faut laisser la terre se tasser d'elle-même (**Wolfram, 2004**).

1.8.1.2 Nivellement :

Le sol ne pourra pas être correctement semé s'il n'est pas parfaitement nivelé et émiette. Afin d'effacer les derniers creux et les bosses, et surtout de briser toutes les mottes de terre indésirables, il faut employer une griffe, qui se manie dans les deux sens, en tirant vers vous puis en poussant. A la fin de cette étape, le sol doit être parfaitement plat.

Une fois le terrain nivelé, il faudra peaufiner ce travail à l'aide d'un râteau qui permettra de retirer les derniers cailloux et les mottes de terre qui n'ont pas pu être émiettés. La surface doit être la plus fine possible afin que les graines germent dans une terre légère. Il faudra pratiquer cette opération que si la terre est bien sèche. Par ailleurs, un mauvais nivellement change l'aspect du gazon dont les brins ne seront pas coupés à la même hauteur, entraînant des différences de couleurs. (Wolfram, 2004).

1.8.1.3 Le tassement (roulage) :

La dernière de toutes les opérations de préparation consiste au passage du rouleau, à ne pratiquer que sur sol sec. Il faut un rouleau d'au moins cent kilos car la terre doit être très bien tassée. Faire plusieurs passages afin d'éliminer toute marque de pas comme de rouleau, puis décroûter le sol à l'aide d'un râteau sur seulement quelques millimètres.

Il est conseillé d'utiliser un rouleau aux bords arrondis qui marquera moins le sol. Le principe est que le poids du rouleau doit être supérieur à celui des personnes qui marcheront à l'avenir sur votre pelouse. (Wolfram, 2004).

1.8.2 Ensemencement :

Beaucoup d'éléments nous aideront à choisir les espèces à semer, d'abord la nature du sol, puis le climat ; puis certaines graminées ne sont belles qu'au printemps alors que d'autres restent vertes jusqu'à l'hiver, d'où l'intérêt de semer des mélanges et non une graminée unique certaines espèces donnent un gazon vert pale, d'autre vert bleute, d'où possibilité d'obtenir des effets déferents (Chouard et Laumonier, 1946).

Une fois les semences choisies, la réussite de la pelouse dépend de l'épandage uniforme des graines, ainsi que du soin apporté au gazon durant la période critique de germination et le début du stade de croissance. (Wolfram, 2004).

1.8.3 Techniques d'ensemencement

Les graines doivent être distribuées également sur la surface. On doit les recouvrir légèrement, idéalement d'une couche deux fois le diamètre de la graine.

La section suivante couvre quatre techniques pour appliquer de semences: l'ensemencement à la volée et l'ensemencement hydraulique sont les plus utilisés; d'autres possibilités sont l'utilisation d'un semoir Brillions ou l'ensemencement avec compost. (Wolfram, 2004).

1.8. 3.1 Ensemencement à la volée :

La semence est appliquée avec un épandeur à volet pour engrais, un épandeur rotatif ou à la main. Pour une distribution égale, étendre la moitié des graines sur tout le site dans un sens, puis appliquer le reste perpendiculairement à la première direction. Incorporer et couvrir les graines avec un balai à feuilles. On peut aussi passer le rouleau pour que les graines adhèrent bien au sol. On recouvre légèrement la surface d'un paillis avant de rouler aide à la germination en créant de l'ombre sur le sol et en réduisant l'évaporation (**Wetmore et Browne, 2003**).

Il y a deux inconvénients à l'ensemencement à la volée:

- par temps venteux, les graines peuvent s'envoler et laisser des trous,
- l'utilisation du râteau ou du balai peut laisser des espaces: à chaque fois que le râteau tombe sur la surface, il déplace le sol (et les graines) de leur point de contact. (**Wolfram, 2004**).

1.8. 3.2 L'ensemencement hydraulique :

L'ensemencement hydraulique c'est l'application par pulvérisation d'un mélange d'eau, de semence, de paillis protecteur et d'une colle 100% biodégradable. Des engrais ou d'autres additifs visant à pallier les carences du sol en place y sont ajoutés au besoin. (figure 1.20). (**Wolfram, 2004**).

Cette méthode a été mise au point pour faciliter l'ensemencement des pentes, des endroits difficiles à atteindre et de grandes aires, comme les terre-pleins. Elle est utilisée maintenant dans les opérations d'ensemencement résidentielles et commerciales. (**Wetmore et Browne, 2003**).



Figure 1.20 : l'ensemencement hydraulique

(Anonyme, 2012)

1.8.4 La tonte :

La tonte est l'opération la plus importante dans l'entretien des surfaces engazonnées. En plus de son utilité pour l'obtention d'un tapis végétal dense et régulier, elle a un rôle physiologique et esthétique. Elle entraîne un affaiblissement physiologique en supprimant une partie des tissus végétaux et par conséquent en diminuant le rôle bénéfique de la photosynthèse (**Wolfram, 2004**).

La tonte a également une influence importante sur le développement racinaire. Il existe une liaison positive entre la hauteur de coupe, la profondeur d'enracinement et la masse de racines.

Selon **Daele (2012)**, La hauteur et la fréquence des tontes peuvent agir sur la résistance des graminées aux maladies. Des tontes courtes affaiblissent les plantes et limitent le développement racinaire et donc l'encreage et l'absorption des racines.

Le principe qui consiste à laisser monter le gazon à graine afin de faciliter le repeuplement est donc à proscrire. La tonte permet le développement de nouvelles talles et assure ainsi un tapis végétal dense et homogène par contre une tonte mal exécutée, irrégulière, peu fréquente produit un gazon clairseme, favorable au développement des maladies cryptogamiques comme les rouilles. Cela favorise aussi le développement des plantes adventices (**Wolfram, 2004**).

Le gazon se tond tout au long de sa période de végétation. Selon la situation géographique et le climat, cette période s'étend de mars-avril à octobre-décembre avec une période d'arrêt pendant la période éventuelle où vous n'arroserez pas (**Daele, 2012**).

1.8.4.1 La hauteur de tonte :

La hauteur de coupe est un paramètre important dans les opérations de tonte. Une pelouse maintenue trop courte en été (moins de 5 cm) possède une surface foliaire et un enracinement réduits, limitant la production de la photosynthèse nécessaire au maintien de la vigueur de la plante. Une pelouse maintenue plus longue favorise l'augmentation de la photosynthèse, le maintien d'une humidité du sol plus élevée et une coloration plus verte du feuillage (**Anonyme, 2008**).

1) Au printemps : La première tonte du printemps doit être plus courte (5 cm) afin de faciliter le nettoyage (débris, défeutrage, etc.) de la pelouse à l'aide d'un râteau. De plus, cette hauteur de tonte permet au sol de se réchauffer plus rapidement, favorisant ainsi la croissance de la pelouse. Par la suite, il est recommandé de tondre à une hauteur de 8 cm (**Anonyme, 2008**).

2) **A l'automne:** il est recommandé de pratiquer la dernière tonte à une hauteur de 5 cm afin de diminuer les risques de développement de certaines maladies dues aux conditions plus humides. La pelouse étant plus courte avant la période hivernale et durant le dégel printanier l'humidité dans la pelouse, créée par les températures plus fraîches et la rosée, diminuera plus rapidement. (Anonyme, 2008).

3) **En Été :** lors ou lors de périodes échaudés et sèches pendant cette période, la hauteur de tonte recommandée est de 8 cm. Une tonte plus haute en été permet de:

- Diminuer les risques d'invasion de plantes indésirables, car l'ombrage créé sur le sol défavorise la germination des graines des plantes indésirables;
- Augmenter la résistance de la pelouse à la sécheresse puisqu'une herbe plus longue crée de l'ombre et favorise une meilleure conservation de l'eau dans le sol et possède un système racinaire plus profond;
- Diminuer les dommages causés par le piétinement (Anonyme, 2008)

1.8. 4.2 La hauteur de coupe :

La règle d'or dans une règle de pelouse durable est de ne tondre qu'un tiers du brin d'herbe en une seule fois pour éviter d'affaiblir la pelouse (règle du tiers). La règle du tiers consiste à couper seulement le tiers de la longueur du brin de gazon. Par exemple, si la pelouse à atteint une hauteur d'environ 9 cm, la hauteur de tonte devrait se faire à 6 cm.

Enlever plus du tiers de la longueur du brin d'herbe lors de la tonte, crée un stress pour la pelouse et diminue sa capacité à accumuler des réserves (Figure 1.21) (Daele, 2012).

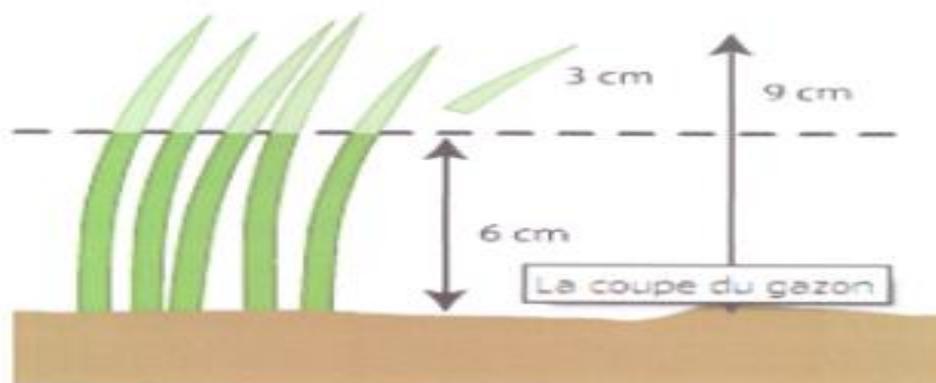


Figure 1.21 : la hauteur de tonte

(Anonyme, 2008)

Tableau 1.2 : la hauteur de tonte est fonction de l'espèce de graminée

Nom latin	Nom français	Hauteur de tonte minimale	Hauteur de tonte optimale	Particularités
<i>Lolium perenne</i>	Ray-grass anglais	2,5 cm	5 à 7,5 cm	Sensibilité moyenne au fil rouge. Installation rapide supporte de piétinement
<i>Festuca rubra communtata</i>	Fétuque rouge gazonnante	1,3 cm	5 à 7,5 cm	Sensibilité moyenne au fil rouge. Mauvaise comportement à la sécheresse.
<i>Festuca rubra rubra</i>	Fétuque rouge traçante	1,3 cm	5 à 7,5 cm	Supporte mal le piétinement. Sensible au fil rouge et bonne résistance à la rouille noire
<i>Festuca rubra trichophylla</i>	Fétuque rouge demi traçante	1,3 cm	5 à 7,5 cm	Sensible au fil rouge résiste à la sécheresse
<i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque élevée	1,3 cm	5 à 7,5 cm	Support très bien le piétinement
<i>Poa pratensis</i>	Pâturin prés	1,5 cm	5 à 7,5 cm	Tolérance moyenne au piétinement
<i>Agrostis stolonifera</i>	Agrostide stolonifère	0,5 cm	0,6 à 2,5 cm	Production de future élevée installation rapide

(Daele, 2012)

1.8.4.3 La fréquence de tonte :

La fréquence de tonte elle est déterminée par:

- la vitesse de croissance des feuilles,
- les conditions d'environnement (orientation, température, techniques d'entretien),
- la hauteur de coupe,
- le type d'utilisation du gazon,
- le type de tondeuse utilisée.

Généralement, plus la hauteur de coupe est basse, plus la fréquence de tonte augmente. L'augmentation de la fréquence de tonte améliore la densité et la turgescence des talles, et, diminue les réserves nutritives, la croissance des racines, des rhizomes et des pousses. il faut donc impérativement mettre en relation augmentation des fréquences de coupe et augmentations du niveau d'entretien (opérations spécifiques, amendement, fertilisation en système compensatoire) (Daele, 2012).

La fréquence des tontes varie aussi selon la saison :

- Au printemps, après l'apport nécessaire d'engrais et lorsque l'herbe est grasse, les tontes seront plus rapprochées, au grand minimum une fois par semaine. (Daele, 2012).

- Tandis qu'au mois de juin, à l'arrivée des grosses chaleurs, une tonte tous les 8 à 10 jours peut être suffisante (**Daele, 2012**).

Pour commencer la tonte, attendez que l'herbe soit sèche, elle sera plus légère ce qui entraîne une coupe plus régulière et les risques que le conduit d'évacuation se bouche sont moindres (**Adto et Dessons, 2012**).

1.8.4.4 Conditions de tonte :

Les recommandations sur les bonnes pratiques de tonte sont:

- Ne pas tondre lorsque le feuillage de la pelouse est humide ou mouille suite à une rosée, une pluie ou un arrosage. La distribution des résidus de tonte est beaucoup plus uniforme lorsque la pelouse est sèche;
- Eviter de tondre lorsque le sol est très humide afin de minimiser la compaction du sol;
- Ne pas tondre en périodes de stress hydrique ou de canicule;
- Lorsque trop abondants, disperser uniformément les amas de résidus de tonte sur la pelouse (**Anonyme, 2008**)

1.8.5 La fertilisation

Pour une pelouse attrayante et en santé, il faut comprendre ses besoins nutritifs et adopter un programme de fertilisation équilibré. Les trois principaux éléments nutritifs dont une pelouse a besoin sont:

- l'azote (N)
- le phosphore(P)
- le potassium (K)

L'azote donne au gazon sa couleur vert foncé, stimule la croissance des tiges et des feuilles et accroît la densité du gazon. Le phosphore favorise l'enracinement, la propagation des rhizomes et la maturation des plants. Le potassium confère de la vigueur au gazon et l'aide à mieux résister au piétinement, aux rigueurs de l'hiver et aux périodes de sécheresse.

(**Charbonneau, 2007**).

Pour bien se développer, la pelouse requiert entre autres, les trois principaux éléments nutritifs, majeur soit l'Azote, le Phosphore et le Potassium. Elle requiert aussi du calcium, du Magnésium et du Soufre qui sont des éléments secondaires, ainsi que des éléments mineurs tels le Bore, le Cuivre, le Fer, le Manganèse, le Zinc et le Molybdène. (le tableau 1.3). (**Daele, 2012**).

Tableau 1.3 : Symptômes de carences et excès des éléments minéraux sur le gazon

Eléments	Carences	Excès
Azote (N)	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorose des feuilles. • Jaunissement et perte des vieilles feuilles. • Diminution du tallage. • Diminution du taux de croissance 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaunissement à la base des feuilles • Très forte croissance
Phosphore (P)	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition de symptôme sur les vieilles feuilles • Diminution de la croissance foliaire • Faible taux de croissance racinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Entraîne une carence en fer
Potassium (K)	<ul style="list-style-type: none"> • Jaunissement entre les nervures des feuilles • Nécrose de la pointe de la marge des feuilles • Diminution de la résistance aux condition de sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Brulure des feuilles des racines • Diminution de l'absorption de magnésium
Calcium (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> • Malformation des jeunes feuilles • Brunissement et ou mort du système racinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Brulure des feuillage • Diminution de la disponibilité du potassium
Fer (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorose entre les nervures • Brunissement de la pointe des feuilles et du limbe 	<ul style="list-style-type: none"> • Dommage au système racinaire • Carence en manganèse

(Daele, 2012).

1.8.5.1 Les engrais :

Il existe différents types d'engrais pour fertiliser la pelouse. Ils se présentent généralement sous forme granulaire, et peuvent être d'origine naturelle ou de synthèse (tableau 1.4). (Daele, 2012).

S'ils sont utilisés correctement, le lessivage sera minimisé. Toutefois, il est recommandé d'utiliser des engrais à la libération lente (naturels ou de synthèse), car ce type d'engrais relâche de petites quantités d'éléments nutritifs sur une longue période. Ainsi, les éléments sont absorbés plus efficacement par la plante, ce qui diminue les risques potentiels de pollution (Charbonneau, 2007).

Tableau 1.4 : liste des principaux engrais pour le gazon et de leurs propriétés.

Type	Exemple	Avantage	Inconvénient	Solubilité dans l'eau	Risque de brulure
Inorganique	Nitrate d'ammonium Sulfate d'ammonium	Immédiatement assimilable Verdissement rapide du gazon	Sujet au lessivage Provoque une croissance luxuriante	Elevée	D'élvée à très élevée
Organique	Boues d'épuration activées Sous-produits animaux	Libération lente Lessivage lente	Coute plus cher que les formes inorganiques	Faible	Faible
Synthétique	Urée enrobée de soufre Urée enrobée de polymère	Libération lente Lessivage lente	Ces engrais se libèrent à une vitesse qui varie selon la T°, H et selon leur source	Très faible	De faible à très faible

1.8.6 Lutte contre les mauvaises herbes

Selon (**Charbonneau, 2007**), une pelouse épaisse et vigoureuse constitue la meilleure ligne de défense contre l'envahissement par les mauvaises herbes. Un gazon dense s'oppose au développement des plantules de mauvaises herbes en les privant de lumière et d'éléments nutritifs. Les tontes rases favorisent l'envahissement du gazon par les dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges) et les graminées adventices comme l'agrostide stolonifère et le pâturin annuel. Il est possible d'empêcher les mauvaises herbes d'envahir une pelouse, pour peu qu'on tonde le gazon au bon moment et à la bonne hauteur, qu'on fertilise régulièrement la pelouse et qu'on l'arrose suffisamment. Tant les dicotylédones (plantes à feuilles larges) que les graminées adventices peuvent envahir les pelouses. Ces espèces ont tendance à s'installer dans les endroits dégarnis ou soumis à des stress divers, notamment ceux qui sont régulièrement piétinés. Maitrise des mauvaises herbes recourir aux méthodes suivantes pour combattre les mauvaises herbes problématiques : * arrachage * sarclage à la main * tonte visant à éviter la montée à graines.

1.8.6.1 Méthodes mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes :

L'enlèvement manuel des mauvaises herbes est une méthode pratique si leur présence est relativement faible et que les plants ont des racines pivotantes, comme le pissenlit et le plantain. Le désherbage à la main est plus facile si le sol est humide. Il existe un grand nombre d'instruments de binage pour aider à enlever les racines (**Daele, 2012**).

Bien s'assurer d'extraire la racine et d'éliminer tous les débris végétaux. Remplir les trous laissés dans le gazon d'un mélange de terre, de compost et de semis de gazon, ce qui aidera à prévenir l'établissement de mauvaises herbes à ces endroits. En ce qui concerne certaines mauvaises herbes comme le lierre terrestre, le passage du râteau et l'enlèvement des débris végétaux aideront à réduire leur propagation (**Daele, 2012**).

1.8.6.2 Méthodes chimiques (emploi d'herbicides) :

Un herbicide est un produit qui sert à limiter la croissance des végétaux. Il peut s'agir de produits conventionnels (de synthèse) ou qui se composent d'ingrédients actifs naturels, mais tous ces produits agissent sur la croissance des plantes à éliminer. Les herbicides ne sont efficaces contre la répression des mauvaises herbes que s'ils sont utilisés correctement. En régle générale, il n'est pas nécessaire d'employer systématiquement un herbicide sur un gazon. Les mauvaises herbes à larges feuilles sont généralement confinées dans des endroits restreints, ou une pulvérisation localisée se révèle efficace (**Charbonneau, 2007**).

1.9. Maladies et ravageurs du gazon

1.9.1- Maladies cryptogamique :

On exige beaucoup des gazons : qu'ils soient fonctionnels, résistants et de bel aspect. Il n'est donc pas surprenant que l'on prête une attention toujours plus grande aux maladies du gazon. La plupart des maladies du gazon sont provoquées par des champignons, quelques-unes par des bactéries et des virus. Plusieurs facteurs contribuent à la propagation de ces maladies. **(Bohmer, Wohanka, 1999)**.

Des infections peuvent survenir lorsque les plantes sont affaiblies et que règnent simultanément des conditions favorables au développement de l'agent infectieux.

Il est important de pouvoir identifier les maladies, de manière à pouvoir les combattre de manière ciblée par les soins usuels et par des traitements chimiques éventuels si nécessaire.

Toutefois, les maladies fongiques des gazons résultent très souvent d'infections mixtes ou séquentielles provoquées par plusieurs agents pathogènes. Un diagnostic précis est alors plus difficile, voire même impossible. Les maladies ont de nombreux effets négatifs sur la qualité des gazons, entre autres:

- diminution de la résistance à la tonte et au piétinement;
- pouvoir de régénération diminuée;
- endroits dénudés, aspect dégradé;
- changement de la composition du gazon;
- envahissement par les mauvaises herbes, la mousse et les algues. **(Bohmer, Wohanka, 1999)**.

1.9.3 Autres ennemis du gazon

1.9.3.1 Mousses :

Selon **Michel, (1979)**, Les mousses sont des formes primitives de plantes vertes qui croissent en masses enchevêtrées au milieu du gazon. Elles ont une capacité de propagation phénoménale. Les myriades de spores qu'elles produisent peuvent chacune donner naissance à un nouveau pied de mousse. Leur propagation végétative est facilitée par la tonte. Par contre, les mousses sont incapables de s'installer dans une pelouse en bonne santé et ne se développent que dans celles qui sont affaiblies par de mauvaises conditions de croissance. Voici les facteurs qui contribuent à affaiblir une pelouse et à promouvoir son envahissement par les mousses :

- circulation d'air insuffisante,
- mauvais drainage,
- sol peu fertile,
- acidité élevée,

- ombrage important,
- irrigation fréquente.

Voici des méthodes culturales qui peuvent être efficaces contre les mousses :

- Maintenir le sol fertile, surtout par des apports d'Azote (2,0 d'Azote élémentaire/100m² par année).
- Défeutrer la pelouse en la ratissant vigoureusement, en l'aérant ou en la scarifiant.
- Diminuer l'ombrage en élaguant les arbres.
- Maintenir le pH du sol entre 6 et 7; épandre de la chaux si le sol est acide.
- Améliorer le drainage en surface.
- Ameublir le sol et l'aérer en marchant dessus avec des semelles a pointes, en passant un scarificateur ou un aérateur de gazon mécanique.
- Faire de bons arrosages, peu fréquents.
- Ne pas supprimer plus du tiers des parties aériennes des graminées sa chaque tonte et régler la hauteur des lames à la hauteur qui convient pour les espèces présentes dans la pelouse.

Chapitre 2: Considérations générales sur les hormones végétales

2.1 – Généralité sur les hormones végétales

Introduction

Au cours de l'évolution, les cellules initialement isolées, se sont associées pour former des complexes pluricellulaires ; ceux-ci, au fil du temps, ont constitué les organismes supérieurs. Les activités de ces derniers se sont réparties dans des tissus et des organes à la suite de modifications structurelles et des spécialisations des groupes de cellules (**Granell et Carbonell, 1996**).

Cette nouvelle structuration a créé un besoin, celui d'une croissance harmonieuse dans l'espace et dans le temps. L'activité cellulaire s'est organisée au sein de ces nouvelles structures, chaque cellule recevant des informations issues d'autres cellules et de l'environnement. Les molécules déclenchant des réactions dans les cellules réceptrices ont d'abord été identifiées dans le monde animal : elles sont dénommées hormones, d'après le terme grec qui signifie (mettre en mouvement). Leurs synthèses, leur dégradation ou la variation de leur concentration sont des signaux captés et interprétés par les cellules munies des récepteurs adaptés.

Grâce aux expériences réalisées entre 1926 et 1928 par F. Went, à Utrecht, portant sur l'effet de la lumière sur la croissance de la coléoptile d'avoine; le terme hormone fut également appliqué aux molécules végétales (**Hervé et Gillonnier, 1990**).

2.1.1 Notion d'hormone et comparaison hormones végétales – hormones animales

La notion d'hormone (du grec hormo : exciter le terme fait son apparition en (1905) s'applique à des substances organiques biologiquement actives et fait intervenir 3 idées essentielles :

1. activité à de très faibles concentrations (aucun rôle énergétique ni nutritif)
2. synthèse par l'organisme lui-même
3. transport du site de synthèse au site d'action où elle influence spécifiquement des cellules cibles.

Hormones végétales : composés organiques synthétisés par la plante qui à de très faibles concentrations ont une action sur le métabolisme et le développement généralement dans des tissus différents du lieu de production.

Les hormones végétales comme les hormones animales sont impliquées dans les communications intercellulaires (**Patrick, 1979**).

Certaines substances qui ont des effets analogues à ceux des hormones mais qui ne sont pas synthétisées par les végétaux sont appelées régulateurs de croissance. Ce sont généralement des substances chimiques de synthèse qui sont abondamment utilisées en agriculture et horticulture (**Patrick, 1979**) .

L'étude des hormones, messagers chimiques agissant sur le métabolisme et le développement, est très avancée chez les animaux, où on a pu montrer que :

- des structures chimiques variées jouaient le rôle d'hormone : stéroïdes, peptides comme : l'insuline, protéines comme l'hormone de croissance, dérivés d'acides aminés (adrénaline), gaz comme le monoxyde d'azote
- les hormones agiraient par le biais de récepteurs membranaires ou cytosoliques
- la production d'hormones était souvent cyclique (cycle d'ovulation chez la femme, hormone de croissance produite la nuit).
- les avancées du génie génétique ont conduit à la production d'hormones (protéines) recombinantes à des fins thérapeutiques : insuline, hormone de croissance, érythropoïétine...

Les hormones végétales tout en présentant un certain nombre de points communs avec les hormones animales (perception, voies de transduction...) s'en distinguent sous différents aspects.

- Molécules de faibles PM < 500 lié aux difficultés de translocation de cellules à cellules
- Structures chimiques généralement différentes à l'exception des brassinostéroïdes voisins des stéroïdes animaux
- Produites dans différentes régions de l'organisme (même si une zone de production majoritaire est fréquente) et active à la fois au lieu de synthèse et à distance. Ceci à la différence des hormones animales, où la distinction site de production (ex : glande endocrine) et site d'action est plus claire.
- Enfin les hormones végétales agissent fréquemment de façon additive, antagoniste, ou en synergie sur divers phénomènes physiologiques (action moins ciblée que les hormones animales) (**Nehls et Martin, 1995**).

Ce dernier point met l'accent sur la difficulté des études d'hormonologie végétale. Une hormone n'agit généralement pas seule sur un phénomène mais en présence d'autres hormones qui agissent dans le même sens ou dans le sens contraire (**Patrick, 1979**).

2.2 Méthodes d'études des hormones végétales et de leurs mécanismes d'action

A - Approches biochimiques

Elles sont utilisées pour le dosage des hormones, la mesure d'activité des enzymes des voies de synthèse, caractérisation biochimique des récepteurs...

Examen du cas particulier du dosage des hormones. Historiquement 3 méthodes ont été retenues

1. les tests biologiques sensibles, peu spécifiques parfois complexes à mettre en œuvre
2. les méthodes physico-chimiques sensibles et spécifiques mais demandant une instrumentation lourde (HPLC –GC – spectre de masse) (**Hervé et Gillonnier, 1990**).

B- Approches de biologie moléculaire et de génie génétique,

Elles sont utiles pour la :

- Caractérisation des gènes impliqués dans les voies de biosynthèse des hormones, des gènes qui répondent à l'application d'hormones.
- Analyse des promoteurs des gènes répondant aux hormones.
- Modulation des taux d'hormones par génie génétique aspects fondamentaux et appliqués, y compris l'utilisation de promoteurs spécifiques (**Hervé et Gillonnier, 1990**).

C- Approche pharmacologique,

Basée sur l'apport de drogues, inhibiteurs y compris par micro injection pour disséquer les étapes des voies de transduction du signal hormonal. (**Hervé et Gillonnier, 1990**).

2.3 Les différents types d'hormones végétales

A l'heure actuelle on connaît donc 6 types d'hormones végétales pour lesquels on peut distinguer :

Des hormones stimulatrices (qui induisent ou stimulent un phénomène physiologique) :

- Auxines
- Gibbérellines
- Cytokinines
- Brassinosteroides

Pour ces hormones on observe des familles de molécules actives

En parallèle on distingue des hormones à effets mixtes comme

- l'éthylène
- l'acide abscissique

Dans ce cas une seule structure active a été identifiée.

D'autres molécules à rôle de « médiateur chimiques » chez les végétaux comme les polyamines, le jasmonate, le salicylate, les oligosaccharides n'ont pas encore obtenu le statut d'hormone végétale vraie (Normand *et al.*, 1996) .

2.3.1 L'acide β Indolacétique et les Auxines

2.3.2.1.1 Historique et Découverte :

Rappelons tout d'abord les étapes essentielles dans la connaissance de l'AIA.

- Darwin 1880 observation du phototropisme chez les coléoptiles de graminées excitation perçue au sommet et transmise vers la base
- Went 1926 récupérations par diffusion d'une substance active sur la croissance appelée auxine.
- Kögl 1934 identification chimique de l'auxine à l'acide β indolacétique (isolé initialement à partir d'urine humaine) puis caractérisation de cette structure dans les tissus végétaux (*Zea mays*) par Haagen – Smith en 1942
- 1925-1970 recensements des différentes réponses des plantes à l'action de l'AIA. Caractérisation de substances naturelles ou synthétiques à action auxinique.
- 1970-1990 études sur le mode d'action de l'AIA au niveau moléculaire en particulier dans le phénomène de grandissement cellulaire développement des substances à action auxinique en agriculture.
- 1990-2005 perception / transduction du message auxinique. Exploitation de la génomique et de mutants pour la compréhension de la production et des mécanismes d'action de l'AIA.

2.3.1.1.2 Nature chimique des auxines :

Nous utilisons le terme auxine au pluriel car au-delà de l'identification chimique de l'acide β indolacétique d'autres substances se sont révélées actives sur les tests biologiques initialement définis pour quantifier l'AIA. Ces tests ne sont pas en fait absolument spécifiques de l'AIA mais d'une famille de composé à action biologique commune : les auxines (Navratil et Rochon, 1981).

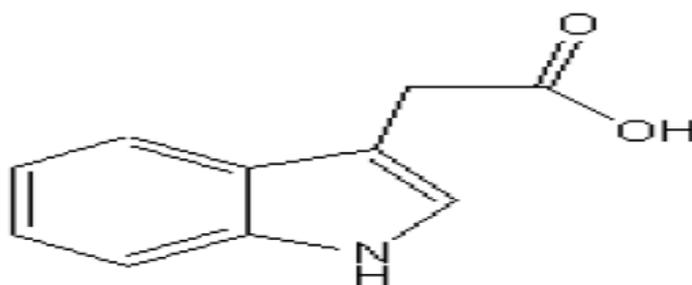


Figure 1.22 : Structure chimique d'auxine (Gomez, 1999)

❖ **Auxines naturelles** : il s'agit de structure à noyau indole très voisine de l'AIA.

Il faut cependant noter que la plupart de ces substances sont impliquées dans les voies de synthèse de l'AIA, en tant qu'intermédiaires, et il n'est pas clairement établi si elles ont une action auxinique par elles-mêmes ou si leur effet résulte de leur conversion rapide en AIA lors du test biologique (effet de précurseurs).

D'autres substances non indoliques comme l'acide phénylacétique ont une action auxinique cependant plus faible, à même concentration, que l'AIA (Navratil et Rochon, 1981).

❖ **Auxines de synthèse** : il s'agit de molécules qui miment les effets des auxines naturelles. Ce sont généralement des structures de type indolique ou bien :

- ✓ de type phénoxy-carboxylique
- ✓ de type naphthalène acétique
- ✓ de type benzoïque

Les plus connues de ces molécules sont le NAA et le 2-4 dichlorophénoxyacétique qui à de fortes concentrations sont utilisées comme herbicide (effet hyperauxinique toxique car la molécule qui n'est pas dégradée s'accumule) (Navratil et Rochon, 1981).

Des études importantes ont été réalisées dans une optique relation structure-fonction pour dégager des points communs entre toutes ces structures actives.

La plupart de ces molécules ont un noyau insaturé et un groupement carboxylique. Une théorie intéressante a été proposée par Thimann (1969). Elle fait apparaître des analogies marquées dans la répartition des charges dans l'espace (charge positive à 5,5 Å de la charge négative portée par le carboxyle) (Lindermann et Call, 1977).

Ces observations suggèrent la fixation de l'hormone sur un récepteur selon un processus de complémentarité de charges. Par exemple la charge positive de l'azote de l'indole et la charge négative du carboxyle dans le cas l'AIA seraient associées à deux sites de charges complémentaires sur le récepteur.

La spécificité de la reconnaissance est confirmée par le fait que de légères modifications d'une molécule peuvent supprimer son activité, le 2-4 D est actif mais le 2-6 D est inactif (**Lindermann, 1977**).

Par ailleurs des molécules à structures proches des auxines inhibent compétitivement l'auxine. Ce sont des anti-auxines : exemple 2-4-6 trichlorophénoxyacétique. Ces substances occuperaient les sites récepteurs de l'AIA ou un site particulier du récepteur sans induire la suite des événements et la chaîne de transduction du signal auxine.

2.3.1.1.3 Répartition et évolution dans la plante

Initialement caractérisée dans les coléoptiles de graminées, l'AIA et les autres auxines semblent présentes chez toutes les plantes vasculaires. Chez les formes végétales inférieures (Bryophytes, algues, champignons) la répartition et l'action biologique sont très limitées. (**Kraigher et all, 1991**)

L'AIA est également produit par les bactéries *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas syringae* mais par des voies de synthèse différentes. Le rôle de la molécule pour la bactérie n'est pas clair mais elle intervient dans l'interaction plante/bactérie.

Chez les plantes les sites de synthèse maximum sont souvent les sites d'accumulation (apex, jeunes feuilles) mais il faut aussi noter comme nous le verrons plus loin que l'AIA a un transport polarisé qui conduit à sa migration de l'apex vers la base.

D'une manière générale les racines sont plus pauvres en auxine que les parties aériennes (les concentrations dans les tissus végétaux varient de 10 à 300 µg/kg matériel frais) (**Kraigher et all, 1991**).

2.3.2 Les Gibbérellines

Les gibbérellines constituent un deuxième groupe de substances de croissance qui paraissent actuellement avoir une importance peut être aussi grande que les auxines dans le développement de la plante. Les gibbérellines ce sont des substances synthétisées par les plantes possédant le squelette gibbane et actives vis-à-vis de tests biologiques spécifiques tels que la croissance de mutants nains (Maïs) ou la production d'αamylase par des albumens d'orge (**Frankenberger et poth, 1987**).

2.3.2.1 Historique – Découverte

Dès le début du siècle, des fermiers japonais avaient constaté que certains plants de riz étaient atteints de gigantisme. Ces plants cependant ne fructifiaient pas et ne présentaient donc pas d'intérêt pour la production. Il fut établi que cette anomalie dans la croissance résultait de

l'infection par un Ascomycète parasite appelé *Gibberellafujikuroi* (Kurosawa, 1926) ou *Fusarium moniliforme* quand le champignon est cultivé in vitro = un extrait de son milieu de culture provoque les mêmes symptômes d'élongation, et vers 1938, on arriva à isoler de ces milieux de culture un mélange de substances actives appelées gibbérellines.

Ces travaux ne furent pendant longtemps connus qu'au Japon et ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale que des recherches furent entreprises dans le monde occidental (**Frankenberger et poth, 1987**) .

Vers 1956, à partir d'une souche de *Gibberella* ne produisant qu'une seule gibbérelline on put isoler et caractériser chimiquement l'acide gibbérellique ou GA3 (travaux de CROSS).

Pendant ce temps, les physiologistes démontraient les effets spectaculaires des gibbérellines isolées des filtrats de cultures de champignons sur la croissance de végétaux (à très faibles doses ces substances stimulent en particulier la croissance des espèces naines : haricot, pois, maïs) qui sont souvent des mutants de production de GA. Une dose de 0,1 µg par plant permet de doubler la hauteur de pois nains (**Karabaghli, 1994**).

Parallèlement on démontrait la présence des gibbérellines dans les tissus végétaux (non infectés) (Phinney et West en 1956 chez le concombre).

Avec la mise en évidence de la répartition générale des gibbérellines il apparaissait donc que l'on était en présence d'un nouveau groupe d'hormones végétales (**Kraigher et all, 1991**).

2.3.2.2 Nature Chimique et Diversité des Gibbérellines Naturelles,

Nous avons parlé de ces substances au pluriel car la caractérisation de la première gibbérelline GA3 a été suivie de la mise en évidence de nombreuses autres gibbérellines dans les tissus végétaux puisqu'on connaît plus d'une centaine de gibbérellines (130) à l'heure actuelle caractérisées chez les végétaux supérieurs et les champignons (certaines étant présentes dans les deux sources). Ces différentes structures possèdent en commun un squelette carboné le squelette gibbane qui constitue un système de cycles pratiquement unique dans la chimie des substances naturelles. Les substituants carbonés portés en 7 à 9 et du noyau C étant réunis par une liaison pour donner un 4^{ème} cycle (**Normand et all, 1996**) .

Les différentes gibbérellines se différencient par :

- ✓ Le nombre total d'atomes de carbone (gibbérellines en C19, ex : GA3 et en C20, ex : GA18).
- ✓ La présence ou non de doubles liaisons
- ✓ Le nombre de carboxyles
- ✓ Le nombre et la position des substituants (OH ou CH3 en particulier).

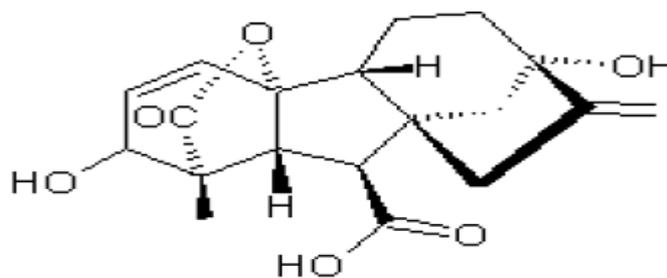


Figure 1.23 : Structure chimique des Gibbérellines (Gomez, 1999)

2.3.2.3 Biosynthèse et Métabolisme des Gibbérellines

Les gibbérellines ont une action sur la croissance des tiges (et non des racines contrairement à l'auxine), des fruits comme le fait l'auxine, mais aussi pour des espèces (pommes, pêches, raisins) pour lesquelles l'auxine n'a pas d'action. Elles ont une influence sur la levée ou interruption de la dormance (la dormance étant la période pendant laquelle la végétation est au repos) et s'opposent donc aux effets de l'acide abscissique ; elles interviennent également sur l'initiation de la floraison et le débourrement des bourgeons.

Les sites de synthèse des gibbérellines sont les jeunes feuilles, les fruits, les graines, les apex des tiges (caulinaires) et des racines (racinaires). **(Frankenberger et Arshad, 1991)**

2.3.3 Les Cytokinines

La troisième catégorie d'hormones que nous abordons aujourd'hui les cytokinines présentent comme les précédentes AIA, gibbérellines des effets biologiques multiples mais l'effet initialement mis en évidence porte sur la division cellulaire, plus particulièrement sur la cytokinèse d'où le nom de cytokinines **(Frankenberger et poth, 1987)**.

2.3.3.1 Historique et découverte,

La découverte des cytokinines a été associée à la recherche des exigences hormonales des cultures d'organes ou de tissus végétaux in vitro. Ces tissus ou organes isolés de la plante exigent en effet pour se développer des éléments divers dans le milieu et en particulier des hormones. **(Frankenberger et poth, 1987)**

En 1941, Van Overbeek met en évidence les propriétés actives du lait de noix de coco vis-à-vis de la croissance de jeunes embryons de *Datura stramonium*. Ce milieu est toujours utilisé en culture de tissus végétaux. Endosperme liquide de la noix de coco qui se solidifie par la suite et qui est très riche en acides nucléiques **(Nehls et Martin, 1995)**.

En 1954, le groupe de SKOOG montre que la croissance in vitro des tissus de

la moelle de tabac ne peut se faire avec la seule présence d'auxine (faible croissance pas de division, seulement grandissement cellulaire). La recherche de substances actives conduit à mettre en évidence l'action positive (**Karabaghli, 1994**).

- Du lait de noix de coco
- D'extrait de levure
- De DNA autoclave.

En 1955, Miller obtient à partir de sperme de Hareng autoclavé (très riche en acide nucléiques) une substance capable d'induire la division cellulaire des tissus de moelle de tabac à de très faibles concentrations 1 µg/litre (**Karabaghli, 1994**).

Cette substance a été identifiée il s'agit de la 6-furfurylaminopurine ou kinétine actuellement encore utilisé comme régulateur de croissance (**Nehls et Martin, 1995**).

D'autres substances synthétiques de nature voisine et des dérivés de l'adénine isolés des végétaux ont une action comparable. L'ensemble de ces substances est regroupé sous le terme de cytokinines : Adénines substituées ayant une action sur la croissance et la différenciation des tissus végétaux en culture « in vitro »

2 .3.3.2 Nature chimique,

A côté de la kinétine d'autres substances synthétiques à activités cytokinine existe dont la plus connue est la benzyladénine disponible commercialement très utilisée en culture «in vitro» (**Navratil et Rochon, 1981**).

En 1964, neuf ans après la découverte des cytokinines LETHAM identifie dans les endospermes laiteux de maïs (*Zea Mays*) la 4-hydroxy-3méthyl-2butényl amino purine ou Zéatine (**Lindermann, 1977**).

Des activités cytokinines ont été initialement caractérisées dans divers extraits végétaux : lait de noix de coco, extraits de divers fruits mais sans identification des structures actives. En 1964, neuf ans après la découverte des cytokinines LETHAM identifie dans les endospermes laiteux de maïs (*ZeaMays*) la 4-hydroxy-3méthyl-2butényl amino purine ou Zéatine.

Depuis cette molécule a été caractérisée dans de nombreuses plantes ; elle est responsable de l'activité biologique du lait de noix de coco.

Par la suite on a abouti à la caractérisation chez les végétaux de l'iso pentenyladénine libre ou sous forme de riboside qui semble la plus largement répandue. Ces cytokinines naturelles sont plus efficaces que les cytokinines synthétiques.

Relations structure activité :

De nombreuses substitutions sont possibles au niveau du groupement NH_2 de l'adénine tout en conservant l'activité.

Substitution sur les cycles : perte d'activité à l'exception de la substitution en 9 d'un hydrogène par un groupement ribose ou ribose phosphate (**Kraigher et al, 1991**).

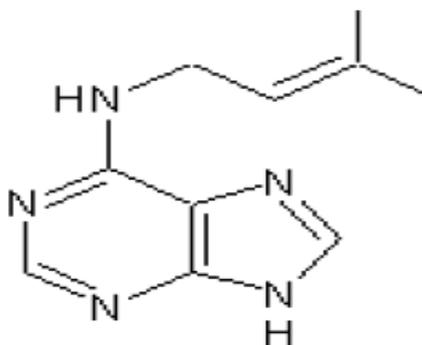


Figure 1. 24: Structure chimique des cytokinines

(Gomez, 1999)

2.3.3.3 Biosynthèse – Métabolisme,

Elles sont présentes dans presque tous les tissus mais ce sont surtout les tissus proches de l'apex racinaire qui sont impliqués dans cette production.

Les cytokinines en présence d'auxine stimulent la division cellulaire, leur rôle précis portant sur la duplication des chromosomes et le reclouonnement cellulaire. Elles agissent sur l'auxèse des cellules foliaires adultes et favorisent l'extension radiale des tiges et des racines.

Elles activent la production de chlorophylle. Environ deux cents cytokinines ont été identifiées et isolées (**Karabaghli, 1994**).

2.3.4 L'éthylène**2.3.4.1 Découverte du rôle hormonal,**

La démarche qui a conduit à la découverte du rôle hormonal de l'éthylène est tout à fait différente de celle que nous avons évoquée pour les autres hormones.

En effet, l'action de l'éthylène exogène est connue depuis longtemps sur les végétaux et ce n'est qu'à la suite de la démonstration de la présence naturelle de l'éthylène chez les plantes que l'on a conclu à son action hormonale

Dès 1886, une jeune Botaniste russe NELJUBOW observait l'effet du gaz d'éclairage sur la morphologie de plantules de pois : raccourcissement et épaississement des tiges, perte du

géotropisme négatif : ensemble de réponses regroupées sous le terme de triple réponse (**Frankenberger et poth, 1987**) .

Parmi les différents effets de l'éthylène, ce sont cependant les observations relatives à la maturation des fruits qui ont été décisives dans la découverte de son rôle hormonal.

- 1924 : DENNY : l'éthylène permet le jaunissement et la maturation des citrons

- 1937 : GANE : montre que les émanations gazeuses des pommes mûres

initient la maturation des fruits verts et que l'éthylène constituait le gaz actif (première démonstration de la production d'éthylène par un végétal). A partir de ce moment on attribue un rôle à l'éthylène dans la maturation des fruits et l'on montre que de nombreux fruits émettent de l'éthylène.

- 1955-1960 : le développement de chromatographie en phase gazeuse fit

franchir une nouvelle étape car cette méthode très sensible et particulièrement adaptée à la détection de ce gaz permet de montrer que l'éthylène était présente dans toute les parties de la plante.

Parallèlement on démontrait au-delà de la maturation les actions diverses de l'éthylène sur le développement des végétaux et en 1969 ce composé était finalement rangé parmi les hormones végétales.

- Produite par les végétaux, active à faible dose et à distance du lieu de synthèse

l'éthylène répond tout à fait à la définition d'une hormone. Elle représente cependant des caractéristiques particulières au niveau du transport : on observe en effet une diffusion gazeuse à l'intérieur de la plante mais aussi à l'extérieur d'où la possibilité d'action sur d'autres individus. Cette propriété suggère une analogie avec les phéromones animales (**Frankenberger et poth, 1987**) .

Son caractère gazeux la fait, par ailleurs, comparer à un autre gaz l'oxyde nitrique (NO) molécule gazeuse impliquée dans la signalisation chez les animaux (les végétaux produisent aussi de l'oxyde nitrique) (**Frankenberger et poth, 1987**) .

2 .3.4.2 Production par la plante,

Tous les tissus végétaux produisent de l'éthylène avec un accroissement de cette production lors de la maturation des fruits, de la germination, mais aussi lors des événements climatiques (sécheresse, variations brutales de la température...).

Les effets physiologiques de ce gaz sont nombreux ; le principal étant d'inhiber l'allongement des tiges et de favoriser au contraire la croissance radiale de la plante.

L'éthylène favorise le mûrissement des fruits, la floraison de l'ananas, mais par contre elle inhibe la floraison d'autres espèces ; elle accélère la sénescence des organes d'une plante et facilite par exemple la mise en place des zones d'abscission des feuilles et des fruits (Karabaghli, 1994) .

2.3.4.3 Voies de biosynthèse et régulation de la synthèse,

Depuis longtemps il avait été démontré que la méthionine (acide aminé) était un précurseur de l'éthylène. En effet, si on apporte de la méthionine marquée à des tranches de pommes ou de bananes on observe une incorporation de la radioactivité dans l'éthylène (Normand et al, 1996) .

L'éthylène dériverait des carbones 3 et 4. Les étapes intermédiaires ont été ensuite caractérisées selon la séquence :

- Méthionine S-adenosyl méthionine Acide cyclopropane carboxylique (ACC)

Ethylène

- L'enzyme de synthèse de S-adenosyl méthionine la SAM synthase n'est pas spécifiquement impliquées dans la synthèse de l'éthylène car son produit est majoritairement utilisé comme donneur de méthyle dans d'autres synthèses : lignines, polyamines...

Les autres enzymes plus en aval ont un rôle plus spécifique. L'enzyme de synthèse de l'ACC semble jouer un rôle régulateur important dans la production de l'éthylène. C'est une ACC synthase enzyme comportant un groupement prosthétique pyridoxal – phosphate dont l'activité est bloquée par des inhibiteurs, des enzymes à pyridoxal-P. (Normand et al, 1996)

L'ACC synthase a été purifiée et clonée. C'est un exemple d'une famille multigénique dont chaque membre est différemment exprimé en réponse à des facteurs du développement, de l'environnement ou des facteurs hormonaux. Avec des sondes spécifiques une expression différentielle des différents gènes a été évaluée par exemple :

Une forme augmente lors de la maturation.

Une autre forme augmente en réponse à des blessures

Une dernière forme augmente en réponse à l'auxine

L'ACC oxydase qui transforme l'ACC en éthylène est une dioxygénase qui demande du fer et de l'ascorbate et fonctionne en présence d'O₂. Elle correspond également à une famille multigénique et subit également une augmentation de son activité lors du stress (Nehls et Martin, 1995) .

Plusieurs observations tendent à montrer que la stimulation de la production d'éthylène à la suite du stress procède d'une néosynthèse d'ACC synthase qui jouerait un rôle limitant dans la production d'éthylène. En effet, le système de conversion de l'ACC en éthylène apparaît

constitutif dans la plupart des tissus car l'apport d'ACC à une large variété de plantes ou de tissus détermine un accroissement très important de production d'éthylène (Nehls et Martin, 1995).

La dégradation de l'éthylène essentiellement à l'extérieur de la plante implique une conversion en oxyde d'éthylène ou en éthylène glycol.



Figure 1.25 : Structure chimique de L'éthylène (Gomez, 1999)

2 .3.4.4 Effets physiologiques,

L'éthylène peut être considéré comme une hormone mixte avec des effets positifs : initiation de la floraison, et des effets négatifs sur le développement : inhibition de la croissance, abscission, sénescence (Frankenberger et poth, 1987).

Maturation des fruits :

Elle exerce une influence sur toutes les phases du développement de la germination à la sénescence souvent en interaction avec d'autres hormones.

Le phénomène de maturation englobe des changements biochimiques profonds qui conduisent à des modifications de texture, du goût, de la couleur du fruit et le rendent apte à la consommation (Frankenberger et poth, 1987).

Sans entrer dans le détail de ces modifications il faut signaler qu'elles sont précédées chez de nombreux fruits par un accroissement très net de l'intensité respiratoires que l'on appelle crise climactérique, la période antérieure ou phase pré climactérique étant une période d'activité métabolique ralentie (Frankenberger et poth, 1987).

Changements biochimiques lors de la maturation :

- Hydrolyse des composés pectiques pectine soluble
- Hydrolyse de l'amidon sucres
- Disparition des acides organiques oses
- Disparition des substances astringentes (tannins).

Selon les fruits on constate que la production d'éthylène est parallèle à la montée de la crise climactérique ou la précède en revenant à sa valeur initiale lors de la montée (Banane).

On considère donc que l'éthylène est l'hormone de maturation naturelle des fruits. Le contrôle de la production éthylène a des applications commerciales dans le contrôle de la maturation des fruits (**Karabaghli, 1994**).

La maturation des fruits peut être considérée comme une étape précoce de la sénescence qui est définie par rapport à des critères de consommation. L'éthylène de façon plus générale, induit la sénescence chez d'autres organes comme les fleurs ou les feuilles (**Karabaghli, 1994**).

2.3.5 L'acide abcissique,

Des inhibiteurs de croissance ont depuis longtemps été caractérisés chez les plantes il s'agit souvent de composés phénoliques sécrétés ou excrétés souvent actifs après leur oxydation. Ces composés sont impliqués dans les phénomènes d'allopathie c'est-à-dire l'inhibition de croissance d'une plante par une autre plante à proximité.

Au-delà de ces phénomènes une substance à effet inhibiteur de la croissance qui a une répartition générale et une fonction hormonale est l'acide abcissique. (**Frankenberger et poth, 1987**)

2 3.5.1 Historique et Découverte,

La découverte de l'acide abcissique est intéressante car elle a été réalisée simultanément par des chercheurs travaillant dans des laboratoires différents sur des problèmes physiologiques distincts (**Patrick, 1979**).

Dans les années 1960, WAREING et ses collaborateurs au Pays de Galles recherchaient la cause de l'arrêt de la croissance des arbres en automne et le facteur qui provoque la formation des bourgeons dormants. Ils obtinrent à partir des feuilles d'Acer pseudo platanus un extrait acide qui était un puissant inhibiteur de la croissance et qui appliqué aux apex des tiges feuillées était capable d'induire la formation de bourgeons dormants. Ils appelèrent la substance active encore inconnue : la dormine.

ADDICOT et ses collaborateurs à l'Université de Californie DAVIS s'intéressaient au problème de l'abscission des feuilles et obtinrent à partir du cotonnier deux substances abcissine I et abcissine II capables d'accélérer l'abscission des feuilles de jeunes plants de coton. Parallèlement était caractérisé un inhibiteur de croissance du Lupin par WAIN en Angleterre (**Frankenberger et poth, 1987**).

L'isolement de la dormine par CORNFORTH et al. (1966) permet sa caractérisation chimique et fut suivie par des travaux qui montrèrent que dormine inhibiteur de croissance du Lupin et abcissine II étaient en fait la même substance qui fut définitivement appelée acide abcissique en 1967 (ABA) (**Patrick, 1979**).

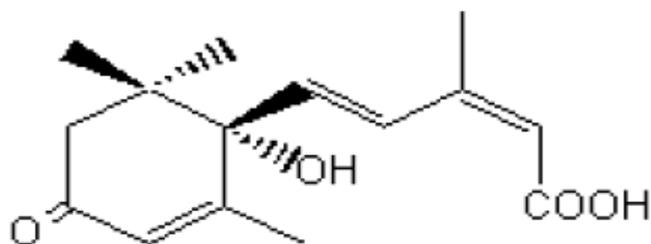


Figure 1.26 : Structure chimique des acides abscissique Gomez, 1999

2 3.5.2 Effets physiologiques et mécanismes d'action,

Dans l'abscission des feuilles et la dormance des bourgeons (on l'a même appelée la dormine). Elle agit sur la réaction au stress hydrique des plantes en provoquant la fermeture des stomates (responsables des échanges gazeux assurant la photosynthèse mais aussi des principales pertes d'eau par évapotranspiration) ; elle agit également sur la régulation de la germination des graines ; elle induit la synthèse des protéines de réserves. C'est également la principale hormone inhibitrice, antagoniste des gibbérellines (Kraigher et al, 1991) .

2.3.6 Les Brassinosteroides,

Les Brassinosteroides (BR) représentent une classe d'hormones végétales présentant en commun des structures de stéroïdes qui ont de multiples effets sur le développement : germination des graines, élongation des tiges, expansion des feuilles, différenciation du xylème (Frankenberger et poth, 1987).

Le rôle des BR a été clairement démontré par l'étude de mutants soit déficients, soit insensibles aux brassinostéroïdes qui présentent différentes anomalies de développement. Des phénotypes comparables peuvent être obtenus par des inhibiteurs de biosynthèse des Br comme le brassinazole (Brz) (Frankenberger et poth, 1987) .

2 .3.6.1 Découverte et Historique,

Ces molécules ont été initialement isolées en 1970 du pollen de *Brassicamajus* sous le terme de brassines, une molécule particulière appelée brassinolide étant caractérisée en 1979.

Ces molécules appliquées sur divers systèmes expérimentaux à des concentrations nanomolaires présentent un effet marqué sur l'élongation cellulaire ou sur la prolifération

cellulaire. Ceci indépendamment des effets induits par d'autres hormones comme l'auxine, les cytokinines ou les gibbérellines (**Frankenberger et poth, 1987**) .

Une quarantaine de structures actives ont été actuellement caractérisées les Brs étant présents chez les algues, fougères, gymnospermes, angiospermes mais pas chez les microorganismes. Le brassinolide est le plus actif biologiquement et le plus répandu.

Les preuves génétiques, démontrant que les Brs étaient essentiels pour le développement normal des plantes, ont été très récemment apportées par l'étude de mutants ainsi que des informations sur les mécanismes d'action des Brassinosteroides.

2.3.6.2 Structure et Biosynthèse des Brassinosteroides,

Le brassinolide (Br type) est un stéroïde présentant un squelette cholestane qui possède un cycle B-7oxalolactonique et 2- hydroxyles adjacents sur le cycle A(C₂ α et C₃ α) et sur la chaîne latérale C₂₂ et C₂₃ (**Lindermann, 1977**) .

Des analyses de structure fonction des Brs ont montré que les structures actives devaient présenter un certain nombre de caractéristiques qui sont retrouvées dans le Br type le Brassinolide. présenter un certain nombre de caractéristiques qui sont retrouvées dans le Br type le Brassinolide (**Lindermann, 1977**) .

Les différents Brs se distinguent par le nombre et la nature des substituants sur les cycles A et B et sur la chaîne latérale.

La voie de synthèse du Brassinolide à partir du campestérol, un stérol végétal de répartition très générale a été établie au cours des dernières années. Elle comprend une série de réductions, d'oxydation et d'épimérisation (voir figure).

Différents mutants ont été caractérisés sur les nombreuses étapes de la chaîne de synthèse. Le mutant nain *det₂* est un mutant déficient en BR qui est complété par l'apport de Br exogène. La mutation concerne une stéroïde réductase assurant la conversion du campestérol en campestanol. L'auxine et les gibbérellines ne complètent pas la mutation au plan fonctionnel.

Le fait que le gène *det₂* est nécessaire à la biosynthèse des Brs et que la perte de fonction entraîne des modifications profondes du développement : nanisme mais aussi d'autres manifestations sur la dominante apicale, la sénescence... démontre sans ambiguïté le rôle hormonal des Brs.

Un autre mutant nain appelé CPD a été étudié, le gène a été cloné et séquencé. Les analogies de séquence observées montrent que ce gène code pour une étape d'hydroxylation dans

la chaîne de synthèse des Brs. Les apports de teasterone, thyphastérol, castastérone « complémentent » la mutation. L'apport de casthastérone est sans effet. (Lindermann, 1977)

La protéine correspondant au gène muté catalyse la conversion de casthastérone en teasterone. C'est une hydroxylase a cytochrome P₄₅₀ (appelée CYP 90) qui présente des analogies avec les stéroïdes hydroxylases. Le phénotype sauvage est retrouvé par transformation génétique avec le DNA de cette hydroxylase. (Lindermann, 1977)

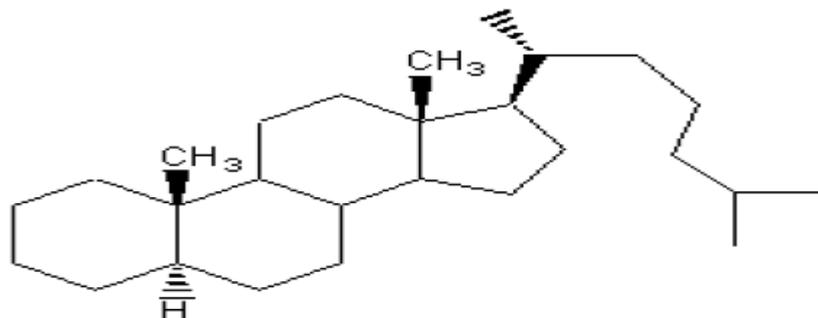


Figure 1.27 : Structure chimique des Brassinosteroides Gomez, 1999

2.3.6.3 Effets physiologiques des Brassinosteroides,

Les brassinostéroïdes ont des effets pléiotropiques sur les systèmes végétaux. Nous avons déjà parlé de leur action sur la division et l'élongation cellulaire. Ils interviennent également dans la différenciation des tissus vasculaires qui est supprimée par apport d'uniconazole inhibiteur de la synthèse des stéroïdes mais rétablie par apport de Brassinolide (Navratil et Rochon, 1981) .

Ils accélèrent la sénescence dans des systèmes simplifiés (feuilles, cotylédons isolés) par des effets antagonistes des cytokinines (Normand et all, 1996) .

Les effets, sur l'élongation cellulaire présentent des cinétiques différentes de ceux induits par l'AIA dont les premières manifestations s'observent après 15' et le maximum après 30 à 45'. Les premiers effets des BRs se manifestent, en effet, après 45' et peuvent se prolonger et augmenter pendant plusieurs heures (Patrick, 1979) .

Troisième partie résultats et discussions

3 Analyses multi-variées (Analyse de la variance, test de Newman et Keuls) :

Afin de savoir s'il existe des différences significatives entre les trois doses étudiées, on a effectué une analyse de variance selon un dispositif expérimental en randomisation totale, à un seul facteur, pour paramètres étudiés.

Le facteur étudié est « dosage ».

- 04 niveaux (**D₁**, **D₂**, **D₃**, **T**).
- 03 répétitions

Le test NEWMAN et KEULS est utilisé dans le cas où il existerait des différences significatives entre les paramètres étudiés relatifs à chaque dose, et pour classer les moyennes en groupes homogènes.

L'analyse de la variance a concerné les paramètres suivants :

- Paramètre de levée: (faculté germinative et période de levée)
- Observation et suivi de la hauteur des plantes (développement foliaire)
- Observation et suivi de la longueur des racines (Développement radiculaire) .
- Indice de croissance hauteur des plantes longueur des racines.

L'analyse de la variance de tous ces paramètres a été réalisée grâce au logiciel «STAT-ITCF ». Le logiciel Excel a été utilisé pour l'organisation des histogrammes sur la base de chaque variable étudiée et pour l'ensemble des trois doses.

Tableau 3.1: Valeurs moyennes des différents paramètres mesures sur le gazon.

Dose	Hauteurs des plantes (cm)	Longueur des racines (cm)	Indice de croissance (H/L)	Période de Levée (jour)
T	06,0667	10,9667	0,5533	11
D1	10,9333	12,4	0,8867	8
D2	08,8333	14,6667	0,6186	6
D3	07,4333	17	0,442	10

Les résultats de l'analyse de la variance se présentent de la manière suivante :

3.1 Paramètre de levée (période de levée) :

Les résultats obtenus pour chaque dose (tableau 3.2) semblent variables, la période courte est observée chez (D2) avec 6 jours et la période longue et de 11 jours est observée chez(T) l'écart étant de 5 jours.

L'analyse de la variance (tableau n°3.2) ne fait pas apparaître de différence significative.

Tableau 3.2 : Analyse de la variance pour la période de levée (PeLv).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Proba	Signification
PeLv	06	11	08	1,55	0,0151	S

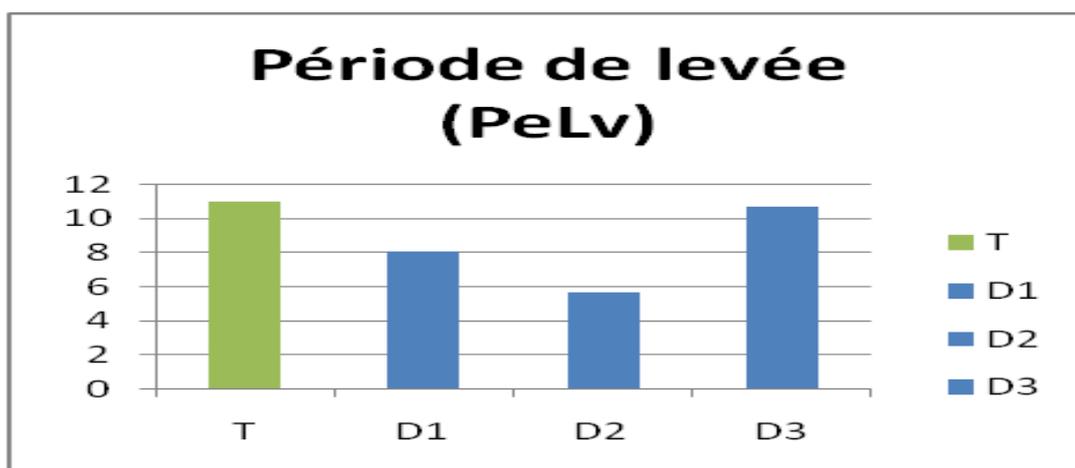


Figure 3.1: Histogramme établis sur la base de la variable période de levée

Le test NEWMAN et KEULS permet de classer les doses étudiées en 02 groupes homogène.

- Les doses D₁, D₂ sont classées dans le groupe A avec une période de levée et très rapide.
- La dose D₃ et le témoin, sont classée dans le groupe C avec une période de levée long.

Tableau 3.3 : Classification des groupes homogènes pour la période de levée

Dose	Moyenne	Groupe homogène	Caractéristique des individus
T	11	C	Individus possédant une période de levée long
D1	6	A	Individus possédant une période de levée rapide
D2	8	A B	Individus possédant une période de levée rapide
D3	10	C	Individus possédant une période de levée long

3.2 Observation et suivi de la hauteur des plantes (développement foliaire) :

La hauteur des plantes est un critère qui varie également d'une dose à une autre, la différence entre les extrêmes est de 4,86 cm, la valeur maximale est remarquée chez (D2) et 10,93 cm et la minimale chez (T) 06,06 cm, (tableau 3.4).

L'analyse de la variance dans le tableau 3.4 permet de déduire une différence significative.

Tableau 3.4: Analyse de la variance pour hauteur des plantes (HaPl).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Probabilité	Signification
HaPl	10,93	06,06	7,89	1,24	0,0123	S

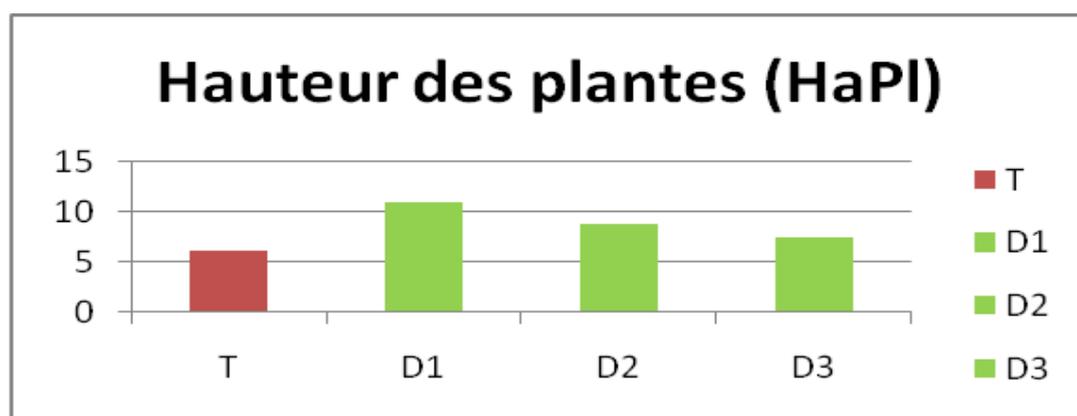


Figure 3.2 : Histogramme établis sur la base de la variable «Hauteur des plantes» en cm.

Le test NEWMAN et KEULS permet de classer les doses étudiées en 03 groupes homogène.

Tableau 3.5.

- La dose **D1** est classée dans le groupe A avec des individus qui possèdent des feuilles très long.
- Les doses **D2, D3** sont classées dans le groupe B avec des individus qui possèdent des feuilles long.
- Le témoin **T**, est classé dans le groupe C avec des individus possédant des feuilles de taille moyenne.

Tableau 3.5: Classification des groupes homogènes pour la hauteur des plantes.

Dose	Moyenne	Groupe homogène	Caractéristique des individus
T	06,066	C	Individus possédant des feuilles de taille moyenne
D1	10,933	A	Individus possédant des feuilles très long
D2	08,833	B	Individus possédant des feuilles Long
D3	07,433	B C	Individus possédant des feuilles Long

3.3 Observation et suivi de la longueur des racines. (Développement radiculaire) :

Les résultats pour ce paramètre (tableau 3.6) montrent que l'écart est plus important que pour la hauteur des plantes, l'écart de la longueur entre les extrêmes est de 06,04 cm, (17 cm pour (**D**₃) et 10,90 cm, pour (**T**).

L'analyse de la variance montre que la différence est très significative (tableau 3.6).

Tableau 3.6 : Analyse de la variance pour la Longueur des racines (LoRa).

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Proba	Signification
LoRa	10,90	17,00	5,97	0,83	0,0074	T..S

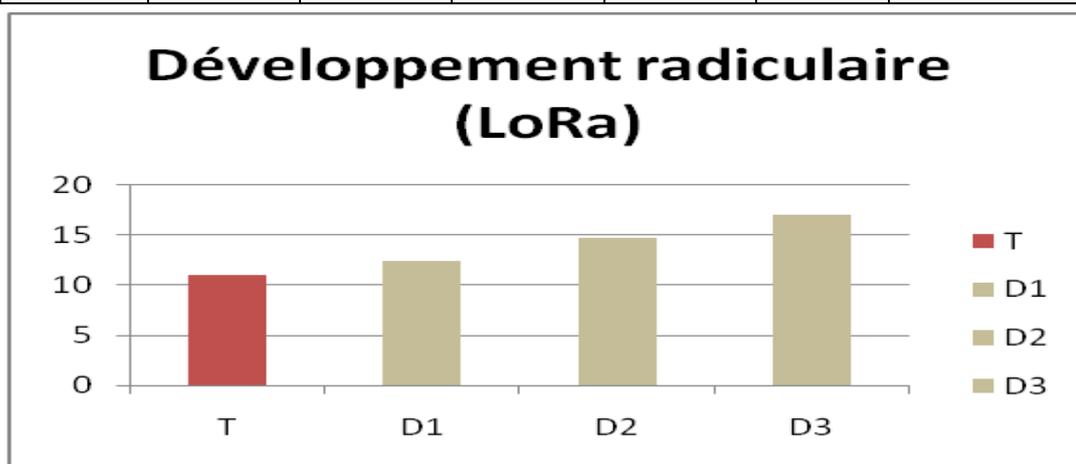


Figure 3.3 : Histogramme établis sur la base de la variable «longueur des racines»

Le test NEWMAN et KEULS permet de classer les doses étudiées en 03 groupes homogène (tableau 3.7).

- La dose **D**₃ est classée dans le groupe A avec des individus qui possédant des racines très longues.
- La dose **D**₂ est classée dans le groupe B, avec des individus qui possèdent des racines longues.
- La dose **D**₁ et le témoins sont classées dans le groupe C avec des individus qui possèdent des racines à une longueur moyenne.

Tableau 3.7: Classification des groupes homogènes pour la longueur des racines.

Dose	Moyenne	Groupe homogène	Caractéristique des individus
T	10,9667	C D	Des individus à des racines à une longueur moyenne
D1	12,4	C	Des individus à des racines à une longueur moyenne
D2	14,6667	B	Des individus à des racines longues
D3	17	A	Des individus à des racines très longues

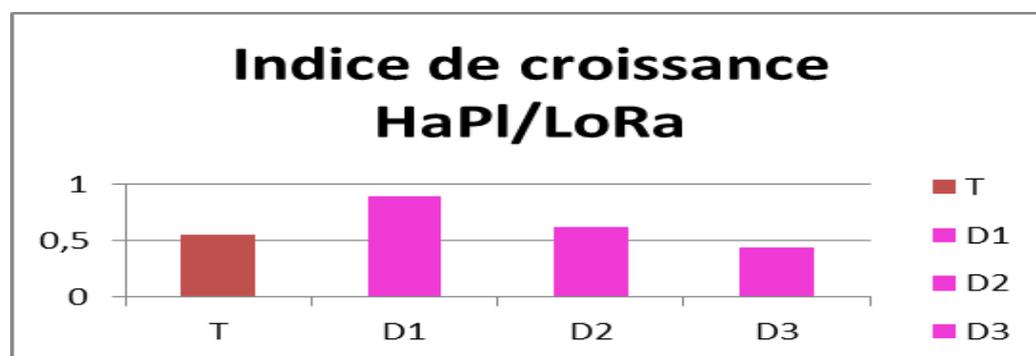
3.4 Indice de croissance (hauteur des plantes/longueur des racines).

Selon **Couranjou (1977)**, ce rapport est un caractère variétal. La valeur moyenne minimale est enregistrée chez la dose **D₃₀**, 44 la valeur moyenne maximale est enregistrée chez la dose **D₁** 0,88 (tableau 3.8), l'écart entre ces deux valeurs est 0,44.

L'analyse de la variance pour ce paramètre ne fait pas apparaître de différence significative (tableau 3.8).

Tableau 3.8 : Analyse de la variance pour la l'indice foliaire.

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Proba	Signification
HaPI/LoRa	0,44	0,88	0,56	0,55	0,0119	S

**Figure 3.4:** Histogramme établis sur la base de la variable «Indice de croissance»

Le test NEZWMAN et KEULS permet de classer les doses étudiées en 02 groupes homogène (tableau 3.9).

- Les doses **D₃**, **D₂** sont classées dans le groupe A avec des individus ayant un indice de croissance très élevée.
- Les doses **D₁**, **T** sont classées dans le groupe B, avec des individus ayant un indice de croissance élevée.

Tableau 3.9: Classification des groupes homogènes pour l'indice de croissance.

Dose	Moyenne	Groupe homogène	Caractéristique des individus
T	0,553	B	Des individus ayant un indice de croissance élevée
D1	0,886	A	Des individus ayant un indice de croissance très élevée
D2	0,618	A B	Des individus ayant un indice de croissance très élevée
D3	0,442	B C	des racines longues

Discussion :

D'après l'analyse de la variance appliquée à quatre caractères étudiés, on constate que tous les critères sont à variation continue. L'effet des doses apparaît de manière systématique. L'étendue de la variation observée se traduit par l'établissement des groupes homogènes qui permettent l'identification objective de classes. Cependant l'effet de dose est plus ou moins marqué selon les critères choisis. On observe notamment des critères significatifs telles que la période de levée, hauteur des plantes,..... Ils s'avèrent donc particulièrement discriminants et porteurs d'informations. Par conséquent, ces mesures donnent une idée de la variabilité qui peut exister au sein des doses.

Les doses **D₁** et **D₂**, paraissent avoir des caractères très proches, c'est le cas de la période de levée, hauteur des plantes mais qui peuvent se distinguer par d'autres caractères. Comme on trouve d'autre caractère très proche, c'est le cas de la dose **D₃**, qui est classée dans le même groupe que les individus ayant des racines très longues

L'observation de l'indice de croissance indique qu'il y a des rapports qui ont les mêmes mesures cas de **T** et **D₃**.

On peut donc constater que les trois doses d'hormone de croissance administrées au gazon avec différentes concentrations ont permis de donner des résultats adaptés à chaque paramètre étudié.

Ce sont donc des doses que l'on peut utiliser pour les herbacées et ce au vu de l'objectif assigné, à s'avoir le développement racinaire ou le développement foliaire, ou le cas échéant le

rapport aérien et souterrain, on peut donc constater que cet apport hormonale donne des perspective d'avenir

Et de ce fait les proposer comme des doses référenciées.

Deuxième partie : Etude expérimentale

Matériel et méthodes

2 - Présentation de la région d'étude

2-1 Situation géographique

Notre travail s'est effectué dans une station expérimentale au sein du centre nationale de formation professionnelle qui couvre une superficie de 7 ha, située dans la commune de Bougara. Elle est distante de 25 km du chef-lieu de la wilaya de Blida, à une altitude de 300 m du niveau de la mer, est située entre 36°,44 de latitude Nord et entre 05°,15 de longitude Est (O.N.M, 2013). Elle est considérée comme une zone agrumicole (D.S.A. Blida, 2014).

2-2 Caractéristiques climatiques

Nous avons exploité les données de la station météorologique d'Alger Dar El-beida (qui est à proximité de la commune de Bougara) sur une période de 12 ans (2000-2013).

2 – 2- 1 Pluviométrie

Selon **Ramade (1980)**, la pluviométrie est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes.

Les précipitations les plus élevées sont enregistrées au mois de (Novembre, Décembre, Janvier, Février et Avril), et les plus faibles se situent au mois de Juillet (Tableau. 2.1).

Tableau 2.1 : Cumul Mensuel des précipitations à Bougara en mm.

Mois	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitation (mm)	2.1	0.1	52.2	8.2	88.9	88.1	82	39.8	244.3	78.5	176.7	24.2

Source : O.N.M Dar El-Beida- 2013

La plupart des pluies sont torrentielles et se produisent en hiver et au printemps.

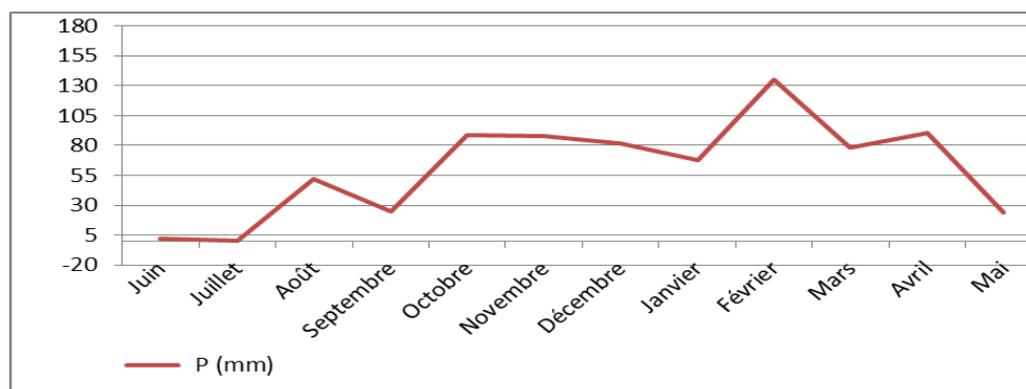


Figure 2.1 : La moyenne de la quantité de précipitation en mm à Bougara en 2013.

2-2- 2 Températures

D'après **Dreux(1980)**, le paramètre le plus important est la température car elle exerce une action écologique sur tous les êtres vivants. Selon le même auteur, chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température. Elles jouent un rôle très important dans les processus de croissance de végétale, le tableau 2.2 fait ressortir :

-Une température moyenne maximale du mois le plus chaud.

-Une température moyenne minimale du mois le plus froid.

Tableau 2.2 : Températures mensuelles (minimales, maximales, et moyennes) de la ompagne 2012/2013.

Mois		Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	
		Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	
Températures	Bougara	m	14,6	13,9	18,31	12,4	7,8	5,5	1,2	0	-2	0,7	4,5	8,6
		M	44,6	37,4	40,2	40,3	36	33	26,2	20,5	19 ;1	23	31	30,7
		M+m/2	25	26,1	27,9	23,5	21	16,3	12,1	9,8	7,6	13	15,4	18,9

Source : O.N.M Dar El-Beida- 2013

Les températures moyennes maximales de l'année 2012 révèlent que les mois de Juin jusqu'au mois de Septembre sont les mois les plus chauds de l'année avec une température moyennes de 44.6°C à 40.30°C, respectivement. Les plus froids sont Janvier et Février avec 20.5°C, 19.1°C.

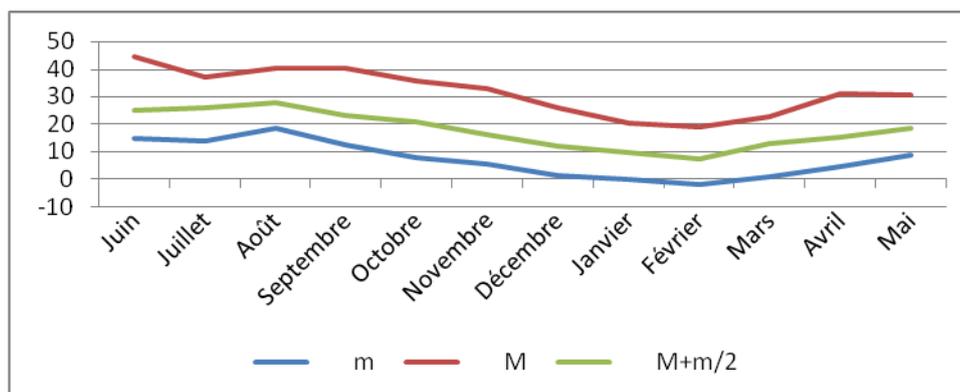


Figure 2.2 :La moyenne mensuelle des températures en C° à Bougara en 2013

2-2- 3 Humidité relative

Dans la région d'étude, elle varie entre 34.69% (en Août) et 55.96% (en Novembre)

Tableau 2.3: Humidité relative en % de Bougara 2012

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité relative	13	66,8	65,7	70,6	62,9	55,7	57,8	50,3	49,7	53,1	58,6	56,3

Source O.N.M Station Dar El-Beida , 2013

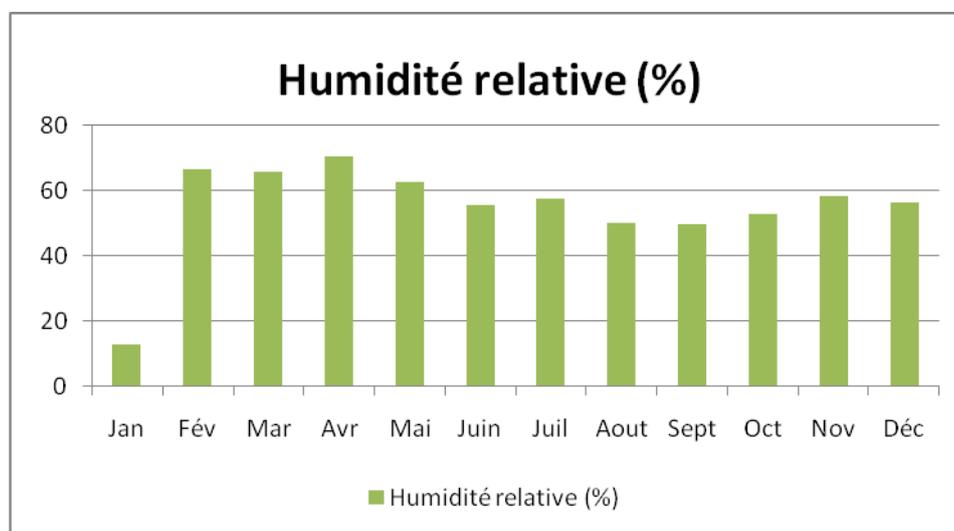


Figure 2.3 : La moyenne du pourcentage d'humidité à Bougara(2000-2013).

2-3 Synthèses Bioclimatiques

2-3- 1 Diagramme ombrothermique et l'indice xérothermique :

Bagnouls et **Gaussen** (1953) in **Laouar** (1995) définissent un mois biologique sec comme (un mois où la totalité des précipitations exprimée en millimètres est égale ou inférieure ou double de la température moyenne exprimées en degrés centigrades). Ces mêmes auteurs déterminent la période sèche à partir d'un diagramme ombrothermique qui n'est qu'une représentation graphique. La surface de l'intersection des deux courbes indique la saison de la durée sèche. La courbe ombrothermique de la station de Dar El-Bieda montre que la période sèche dure de mois de mi-mai à mois de début octobre et coïncide avec la période estivale.

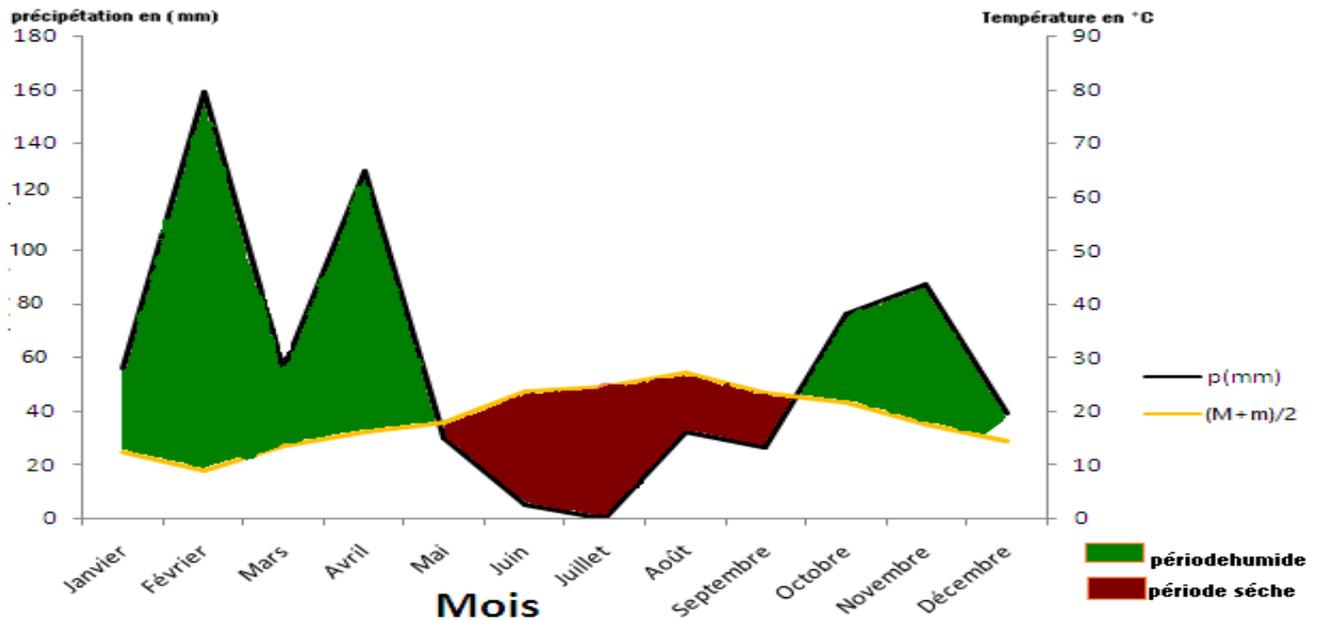


Figure 2.4 :Diagramme ombrothermique

2-3- 2 Climagramme d'emberger

Le quotient a été établi par **Emberger** (1930) in **Laouar** (1995) pour le climat du type méditerranéen. Il a aussi été utilisé dans l'étude et l'analyse climatique par de nombreux auteurs (**Emberger** 1930, 1952, 1942, 1955 et **Sauvage**, 1992, 1963a, 1963b).

La formule de ce quotient est : $Q = \frac{P \times 100}{2(M+m)/2(M-m)} = 2000P/M^2 - m^2$

Dont:

M= Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin.

(44,6°C)

m= Moyenne des températures minimales du mois le plus chaud en degré Kelvin. (-

2°C)

P= Moyenne des précipitations annuelles en millimètre (135,5) .

M+m= Correspond à la température moyenne en degré Kelvin.

M-m= Correspond à l'amplitude thermique externe en degré Kelvin.

Après application, la valeur obtenue de (Q) ce qui permet de classer la région d'étude dans l'étage bio- climatique sub humide avec des étés chauds et des hivers doux. Figure

2.5

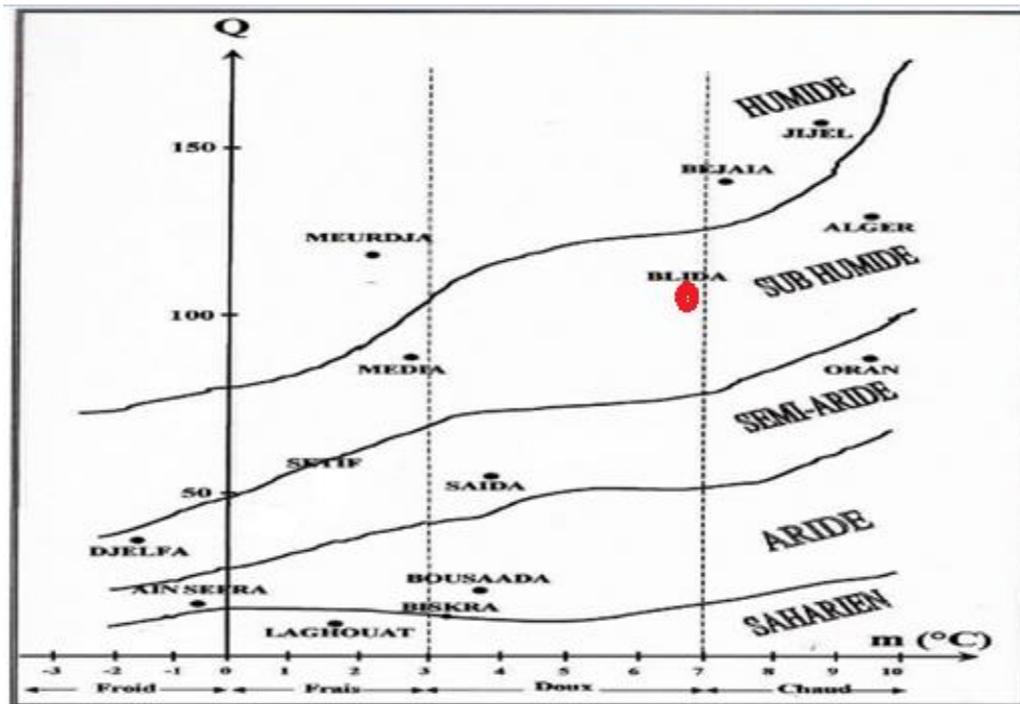


Figure 2.5 : Climagramme d'EMBERGER de la région de Blida.

Conclusion : la région de Bougara appartient au climat méditerranéen à l'étage bioclimatiques sub-humide avec des hivers doux et des étés chauds avec une période de sécheresse qui s'étale de début de mois d'Avril jusqu' au mois d'Octobre et accuse un déficit hydrique prononcé.

2-4 Les caractéristiques édaphiques :

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur l'être vivant (Dreux, 1980). D'après Faurie *et al.*, (1980), le sol est pour la plante non seulement un support mais, également un milieu nutritif les analyses sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 2.4 : Les analyses physico chimique de sols.

N° Echantillon	pH	C.E Mmhos /cm	Calcaire total %	Argile %	Limon %		Sable fin %	
					Limon fine	Limon grossier	Sable Fine	Sable grossier
Horizon (00-40) cm	7.35	0.20	1.34	41.75	31.00	19.35	4.92	1.33
					25.17		3.12	
Horizon (40-80) cm	7.18	0.19	2.22	45.00	30.25	16.38	4.99	1.48
					23.31		3.23	

Anonyme, 2014

2-4.1-Interprétation des résultats:(Tableau2.4)

Les analyses granulométriques et chimiques de deux profils à deux horizons (0-40 et 40-80cm) représentatifs de la parcelle étudiée ont donné les caractéristiques suivantes:

- Une texture argilo-limoneuse pour l'échantillon analysé, pour améliorer sa perméabilité et maintenir la fertilité chimique, physique et biologique il faut faire un amendement organique à raison de 50 à 60t/ha de fumier ou autre type de substrat organique.
 - Un pH légèrement alcalin pour les deux profils.
 - Une faible conductivité électrique donc un sol non salin.
 - Une faible teneur en calcaire total. **Anonyme 2014**

2 – 5 Méthodes d'étude :

L'expérimentation a débuté au mois de mi-Mars. Elle s'est achevée avec le comportement végétatif vis à vis de la tonte mi-Mai. Il a été porté sur l'effet des différentes doses d'hormone de croissance sur les herbacées et on a utilisé pour ça le gazon comme matériel végétal, sur les paramètres suivants :

- Paramètre de levée:(faculté germinative et période de levée)
- Paramètre de croissance : hauteur des plantes (développement foliaire)
- Observation et suivi de la longueur des racines. (Développement racinaire)
- Rapport hauteur des plantes longueur des racines.

Notre travail a été mené suivant trois étapes complémentaires :

- La première étape a été réalisée sur le terrain et a été consacrée aux différents travaux culturaux.
- La deuxième étape a été consacrée aux applications des trois doses d'hormone de croissance.
- La troisième étape s'est déroulée au laboratoire où nous avons réalisé les différentes mesures pour notre expérimentation.

2 – 6 Dispositif expérimental

Notre expérimentation a été réalisée dans un bloc aléatoire complet à un facteur étudié avec trois répétitions.

2 – 7 Matériel utilisée**2 – 7 – 1 matériel végétal utilisé**

Gazon d'agrément:

Un sac ouvert de 10kg de semences d'origine française, fermé en Janvier 2012 et à utiliser de préférence avant 2016

Composition:

20% *Ray-grass anglais RECITALE*

20% *Fétuque élevée ELISA*

20% *Fétuque élevée IZELLA*

20% *Fétuque rouge TRPOLKA*

20% *Fétuque ovine BLUES*



Figure 2.6: le gazon utilisée

originale, 2014

2 – 7 – 2 l'hormone utilisée

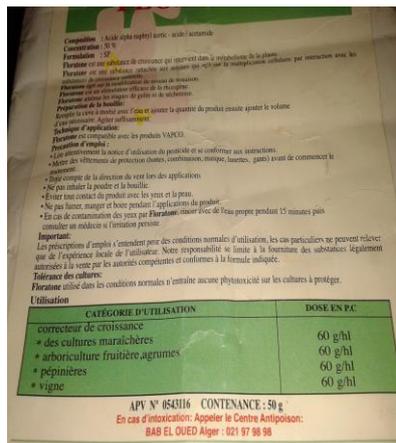


Figure 2.7 : l'hormone utilise

originale, 2014

2 – 7 – 3 matériel et moyen de réalisation

Durant notre expérimentation on a utilisé des outils de travail tels que (Râteaux, brouette, pelle ...) (Voir annexen°01).

Substrat:

Pour la réalisation de cette étude, on a utilisés:

Un substrat de couleur noire de texture argilo-limoneuse. (figure 2.8)



Figure 2.8: préparation de substrat

originale, 2014

2–8 Méthode de travail

Préparation du terrain

a) **Nettoyage de terrain :**

Nous avons nettoyé les sols manuellement, retiré quelques pierres-rameaux (sacs en plastique, papier).

b) **Désherbage:**

Le désherbage a été fait manuellement à l'aide de

Houes et de râteaux pour l'élimination de toutes sortes de mauvaises herbes et essentiellement du chien dent (figure 2.9).



Figure 2.9: nettoyage de terrain **originale, 201**

c) Labour et nivellement de terrain :

Après le désherbage nous avons remarqué que le terrain nécessitait un labour afin d'éliminer les bosses. Le nivellement du terrain ainsi que la pente nécessite pour faciliter le drainage se fait à l'aide d'un râteau (figures 2.10).



Figure 2.10: nivellement de terrain **originale, 2014**

d) Délimitation et traçages les parcelles de l'essai:

Cette opération consiste à diviser la parcelle de l'étude en 4 carrés égaux de superficies après avoir effectué un traçage à l'aide d'un cordon et des barres de fer et de la chaux (figure 2.11)



Figure 2.11: délimitation et traçages

originale, 2014

g) Le semis

1-Préparation de lit de semence

Le semis de notre gazon à été réalisé le 04.12.2014. Avant l'ensemencement nous avons tassé le sol en brisant les mottes à l'aide d'un râteau et ensuite procéder au nivellement de la parcelle (figure 2.12).



Figure 2.12: préparation de lit de semences

originale, 2014

2.8.1 Calcul des quantités des semences (dose):

Nous avons utilisé la règle de trois pour calculer les doses (quantités) nécessaires pour l'ensemencement de chaque carré d'essai

- Dose de Gazon :

$$\begin{array}{rcccl}
 1000\text{grammes} & \text{-----} & 30\text{m}^2 & & \\
 X & \text{-----} & 6\text{m}^2 & & \\
 & & & x = & \frac{(6 \times 1000)}{30} = 200 \text{ g}
 \end{array}$$

La quantité de semence est de 200 g

2.8.2 calcul des doses d'hormone :

- Dose d'hormone :

$$\begin{array}{rcccl}
 25 \text{ grammes} & \text{-----} & 100\text{L} & & \\
 D1 & \text{-----} & 30 \text{ L} & & \\
 & & & D1 = & \frac{(25 \times 30)}{100} = 7,5\text{g}
 \end{array}$$

La concentration D1 est 7,5 %

- Dose d'hormone :

$$\begin{array}{rcccl}
 50 \text{ grammes} & \text{-----} & 100\text{L} & & \\
 D2 & \text{-----} & 30 \text{ L} & & \\
 & & & D1 = & \frac{(50 \times 30)}{100} = 15\text{g}
 \end{array}$$

La concentration D2 est 15 %

Dose d'hormone :				
75 grammes	_____	100L	D3=	$\frac{(75 \times 30)}{100} = 22,5g$
<i>D3</i>	_____	30 L		
La concentration D3 et 22,5%				

2-9 Les étapes d'ensemencement

On a pratiqué la méthode de semis à la volée croisée manuellement. Avant de passer le rouleau nous avons enfouie légèrement les semences à l'aide d'un râteau ou on a appliqué la méthode de roulage (rouleau remplie d'eau) pour augmenter le contact des graines (semences) avec la terre, à la fin on arrose par un arrosoir de 10 litres.





Figure 2.13: les différentes étapes d'ensemencement **originale, 2014**

Après deux jours du semis, nous avons remarqué sur quelques surfaces l'apparition de quelques graines de gazon à cause d'une forte pluie, pour recouvrir ces semences on a préparé un mélange composé de 50% de sable et 50% de sciure bien décomposé.

2.10 Les travaux d'entretiens

a- Arrosage : l'irrigation de notre gazon se fait régulièrement chaque jour et parfois deux fois par jours à l'aide d'un arrosoir avec une quantité de 10 à 20 litres par carré (surfaces),



Figure 2.14: arrosage de gazon **originale, 2014**

b-Désherbage : on remarque la présence de mauvaises herbes *Oxalis corniculata* avec un faible pourcentage pour les surfaces cela est due à la première couche du substrat(sable mort)et aussi au développement lent du gazon.

c-Nettoyage : le nettoyage du gazon consiste à débarrasser de tout les détritius (feuilles mortes, sachet en plastique)qui se trouve sur la parcelle.



Figure 2.15: désherbage de gazon

originale, 2014

2.11 Méthodes d'analyse statistique

Pour l'exploitation des données recueillies pour chaque paramètre, nous avons eu recours à l'analyse de la variance qui est un critère de classification qui permet de comparer les moyennes obtenues pour chacun des paramètres étudiés.

Pour caractériser et classer les données en fonction de tous les caractères analysés, nous avons employé le Test de comparaison multiple (test de Newman et Keuls). Dans le cas où une différence significative existe entre modalités (dose dans notre cas) pour une variable donnée, un test de comparaison multiple de données permet d'identifier des groupes de gazon pour chacun des paramètres considérés par des tests de comparaisons 2 à 2,

C'est dans ce but qu'on a utilisé le test de Newman et Keuls. Il est basé sur la comparaison des amplitudes observées pour des groupes de n moyennes, avec l'amplitude maximum attendue à un niveau de signification donné, Cette analyse a été réalisée avec le logiciel XLSTAT753 (STAT-ITCF).

Les histogrammes expriment la variation de chaque variable prise indépendamment et illustrent la distribution des valeurs observées sur un jeu de données. Ces représentations graphiques ont été faites avec le logiciel Excel.

RESUME

Le gazon naturel est un lieu de plaisirs où se conjuguent les efforts, persévérance et solidarité; il est le poumon vert de la ville, c'est le lien entre l'homme et son environnement. Il ne se limite pas au respect du milieu naturel.

Notre étude a été réalisée pour le développement des herbacées et particulièrement le gazon, par l'introduction des nouvelles techniques de la biotechnologie on se basant essentiellement sur l'utilisation des hormones végétales.

Une diversité morphologique a été mise en évidence. Elle est liée aux différentes sortes d'hormones étudiées.

L'ensemble des connaissances acquises durant ce travail montrent donc l'intérêt d'approfondir l'étude de la nouvelle technique de la biotechnologie et d'envisager leur exploitation dans le cadre de nouvelles thématiques de recherche en lien avec des programmes de la nouvelle politique du pays de réaménagement des territoires et des espaces verts.

Mots-clés: Gazon, herbacées, doses, hormone végétale.

SUMMARY

The natural grass is a place of pleasures where the efforts, perseverance and solidarity are combined; it is the green lung of the city, it is the bond between the man and his environment. It is not limited to the respect of the natural environment.

Our study was carried out for the development of herbaceous and particularly the grass, by the introduction of the novel methods of biotechnology one basing itself primarily on the use of the vegetable hormones.

A morphological diversity was highlighted. It is related to the various kinds of studied hormones.

The whole of the knowledge acquired during this work thus show the interest to look further into the study of the novel method of biotechnology and to consider their exploitation within the framework of new sets of themes of research in bond with programs of the new policy of the country of refitting of the territories and green areas.

Key words: Grass, herbaceous, arboriculture, amounts, vegetable hormone.

ملخص:

العشب الطبيعي هو مكان للمتعة حيث تترجم الجهود والمثابرة والتضامن؛ فهو الرئة الخضراء في المدينة، هو العلاقة بين الإنسان و بيئته. ولا يقتصر ذلك على احترام البيئة الطبيعية. وقد أجرينا الدراسة لتنمية الأعشاب و بالأخص العشب الطبيعي وبشكل خاص من خلال إدخال تقنيات التكنولوجيا الحيوية الجديدة تستند في المقام الأول على استخدام الهرمونات النباتية. وقد أظهر التنوع الظاهري، ويرتبط ذلك إلى تركيزات مختلفة من الهرموني التي شملتها الدراسة. مجموعة من المعارف المكتسبة في هذا العمل تظهر أهمية مواصلة دراسة تقنية جديدة في مجال التكنولوجيا الحيوية والنظر في استخدامهما في سياق موضوعات بحثية جديدة برامج السياسة الجديدة المتعلقة بالبلاد بإعادة تطوير المناطق والمساحات الخضراء.

الكلمات المفتاحية: العشب الطبيعي، الأعشاب، الجرعات ، هرمون النبات.

Conclusion

Le but de cette étude est le développement des herbacées et particulièrement le gazon qui joue un rôle important dans notre vie. Pour cela, un apport hormonal a été appliqué suite à un travail de prospection qui a permis la détermination de trois doses d'hormone de croissance. Cette recherche a permis de distinguer l'ensemble des caractères analysés. Il s'est avéré efficace et discriminant dans la différenciation des paramètres étudiés,

Une diversité morphologique a été mise en évidence. Elle est liée aux différentes constatations d'hormone étudiée.

A ce titre, le suivi du comportement des différents spécimens regroupés en collection permettra d'étudier la variabilité de croissance des herbacées dans des conditions de culture similaires et révélera sans doute des doses d'hormone intéressantes à des fins d'amélioration végétale.

Parmi les paramètres les plus discriminants que nous avons distingués, ceux en relation avec la période de levée et la longueur des racines. Nous avons constaté que :

- La période de levée est plus rapide avec les doses **D₁** et **D₂**, par rapport aux autres doses malgré la présence du même matériel végétal : **Gazon d'agrément**.
- Qu'il y a une variation très nette entre les trois doses en ce qui concerne, la longueur des racines de la dose **D₃** qui s'est avéré la plus importante par rapport aux autres doses.

L'ensemble des résultats acquis dans le cadre de cette étude représente un apport significatif au plan scientifique comme au plan technique au niveau des travaux de valorisation et l'introduction des nouvelles techniques de la biotechnologie se basant essentiellement sur l'utilisation des hormones végétales.

On peut donc constater que les trois doses d'hormone de croissance administrées au gazon avec différentes concentrations ont permis de donner des résultats adaptés à chaque paramètre étudié.

Ce sont donc des doses que l'on peut utiliser pour les herbacées et ce au vu de l'objectif assigné, à s'avoir le développement racinaire ou le développement foliaire, ou le cas échéant le rapport aérien et souterrain, on peut donc constater que cet apport hormonal donne des perspectives d'avenir

Et de ce fait les proposer comme des doses référencées.

Références bibliographiques

A

- ❖ **Adolt et dessons, 2012.** le gazon, guide, comprendrechoisir.com,pp.33,58 (108,rue des dames-75017 paris).
- ❖ **Anonyme, 2008.**implantation et entretien d'une pelouse durable, guide, pp,85-131 édition Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) réalisation et production association des producteurs de gazon du québec.
- ❖ **Anonyme, 2011.**société français des gazon-fiche technique-Pelouse alternative extensive, Pelouses de zones et espaces rustique, France.
- ❖ **Anonyme, 2012.**site web <http://editions-ulmer.fr/img/doc>
- ❖ **Anonyme, 2014.** Résultats des analyses physico-chimiques, laboratoire de science du sol centre de recherche en pyrotechnie, Mehdi-boulam, Baraki-Alger.
- ❖ **Antonio Granell et Juan Carbonell, 1996.** Les hormones végétales. article Pour la science N°228 pp 42-50.
- ❖ **Aoucha M, Moussaoui F, 2013.** Etude comparative entre trois types de gazon. Mémoire de fin formation de Technicien supérieur institue Nationale Spécialise Formation Professionnelle (ex : ITMA) BOUGARA, Blida.
- ❖ **APGII 2003** An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APGII.

B

- ❖ **Blady C, 1974.**contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatique et leurs influences sur la production des principales zones céréalières. *Document du projet céréales*, 170 pp.
- ❖ **Bohmer B, Wohanka W, 1999.** Maladies et ravageurs des plantes de jardin et d'intérieur Edition français pp 222-224
- ❖ **Bottin, 2012 in Ibn Abi Dhiaf, A. 2012.** Chronique des rois de Tunis et du Pacte fondamental. 2ème partie. Maison tunisienne d'édition. Les ressources génétiques des herbacés en Tunisie et leur relation avec la variabilité Méditerranéenne. pp 7-10.

C

- ❖ **Charbonneau P, 2007.** L'entretien d'une pelouse, fiche technique Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales l'Ontario (MAAARO), Fuelph, pp.1-6
- ❖ **Chouard et Laumonier, 1946.**livre, le bon jardinière depuis 1775, 151 Emme édition-pp.1-6.
- ❖ **Coll Ph, Rosenn LP et Pirou N ;2008.**-livre-(jardiner avec le changement climatique).pp :20 et 28

D

- ❖ **Daele,C 2012,**limites les intervention chimiques dans un gazon, Article, Centre technique Horticole de Gembloux, pp 1-9.
- ❖ **Direction des Services Agricole. Blida, 2014.**
- ❖ **Donnadieu,P et Mazas, E. 2002.**-Des mots de paysage et de jardin/livre, p128.
- ❖ **Dreux P, 1980.** précis d'écologie. ed. Presse. Univ. France , Paris, coll. « le biologiste », 231p.

F

- ❖ **Faurie et al, 1980, in Chelghuome, F** Aptitudes pédologique culturales de sol d'ITGC de Sétif sur blé dure thèse : Ing. Agro. Blida. pp 28-29.
- ❖ **Frankenberger W.T., Arshd M. 1991.** Microbial production of plant growth regulating substances in soil. *In* : Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Progress and Prospects / C. Keel, B. Koller, G. Défago Eds. IOBC / WPRS, XIV/8, pp. 162-171.
- ❖ **Frankenberger W.T., Poth M. 1987.** Biosynthesis of Indole-3-Acetic Acid by the pine ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 53, n° 12, pp. 2908-2913.

G

- ❖ **Gomez G, 1999.** Stimulateurs de croissance : hormones et acide humique.exploration de nouvelles pistes dans la conduit de culture de gazons intensifs. pp 12- 30.

H

- ❖ **Hervé- Eric Cochard et Catherine Gillonnier, 1990** . exploration de nouvelles pistes dans la conduite de culture des gazons intensifs stimulateurs de croissance hormones et acides humiques.

K

- ❖ **Karabaghli C. 1994**. Effet de trois souches de champignons ectomycorhiziens et d'une Bactérie Auxiliaire de la Mycorhization sur la rhizogénèse adventive d'hypocotyles d'épicéa (*Picea abies* (L.) Karst.). Nancy : Université Henri-Poincaré Nancy I, (Mémoire de DEA Biologie forestière).
- ❖ **Kraigher H., Grayling A., Wang T.L., Hanke D.E. 1991**. Cytokinin production by ectomycorrhizal fungi in liquid culture. *Phytochemistry*, vol. 30, pp. 2249-2254.

L

- ❖ **Lindermann R.G., Call C.A. 1977**. Enhanced rooting of woody plant cuttings by mycorrhizal fungi. *Journal of American Society of Horticultural Science*, vol. 102, n° 5, pp. 629-632.

M

- ❖ **Michard L, 2004**. LE JARDINAGE ÉCONOLOGIQUE QUAND économie RIME AVEC écologie- livre, pp(59-65).
- ❖ **Michele L, 1979**. Fleurir le jardin 2eme Edition Dargaud éditeur Vol 3, pp 81-82

N

- ❖ **Navratil S., Rochon G.C. 1981**. Enhanced root and shoot Development of poplar cuttings induced by *Pisolithus tinctorius*. *Canadian Journal of Forest Research*, n° 1, pp. 844-848.
- ❖ **Nehls U., Martin F. 1995**. Changes in root gene expression in ectomycorrhiza. *In: Biotechnology of Ectomycorrhizae : Molecular Approaches / V. Stocchi, P. Bonfante, M. Nuti Eds. New York, London : Plenum Press. -pp.125-137.*
- ❖ **Normand L., Bratshi H., Debaud J.C., Gay G. 1996** — Rooting and acclimatization of micropropagated cuttings of *Pinus pinaster* and *Pinus sylvestris* are enhanced by the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum*. - *Physiologia Plantarum*, vol. 98, pp. 759-766.

O

- ❖ **O.N.M, 2013.**office national météorologique station météo : Alger dar El-Beida.
- ❖ **Office National Météorologique Dar El-Beida- 2013**

P

- ❖ **Patrick J.W, 1979.** Auxin-promoted transport of metabolites in stems of *Phaseolus vulgaris* L. .Further studies on effects remote from the site of hormone application - *Journal of Experimental Botany*, vol. 30, pp. 1-13.
- ❖ **Picard W, 1969.** reprinted from the journal of the West African science Association, vol. 14, Nos 1 & 2,1969-comparaison de l'enracinement de quelque graminées et légumineuses se développant sur un sol sur sables tertiaires de *Basse Côte d'Ivoire* pp 19-24

R

- ❖ **Ramade. F, 1980.**Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. pp 10-15

W

- ❖ **Wetmore J et Browen K, 2003.***Gazon durable*-Engazonnement, entretien et principes LAI pour le gazon du Canada. Première édition, PP. 4-6.
- ❖ **Wolfram F, 2004.**L'ABC DU JARDINIER DEBUTANT. pp : 11-23

Annexe N°1 :

Tableau 1.1 : tableau établis sur la base de la variable «période de levée» en cm. Test de Newman et Keuls

DOSE	moyennes	Groupe. H
D 2	06	A
D 1	08	A B
D 3	10	c
T	11	C

Tableau 1.2 : tableau établis sur la base de la variable «Hauteur des plantes» en cm test de Newman et Keuls

DOSE	moyennes	Groupe. H
D 1	10,933	A
D 2	08,833	B
D 3	07,433	B C
T	06,066	C

Tableau 1.3 : tableau établis sur la base de la variable «longueur des racines» tes de Newman et Keuls

DOSE	moyennes	Groupe. H
D 3	17	A
D 2	14,667	B
D 1	12,4	C
T	10,966	C D

Tableau 1.4 : tableau établis sur la base de la variable «Indice de croissance»

DOSE	moyennes	Groupe. H
D 1	0,886	A
D 2	0,618	A B
T	0,553	B
D 3	0,442	B C

Annexe N°2 :

Tableau 2.1 : indiquant moyenne de nombre totaux des grains germé.

doses	D1		D2		D3		T	
	Nbr des grains levée	Nouvelle levée						
23.03.2014	00	00	00	00	00	00	00	00
29.03.2014	10	28	30	43	10	14	09	13
31.03.2014	57	60	70	96	30	43	28	43
01.04.2014	107	115	157	166	111	123	90	112
06.04.2014	170	170	190	190	150	150	143	143
10.04.2014	177	177	201	201	179	179	170	170

Annexe N°3 :

Figure 3.1 : les différentes travaux culturales effectue durant l'expérimentation





Figure 3.2 : préparation des différentes doses d'hormone utilisé

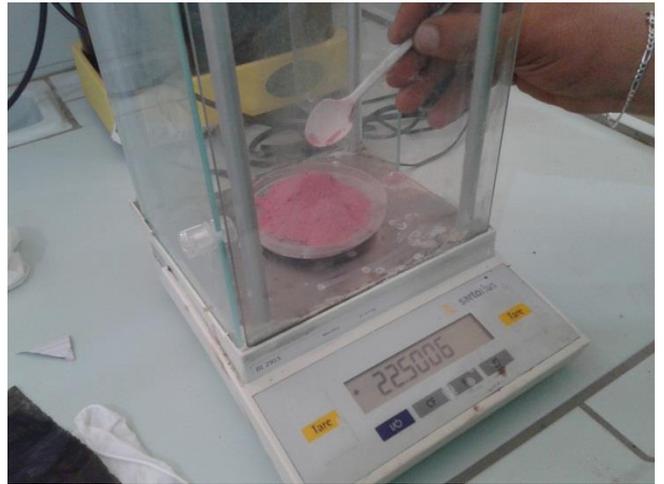


Figure 3.3 : la station expérimentale de CFPA



INTRODUCTION

PREMIER PARTIE:

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE
EXPERIMENTALE

TROISIEME PARTIE:
RESULTATS ET
DISCUSSION

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

CONCLUSION

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NQATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

THEME

**L'effet des déférentes doses d'hormone
de croissance sur les herbacées (le gazon)**

Projet de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme Master en biotechnologie
Spécialité : biotechnologie végétale

Présenté par :

M BELGIUDOUM Ilyes

Promotrice: **Mme KEBOUR .D**

Année universitaire 2013/2014

PLANT DE TRAVAIL

Introduction

Considération générale sur le gazon

Considération générale sur les hormones végétale

Matériels et méthodes

Résultats et discussion

Conclusion et perspective

Introduction

Depuis plus de 10 siècles, les hommes cultivent le gazon pour améliorer leur cadre de vie. Son apport environnemental et écologique a pu être quantifié et analysé à travers de nombreuses recherches qui ont abouti à l'identification des principales qualités: fonctionnelles, récréatives et esthétiques.

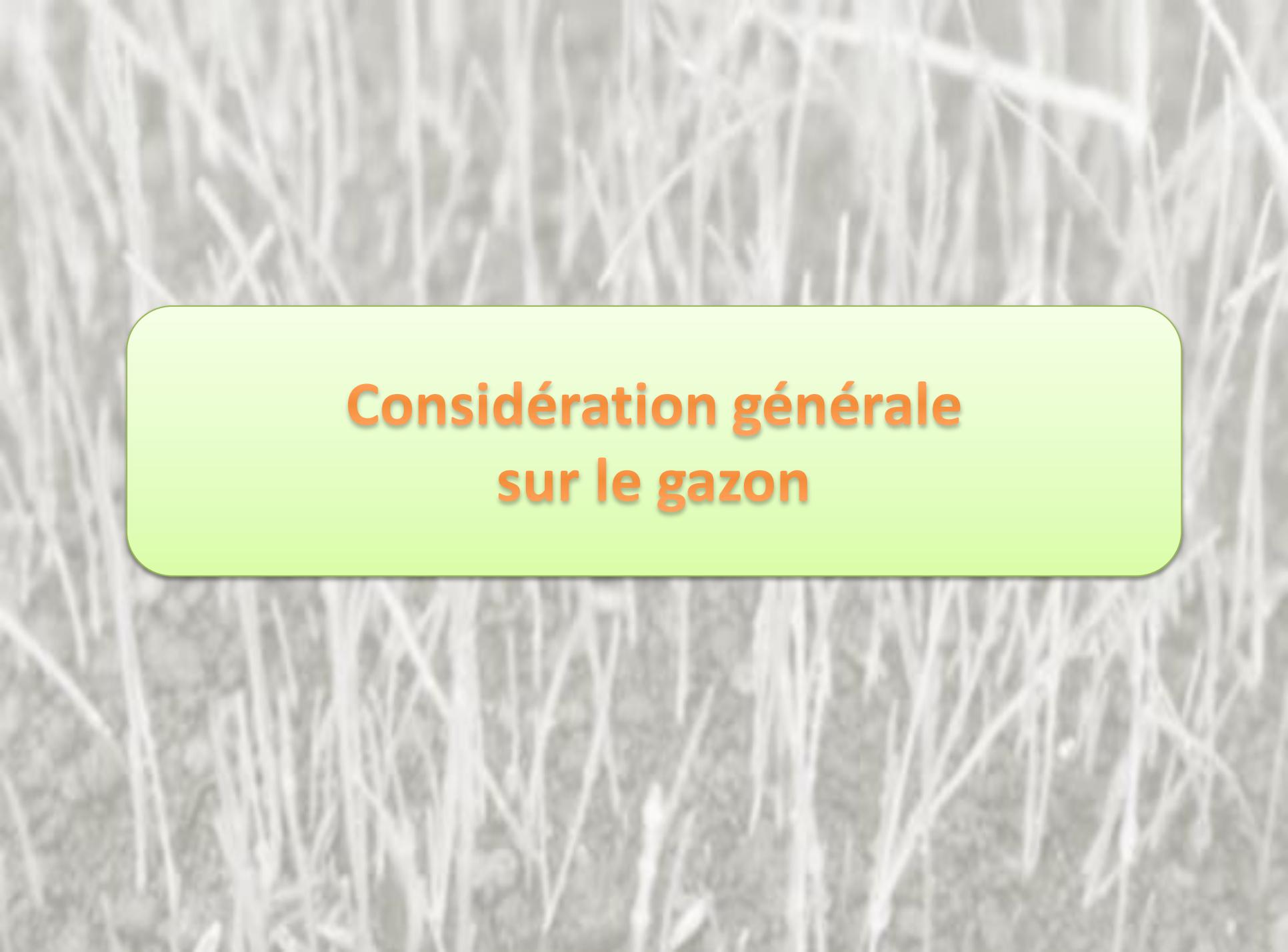
Les programmes de cette étude, principalement pour le développement du gazon, visent à correspondre l'effet des différentes doses d'hormone végétale, aux besoins de la filière des herbacées et aux besoins de développement de cadre de vie des citoyens (Produit de qualité, protection de l'environnement) et apportent des solutions aux problèmes socio-économiques posés dans le cadre de la nouvelle politique du pays de réaménagement des territoires et des espaces verts.

Des études ont été réalisées pour le développement du gazon, par l'introduction des nouvelles techniques de la biotechnologie se basant essentiellement sur l'utilisation des hormones végétales

La première étape de ce travail à été basée sur la préparation et l'installation du gazon.

En deuxième lieu, nous avons traité le gazon avec trois doses différentes dans leurs constatations (**D1, D2, D3**) et les comparer avec un témoin (T).

La troisième étape consistera à la détermination des caractères discriminants, et à l'établissement des liens entre les trois doses.

The background of the slide is a close-up, slightly blurred image of dry, yellowish-brown grass blades. The blades are thin and elongated, creating a dense, textured pattern. The lighting is somewhat uneven, with brighter areas where the grass is more vertical and darker areas where it's more horizontal or overlapping.

Considération générale sur le gazon

L'origine nordique des gazons (autre fois -wazon- ou -gazon-) que rien ne permet de situer très exactement, et surement intérieure au moyen âge ou chez nous ils ont laissé des marques certaines de la grande faveur dont ils jouissaient déjà auprès des amateurs de jardin.

D'après les botanistes on class le gazon comme suite:

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordre : *Cyperales*

Famille: *Poaceae*

Genre : - **G₁** : *Agrostis*

- **G₂** : *Dactylis*

- **G₃** : *Lolium*

- **G₄** : *Poa*

- **G₅** : *Festuca*



Les différents types de gazon

Gazon d'ornement :

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour l'aspect esthétique, la finesse du feuillage, la densité du tapis végétal, et la lenteur de pousse



Le gazon ornemental est le plus beau à regarder et il est le plus difficile à obtenir. Ce gazon n'est pas destiné au piétinement.

Gazon de sport et de jeux:

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour leur résistance au piétinement et à l'arrachement, leur aptitude à se régénérer, la densité du tapis végétal et un bon aspect esthétique.



Gazon de détente et d'agrément

Composé des meilleures espèces et variétés sélectionnées pour assurer le meilleur compromis entre la facilité d'installation et d'entretien, un bon aspect esthétique tout au long de l'année, et un piétinement modère



Gazon fleuri

Le Gazon Fleuri est une véritable pelouse fleurie associant des graminées et des fleurs annuelles et vivaces. Inspiré du gazon (graminées et pâquerettes), ce mélange de Gazon fleuri est composé de plusieurs compactes et florifères et de deux graminées ou plus. Ce mélange permet d'installer des graminées tout en bénéficiant d'une floraison estivale la première année



Comportement des différentes espèces de gazon

Chaque espèce de gazon a des caractéristiques propres :

densité

couleur

résistance aux piètements

résistance à la sécheresse

résistance à la sécheresse



Herbes à gazon	Apparence	Forme végétati	Rusticité	Résist à la séche	Résist au piétm	Eclairage	Rapid à l'install
Agrostides	Brins très fins vert vif	Rhizomes	Très élevée	Faible	Moyenne à faible	Soleil à moyenne	Moyenne à lente
Fétuque de chewing	Brins fins	Touffes	Bonne	Bonne	Faible	Mi- ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque durette	Brin très fins	Touffes	Bonne	Très bonne	Faible	Mi- ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque élevée	Gros brins vert pale	Touffes	Assez faible	Elevée	Très bonne	Mi- ombre ou soleil	Moyenne
Fétuque rouge traçante	Brins très fins vert moyen	Rhizomes courts	Elevée	Bonne	Faible	Mi- ombre ou soleil	Moyenne
Lvraie (ray- grass)	Brins moyens vert moyen a foncé	Touffes	Faible	Moyenne à faible	Bonne	Mi- ombre ou soleil	Très rapide
Lotier cornicule	5 petites folioles fleurs jaunes	Touffes	Bonne	Très élevée	Faible	Soleil	Très lente
Pâturin commun	Vert claire	Stolons	Elevée	Très faible	Faible	Mi- ombre	Moyenne
Pâturin du Kentucky	Brins fins vert vif	Rhizomes	Elevée	Modérée	Moyenne à élevée	Soleil	Moyennea lente

Il vaut donc mieux semer un mélange de plusieurs espèces, de façon à combiner les qualités de chacune et éviter que la pelouse succombe à un problème propre à une espèce



Exemple de quelques différents mélanges

Mélange pour les régions froides

- 50% pâturin du Kentucky
- 35 % fétuques rouge traçante
- 15 % ivraie vivace comme plante abri



Mélange pour le soleil

- 40% Paturin du Kentucky
- 40 % fétuque rouge traçante
- 20% ivraie vivace (ray-grass)

**Mélange pour la mi- ombre,
terrain sec**

- 65 % fétuque rouge traçante
- 20% pâturin du Kentucky
- 15 % ivraie vivace (ray-grass)



**Mélange pour la mi- ombre,
terrain humide**

- 65 % pâturin commun
- 20 % pâturin du Kentucky
- 15 % ivraie vivace (ray-grass)

Mélange pour terrain de jeu

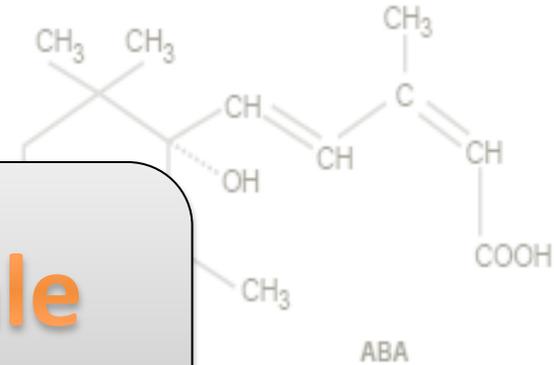
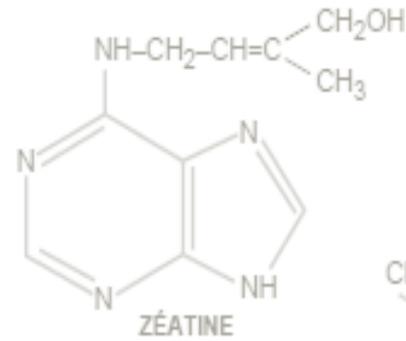
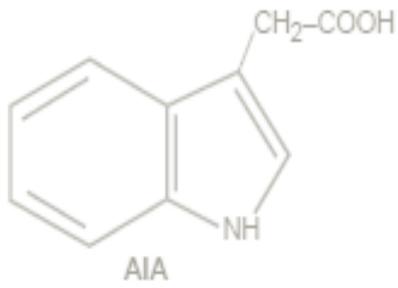
- 80 % fétuque élevée
- 20 % pâturin du Kentucky

Où 100% de ray-grass a
ressemer chaque année ou
mémé plusieurs fois par an



Mélange a entretien minimal

- 45 % fétuque durette
- 30 % fétuque de Chewing
- 25% ivraie vivace (ray-grass)
- 5 % de trèfle blanc ou de lotier



Considération générale sur l'hormone



La notion d'hormone (du grec hormo : exciter) le terme fait son apparition en (1905) s'applique à des substances organiques biologiquement actives et fait intervenir 3 idées essentielles :

1. activité à de très faibles concentrations (aucun rôle énergétique ni nutritif)

2. synthèse par l'organisme lui-même

3. transport du site de synthèse au site d'action où elle influence spécifiquement des cellules cibles

Les hormones végétales comme les hormones animales sont impliquées dans les communications intercellulaires

Hormones végétales : composés organiques synthétisés par la plante qui a de très faibles concentrations ont une action sur le métabolisme et le développement généralement dans des tissus différents du lieu de production.

- Enfin les hormones végétales agissent fréquemment de façon additive, antagoniste, ou en synergie sur divers phénomènes physiologiques (action moins ciblée que les hormones animales) .

Ce dernier point met l'accent sur la difficulté des études d'hormonologie végétale. Une hormone n'agit généralement pas seule sur un phénomène mais en présence d'autres hormones qui agissent dans le même sens ou dans le sens contraire.

Les différents types d'hormones végétales

A l'heure actuelle on connaît donc 6 types d'hormones végétales pour lesquels on peut distinguer :

Des hormones stimulatrices (qui induisent ou stimulent un phénomène physiologique) :

Auxines

Gibbérellines

Cytokinines

Brassinosteroides

Pour ces hormones on observe des familles de molécules actives
En parallèle on distingue des hormones à effets mixtes comme

l'éthylène

l'acide abscissique

D'autres molécules à rôle de « médiateur chimiques » chez les végétaux comme les polyamines, le jasmonate, le salicylate, les oligosaccharides n'ont pas encore obtenu le statut d'hormone végétale vraie

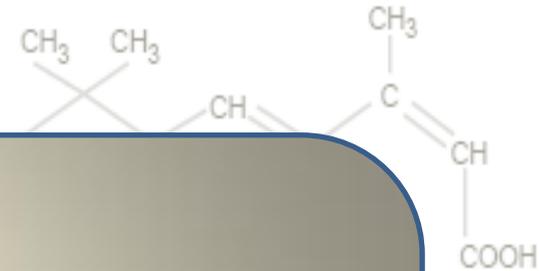
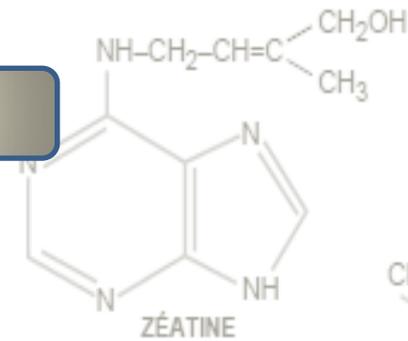
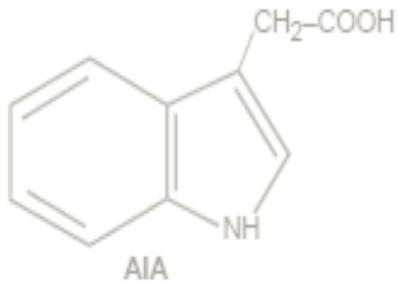
L'acide β Indolacétique et les Auxines

Répartition et évolution dans la plante

Initialement caractérisée dans les coléoptiles de graminées, l'AIA et les autres auxines semblent présentes chez toutes les plantes vasculaires. Chez les formes végétales inférieures (Bryophytes, algues, champignons) la répartition et l'action biologique sont très limitées.

Chez les plantes les sites de synthèse maximum sont souvent les sites d'accumulation (apex, jeunes feuilles) mais il faut aussi noter comme nous le verrons plus loin que l'AIA a un transport polarisé qui conduit à sa migration de l'apex vers la base.

Gibbérellines



Les gibbérellines constituent un deuxième groupe de substances de croissance qui paraissent actuellement avoir une importance peut être aussi grande que les auxines dans le développement de la plante ils ont un action sur la croissance des tiges . Elles ont une influence sur la levée ou interruption de la dormance.

Les sites de synthèse des gibbérellines sont les jeunes feuilles, les fruits, les graines, les apex des tiges (caulinaires) et des racines (racinaires).

Matériels et méthodes

Notre travail expérimental à été réalisé dans une station expérimentale au sein du Centre Nationale de Formation Professionnelle qui couvre une superficie de 7 ha, située dans la commune de Bougara. Elle est distante de 25 km du chef-lieu de la wilaya de Blida, à une altitude de 300 m du niveau de la mer,. Elle est considérée comme une zone agrumicole

Méthodes d'étude

L'expérimentation a débuté au mois de mi-Mars. Elle s'est achevée avec le comportement végétatif vis à vis de la tonte mi-Mai. Il a été mené suivant trois étapes complémentaires :

La première étape a été réalisée sur le terrain et a été consacrée aux différents travaux culturaux.



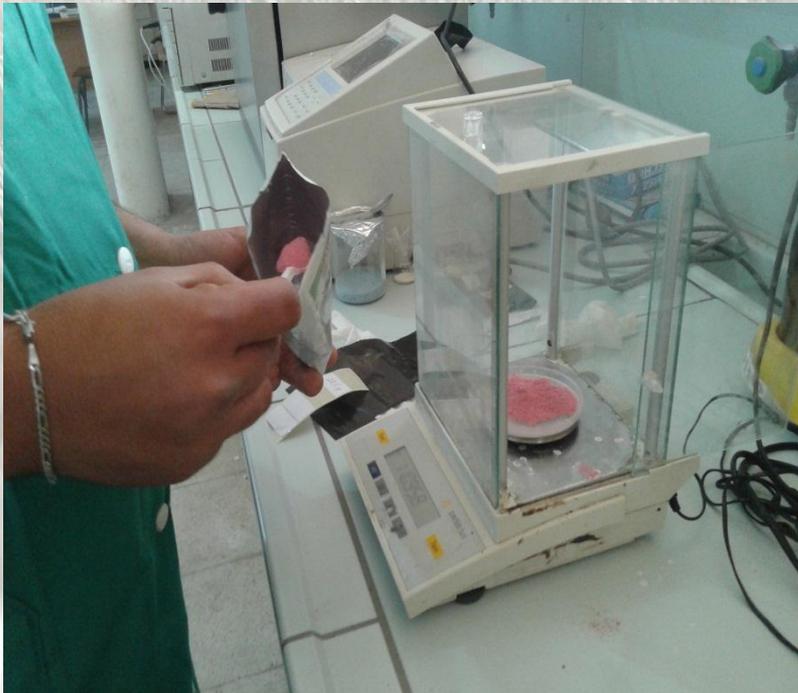








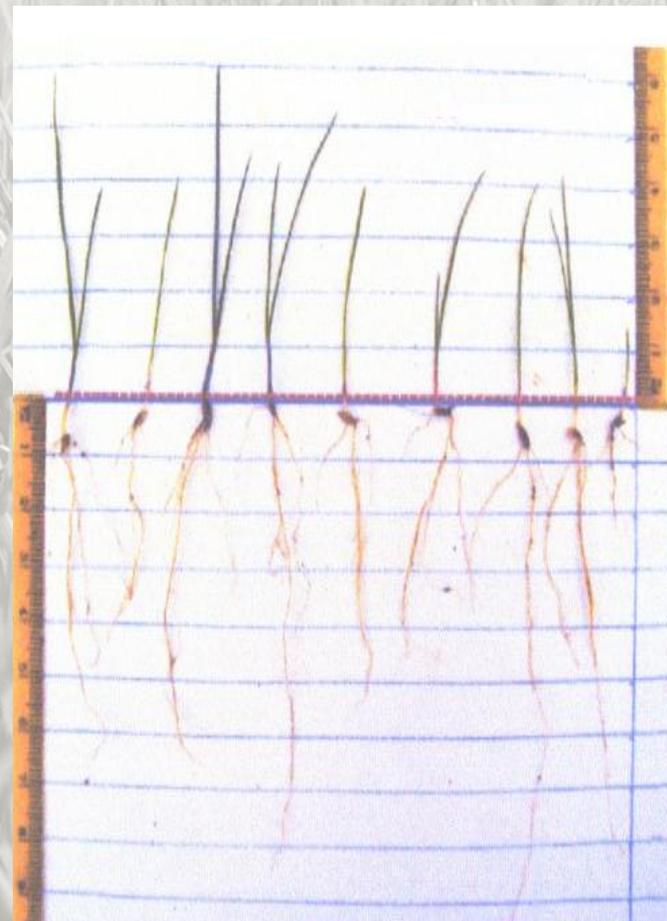
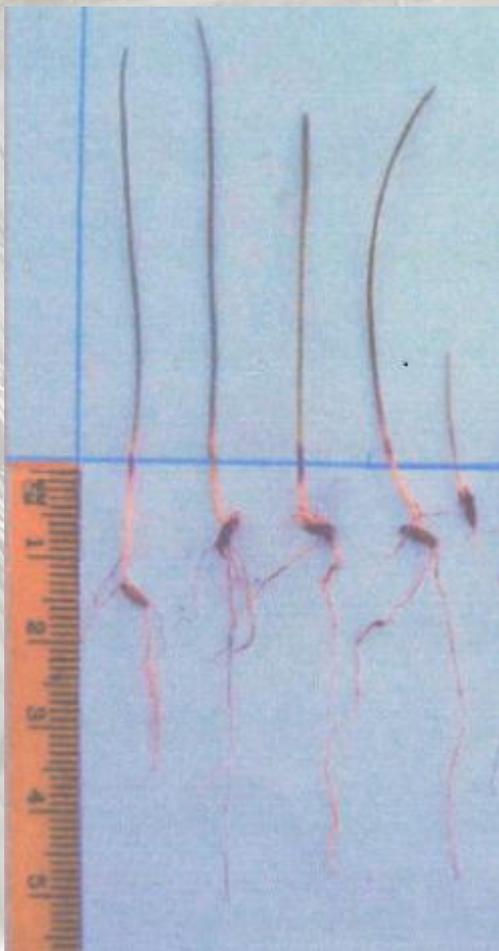
La deuxième étape a été consacrée aux applications des trois doses d'hormone de croissance.







La troisième étape s'est déroulée au laboratoire où nous avons réalisé les différentes mesures pour notre expérimentation.



Méthodes d'analyse statistique

**Analyses
multi-variées**

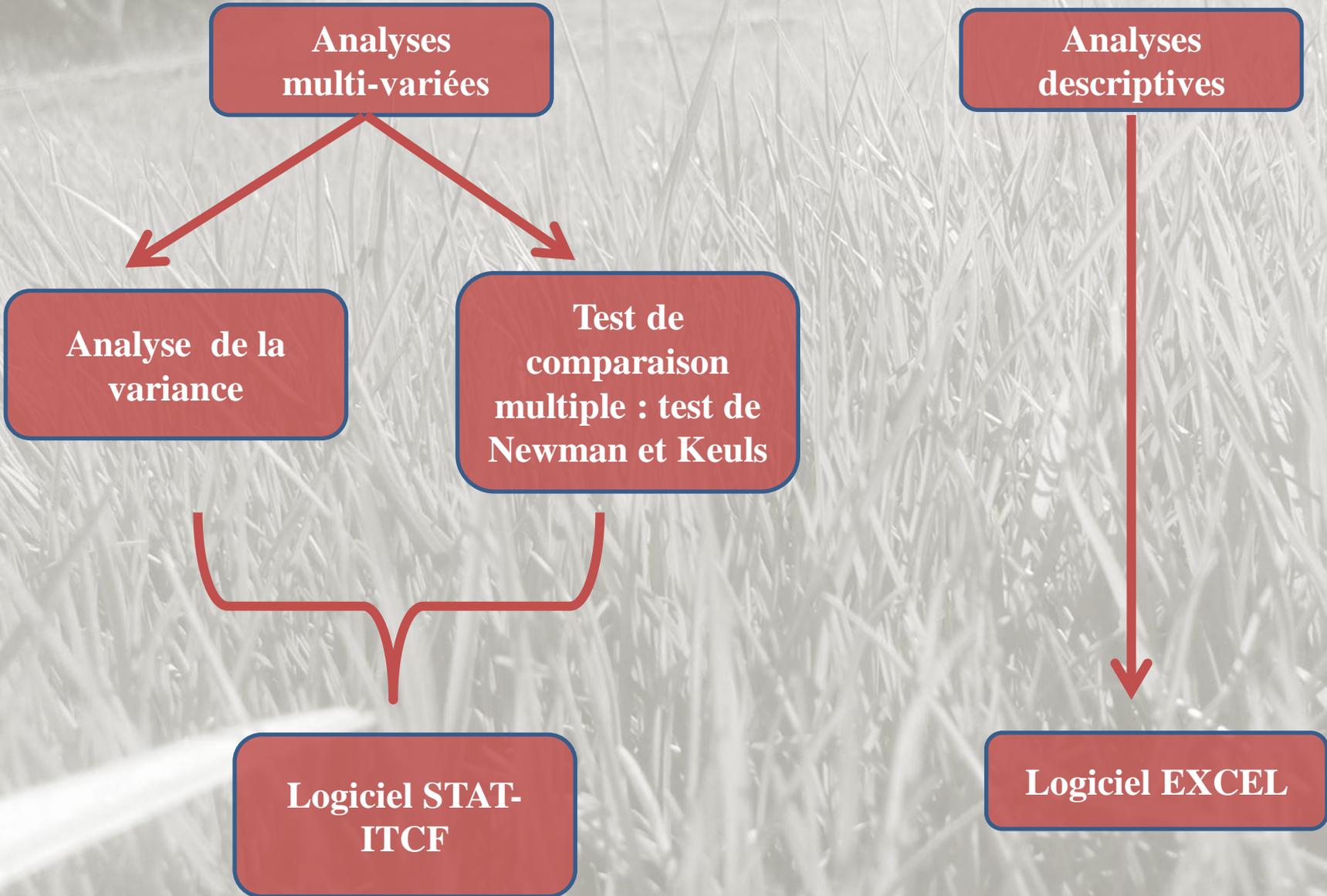
**Analyses
descriptives**

**Analyse de la
variance**

**Test de
comparaison
multiple : test de
Newman et Keuls**

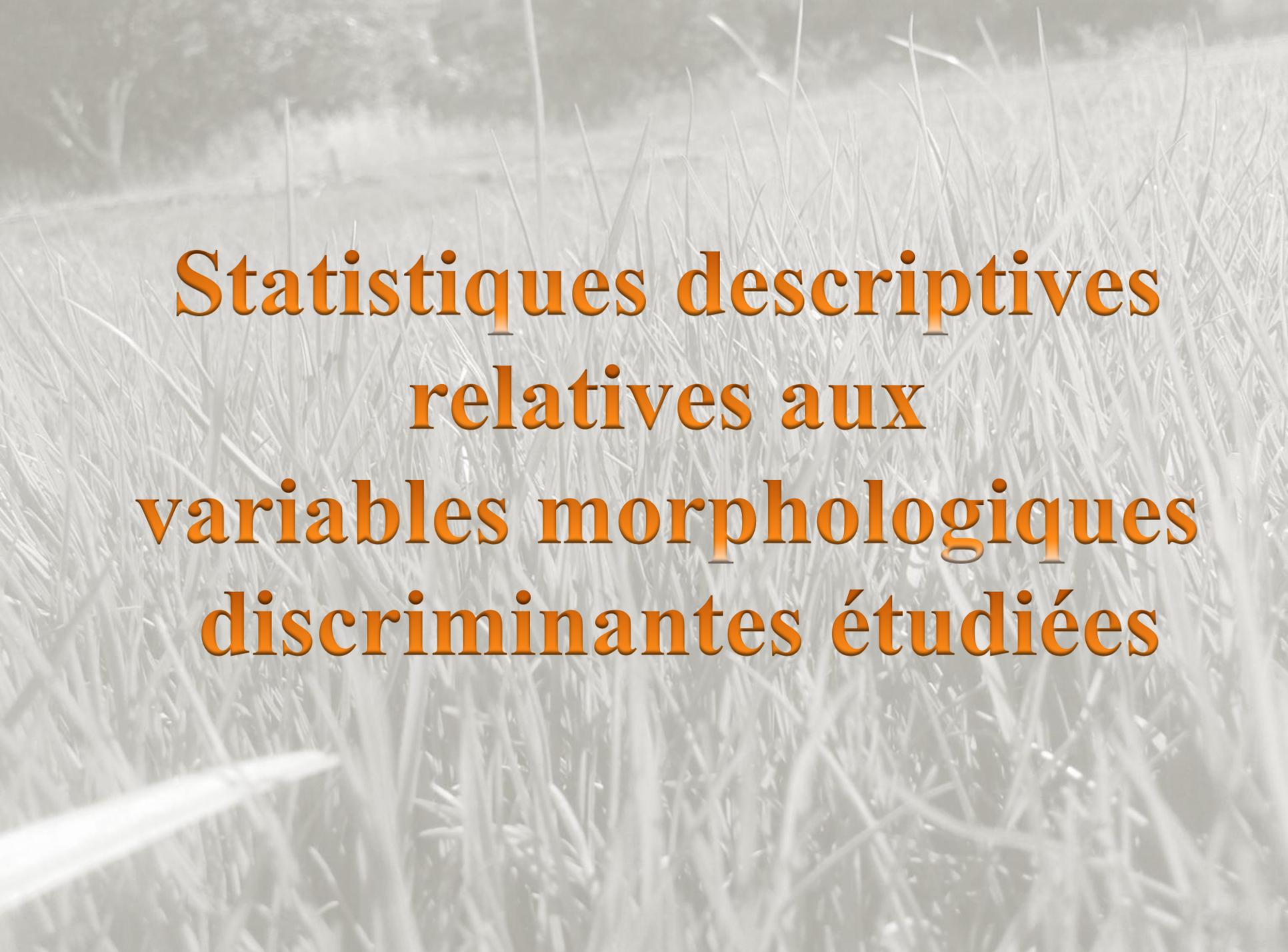
**Logiciel STAT-
ITCF**

Logiciel EXCEL



A photograph of a field of tall, thin grasses, possibly a meadow or a field of reeds, with a soft, slightly blurred background. The text "Résultats et discussions" is overlaid in the center in a bold, orange font.

Résultats et discussions



**Statistiques descriptives
relatives aux
variables morphologiques
discriminantes étudiées**

L'analyse de la variance a concerné les paramètres suivants :

Paramètre de levée:(faculté germinative et période de levée)

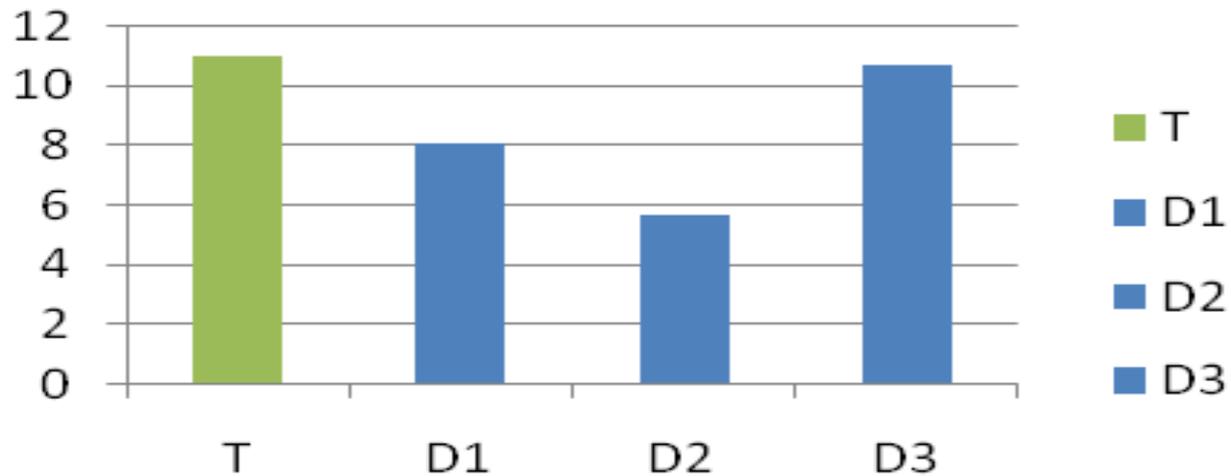
Paramètre de croissance : hauteur des plantes (développement foliaire)

Observation et suivi de la longueur des racines. (Développement radiculaire)

Rapport hauteur des plantes longueur des racines.

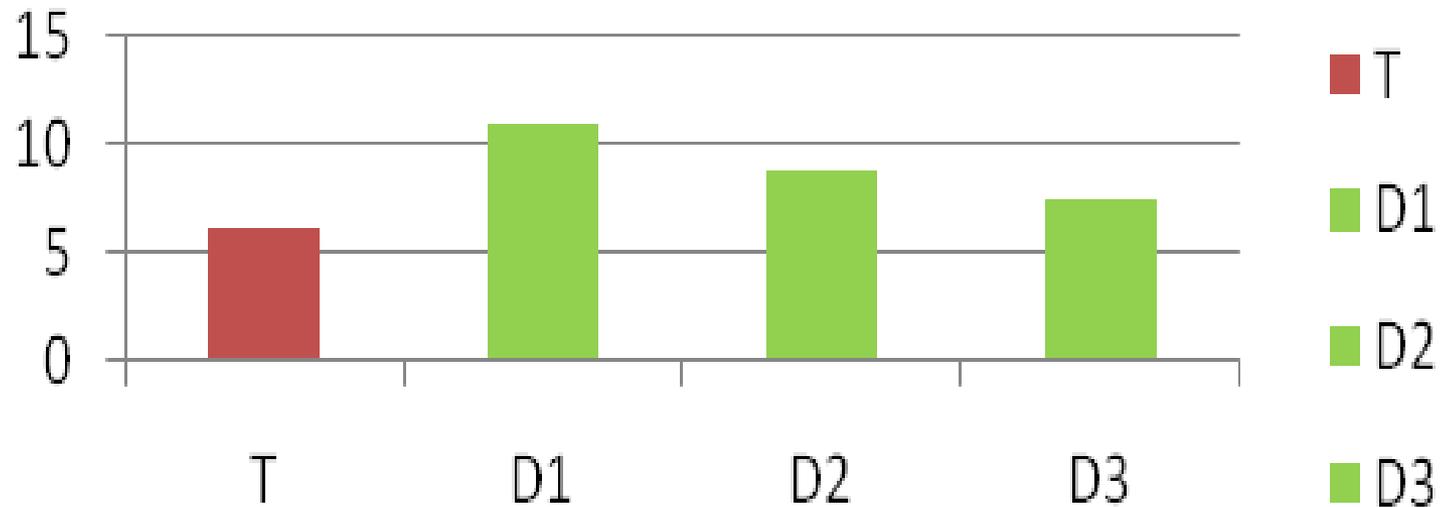


Période de levée (PeLv)



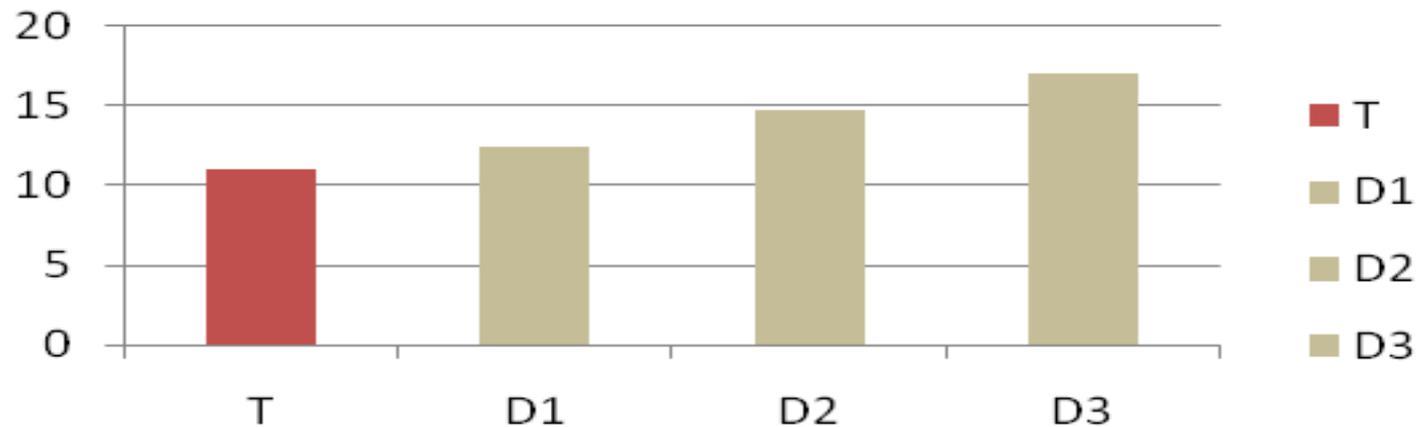
Histogramme établi sur la base de la variables : période de levée (PeLv)

Hauteur des plantes (HaPl)



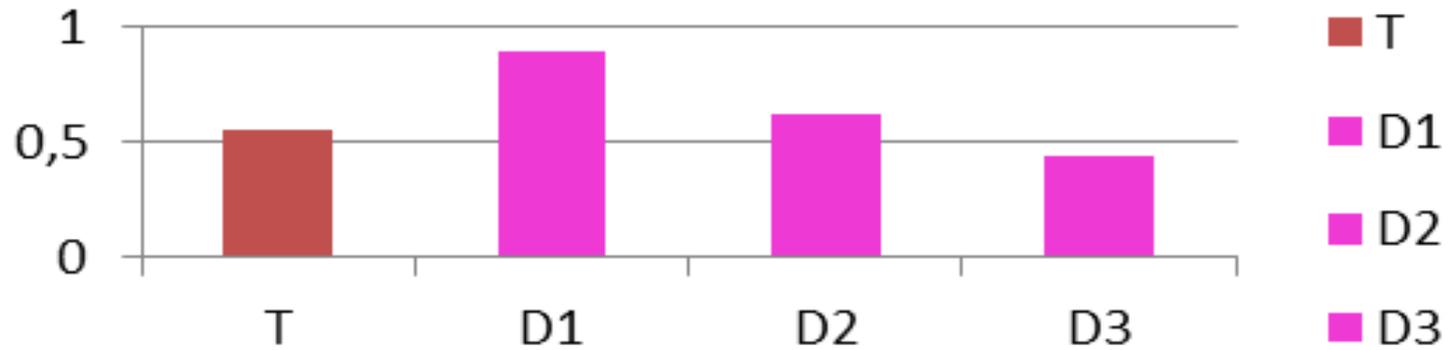
Histogramme établi sur la base de la variables : hauteur des plantes (HaPl)

Développement radiculaire (LoRa)



Histogramme établi sur la base de la variables : longueur des racines (LoRa)

Indice de croissance HaPI/LoRa



Histogramme établi sur la base de la variables : hauteur des plantes/longueur des racines

A photograph of a field of tall, thin grasses, possibly a meadow or a field of wildflowers, with a soft, slightly blurred background. The word "Conclusion" is written in a large, orange, serif font with a slight shadow effect, centered in the middle of the image.

Conclusion

Le but de cette étude est le développement des herbacées et particulièrement le gazon qui joue un rôle important dans notre vie. Pour cela, un apport hormonal a été appliqué suite à un travail de prospection, Cette recherche a permis de distinguer l'ensemble des caractères analysés

A ce titre, le suivi du comportement des différents spécimens regroupés en collection permettra d'étudier la variabilité de croissance des herbacées dans des conditions de culture similaires et révélera sans doute des doses d'hormone intéressantes à des fins d'amélioration végétale.

L'ensemble des résultats acquis dans le cadre de cette étude représente un apport significatif au plan scientifique comme au plan technique au niveau des travaux de valorisation et l'introduction des nouvelles techniques de la biotechnologie se basant essentiellement sur l'utilisation des hormones végétales.

On peut donc constater que les trois doses d'hormone de croissance administrées au gazon avec différentes concentrations ont permis de donner des résultats adaptés à chaque paramètre étudié.

Ce sont donc des doses que l'on peut utiliser pour les herbacées et ce au vu de l'objectif assigné, à savoir

le développement foliaire

le développement racinaire

ou le cas échéant le rapport aérien et souterrain

on peut donc constater que cet apport hormonale donne des perspectives d'avenir Et de ce fait les proposer comme des doses référenciées.

Merci pour votre attention