

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences de la Nature et de Vie

Département de biotechnologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master Académique en sciences de la nature et de la vie

Option : Phytopharmacie appliquée

**ÉVALUATION DE LA BIO ÉFFICACITÉ DES PHYTOFORTIFIANTS
FORMULÉES ET HOMOLOGUÉES SUR LA VIGUEUR ET
L'ENTRETIEN DU GAZON NATUREL CAS DU RAY-GRASS
ANGLAIS, *LOLIUM PERENNE L* VAR DANS LA REGION DE
MITIDJA**

Soutenu et présenté

Par **DJELLOUDI Abdelkrim**

Devant le jury composé de :

M. AROUN	MAA	USDB1	Président
DJAZOULI Z.E.	MCA	USDB1	Promoteur
Mme BABA AISSA	MCB	USDB1	Examinatrice
Mme. BRAHIMI	Doctorante	USDB1	Examinatrice

Année universitaire : 2013-2014

Dédicaces

Je dédie ce mémoire tout d'abord à mes très chers parents, Abdelkader mon père, que Dieu Tout Puissant accueille le défunt en Son Vaste Paradis, et Saadia ma mère qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A ma femme Meriem et à mon fils Abdelkader Mohamed Mouad.

A mes frères et mes sœurs, Halim , Redoine ; Nadia, Mahdia, Saliha, Chafika.

A tous mes enseignants et formateurs de L'USDB, et expert de la société SIS ; Daniel, Carlos riech et Carlos salgado, Joao, Andrew, de Lisbonne.

Aux étudiants et futurs MASTER, et surtout Belaidi Amina, et mohamed

A monsieur le président de la fédération algérienne de football, Mr Mohamed Raouraouia qui m'a donné cette occasion et mon directeur du centre technique national du football Fellahi Lakhdar

A toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu pour la réalisation de ce mémoire.

DJELLOUDI Abdelkrim

**EVALUATION DE LA BIO EFFICACITÉ DES PHYTOFORTIFIANTS SUR LA
VIGUEUR ET L'ENTRETIEN DU GAZON NATUREL :
CAS DU RAY-GRASS ANGLAIS, *LOLIUM PERENNE L* VAR DANS LA RÉGION DE
LA MITIDJA**

Résumé :

L'objectif de notre travail est d'étudier l'incidence d'un phytofortifiants à base lombricompost

L'étude a porté sur l'effet comparé des phytofortifiants sur la vigueur et l'état phytosanitaires du gazon naturel cas ray grass anglais multi-variétale (*Lolium pérenne* var Citation flore 33 %, *Lolium pérenne* var Caddieshak 33%, *Lolium pérenne* var Stravinsky 34%). L'étude est réalisée dans les conditions naturelles au niveau de la pépinière dans Le Centre Technique National de Football de Sidi Moussa. Trois phytofortifiants ont fait l'objet du présent travail, il s'agit du Biofert, qui est un produit naturel issu de la dégradation des déchets ménagers sous l'action du ver de terre anécique et l'Algasmart et Spéciale Care Fort, se sont bioactivateurs homologués à base d'extraits d'algues marines.

Les résultats de cette étude ont montré que tous les phytofortifiants expérimentés ont eu un effet contrasté sur l'expansion des surfaces foliaires « phytomasse » et la santé du ray grass anglais, à savoir la capacité germinatif et la croissance des deux parties aériennes et racinaires dont le Biofertilisant et Spéciale Care, sont les plus productifs en termes de phytomasse. Concernant le taux d'infestation par les maladies cryptogamiques, la rouilles et la rouille couronnées sont très fréquentes et touchaient les majorités des thalles du ray grass anglais suivi par helminthosporiose puis le dollar spot en en fin le fil rouge Les résultats montrent que le Biofertilisant est le seul bioproduct qui à empêché l'installation des deux maladies, le fil rouge et le dollar sport.

Mots Clés :

Biofertilisant, Phytofortifiants, Phytomasse, Ray grass anglais

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIO PHYTOFORTIFIANTS MADE AND APPROVED ON THE FORCE AND MAINTENANCE OF NATURAL GRASS CASE ryegrass, Lolium perenne L VAR IN THE REGION OF MITIDJA

Summary:

The objective of our work is to study the impact of a phytofortifiant based vermicompost on plant vigor and condition of natural grass where perennial ryegrass.

The study focused on the effect compared phytofortifiant formulated (biofertilisant), which is a natural product derived from the degradation of household waste under the action of worm anecic earth contains very beneficial to plants organic compounds (hormones, amino acids, sugars, organic acids. approved with two fertilizer of seaweed extracts (Algasmar) and (special care) on the physiology and plant health natural grass case of multi-perennial ryegrass varieties (Loliumperennevar Quote flora 33% Lolium perenne var Caddieshak 33% Lolium perennevar Stravinsky 34%).

The results of this study showed that all experienced fertilizers had a mixed effect on the expansion of leaf surfaces "phytomass" and health ryegrass, has to have the ability germination and growth of both shoot and root is very important in Biofertilisant and Special Care, followed by Alguasmar well after the analysis of variance results also show that time has a very highly significant effect on the force of natural grass two weeks after foliar treatment and on the rate of infestation by fungal diseases, rust and rust crowned are very frequent and touched the majority of frond ray ryegrass followed by blight and dollar spot in the end the red wire, in this case that is Biofertilisant is the product has not impacted by two disease red thread and dollar sports.followed by a crown rust

Keywords:

Biofertilisant ,Phytofortifiants, Phytomasse , Perennial ryegrass

□□□ □ □□□ □□□ (phytofortifiant) □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□
□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □ □□□□□□□□

في منطقة متيجة

:□□□□

الهدف من عملنا هو دراسة تأثير المحفزات الطبيعية (phytofortifiant), الأسمدة الحيوية :
vermicompost : على قوة نمو النبات وحالة العشب الطبيعي و وضعه الصحي.

وركزت الدراسة التي امامنا و الذي اعتمدت مقارنة الأسمدة الحيوية و تأثير صياغتها ,
(Biofertilisant), و هو نتاج طبيعي مستمد من تدهور النفايات المنزلية في إطار عمل مفيد جدا
من دودة الأرض (anecic), وهو يحتوي أيضا على للنباتات المركبات العضوية (الهرمونات،
الأحماض الأمينية والسكريات والأحماض العضوية كما وافق مع اثنين من الأسمدة وعصائر
الأعشاب البحرية (Algamar) و (Speciale Care) كما يحتوي العشب الطبيعي على أصناف
متعددة.

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن جميع الأسمدة شهدت له تأثير مختلط على توسيع سطوح
الأوراق "phytomass" و الصحة ونمو نمو النبات , وكذلك قدرة الجذور; Biofertilisant و Speciale
Care , تليها جيدا Alguasmar بعد تحليل النتائج تبين أيضا أن التباين الوقت له تأثير كبير جدا على
درجة عالية من القوة من العشب الطبيعي بعد أسبوعين من العلاج ; التسميد الورقي وعلى
معدل الإصابة بالأمراض الفطرية و الصدأ rouille والصدأ توج Rouille couronnées هي متكررة
جدا ومست غالبية الكتلة النباتية العشب الطبيعي وبعد تليها اللفحة والدولار بقعة Dollar spot
في نهاية fil Rouge السلك الأحمر، في هذ الحالة التي هو المنتج Biofertilisant لم تتأثر اثنين
المرض الخيط الأحمر fil Rouge والدولار بقع

□□□□□□□□ □□□□□□□□:

Biofertilisnt ,Phytofortifiants, Phytomasse , Perennial ryegrass

SOMMAIRE

Annexes

	INTRODUCTION	GENERALE
Liste des figures		1
Liste des tableaux		
Liste des abréviations	Chapitre 1 :	Synthèse
bibliographique.....		3
1. Présentation du gazon (=pelouse).....		3
1.1. Définition d'un gazon.....		3
1.2. Les différents types de graminées à gazons.....		3
1.3. Principaux critères de choix de la semence		4
1.3.1. Choix selon les contraintes du milieu.....		4
1.3.2. Choix selon la qualité esthétique.....		5
1.3.3. Choix selon l'intérêt économique.....		6
1.3.4. Choix selon la résistance au piétinement.....		6
1.4. Classification des gazons		7
1.5. Le ray-grass anglais et ses caractéristiques.....		7
1.5.1. Description.....		8
1.5.2. La vulnérabilité et les faiblesses du ray-grass		10
1.5.2.1. Stress associés à l'hiver.....		10
1.5.2.2. Induction de la tolérance au gel.....		11
1.6. Le processus d'acclimatation au froid.....		12
1.7. Acquisition de la tolérance au gel.....		12
1.8. Changements biochimiques induits par l'acclimatation au froid		14
1.8.1. Les composés cryoprotecteurs carbonés et azotés.....		15
1.8.2. Les hydrates de carbone non structuraux		15
1.8.3. Les sucres solubles		16
1.8.4. Les fructanes		16
1.8.5. Les acides aminés		17
1.8.6. La proline		18
2. Entretien du gazon pelouse.....		18
2.1. Gestion de l'arrosage		19
2.2. Tonte		19
2.2.1. Hauteur de tonte.....		20
2.2.2. Fréquence de tonte		21
2.3. Exigences pédo-nutritionnelles.....		22
2.3.1. Potentiel Hydrogène (pH)		22
2.3.2. Taux de Matière Organique.....		22
2.3.3. Capacité d'Echange Cationique (CEC).....		23
2.3.4. Le rapport C/N		23
2.3.5. Les teneurs en éléments nutritifs et oligo-éléments.....		23
2.4. Désherbage.....		24
2.5. Le dé moussage.....		26
2.6. L'aération.....		26
2.6.1. L'aération à louchets creux (carottage).....		26
2.6.2. L'aération à lames (scarification).....		27
2.7. Le décompactage.....		29

2.8. Sablage ou top dressing.....	30
3. Etat phytosanitaires des maladies et ravageurs des pelouses	31
3.1. Maladies cryptogamiques.....	31
3.1.1 <i>Rhizoctonia</i> spp (Brown Patch) ou la plaque brune.....	32
3.1.2. <i>Sclerotonia homoeocarpa</i> (Dollar Spot)	33
3.1.3 <i>Helminthosporium</i> spp. (LeafSpot).....	34
4. Ravageurs ;.....	35
4.1. <i>Melolontha melolontha</i> (Hanneton Commun).....	35
4.2. Pyrale des prés.....	37
Chapitre 2 : matériel et méthodes.	38
1. Présentation et climat de la région d'étude.....	38
2. Présentation de site d'étude.....	40
3. Matériel d'étude.....	41
3.1. Obtention de la pépinière du ray grass anglais <i>Lolium pérenne L.var</i>	41
3.2. Présentation des phytofortifiants.....	41
3.3. Méthodes d'étude	42
3.4. Estimation du taux de germination	42
3.5 .Estimation de la croissance végétale.....	43
3.6 .Estimation de la vigueur	43
3.7 Estimation des taux d'infestation des maladies cryptogamiques.....	45
4. Analyse statistique des données.....	45
Chapitre 3 : résultats	46
1. Effet des différents phytofortifiants sur la capacité germinative du ray grass anglais <i>Lolium pérenne L.</i>	46
2. Effet des différents phytofortifiants sur la croissance de la partie aérienne, du ray grass anglais <i>Lolium pérenne L.var</i>	47
3. Effet des différents phytofortifiants sur la croissance racinaire du ray grass anglais <i>Lolium pérenne L.var.</i>	48
4. Effet des différents phytofortifiants sur la vigueur du gazon naturel, du ray grass anglais <i>Lolium pérenne L.var.</i>	50
5. Effets des biofertilisant sur les maladies cryptogamiques du ray grass anglais <i>Lolium pérenne</i>	51.

Chapitre 4 : Discussion	55
1.Effet des phytohormones sur la production des phytomasses	55
1.1. Effet des différents phytohormones sur la capacité germinative du ray grass anglais Lolium pérenne L.	55
1.2. Effet des différents phytohormones sur la croissance végétale du ray grass anglais Lolium pérenne L.var.	56
1. Effet des phytohormones sur l'état phytosanitaires.....	56
CONCLUSION	59
Références bibliographiques	60

Liste des abréviations

FAF : Fédération Algérienne De Football

LT50 : Lethal temperature killing 50% of the plants

C3 : métabolisme

Fe : fétuque rouge

Pp : pâturin de prés

Fo : fétuque ovine

Rft : fétuque rouge tracante

Rga : ray grass anglais

fRg : fétuque rouge gazonnante

pc : pâturin commun

fr1/2 t: fétuque rouge demi traçante

F1 : fléole

Ast : agrostis stolonifère

At : agrostis tenue

Helmt : helmenthosporiose

Roui : rouille

Rouicor : rouille couronnées

Dolspot : dollar spot

filR : fil rouge

ONM: Office national de métrologique

ETRHB haddad :spa entreprise par action travaux

CTNF:Centre Technique National de Football

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Présentation du gazon (=pelouse)

1.1. Définition d'un gazon

Legazon, appelé aussi pelouse, est une surface semée densément d'herbes fines sélectionnées, rasés vivaces appartenant aux graminées. Grâce à la tonte effectuée régulièrement, ces plantes sont maintenues à l'état végétatif ce qui veut dire qu'elles ne peuvent ni fleurir ni faire des graines comme le fait le blé par exemple. C'est ainsi que l'on obtient un tapis herbacé vert, dense et régulier (Collignon, 2007).

1.2. Les différents types de graminées à gazons

La famille des graminées, également connue sous le nom de Poaceae, regroupe plus d'une dizaine de milliers d'espèces végétales. De par sa grande diversité, cette famille représente un des systèmes les plus complexes dans la nature, alors que les espèces qui la composent évoluent depuis au moins soixante-dix millions d'années (Budak et coll., 2004).

D'ailleurs, les graminées forment la famille de plantes à fleurs la plus exploitée par l'homme, puisqu'elle comprend toutes les céréales majeures, tel que le blé (*Triticum aestivum* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* L.), le riz (*Oryza sativa* L.), le millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br), le sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) et le maïs (*Zea mays* L.), ainsi que de nombreuses espèces de plantes fourragères d'une grande valeur tant du point de vue économique que de l'exploitation agricole durable (Hanson et coll., 1969).

Les graminées à gazon forment un groupe hétérogène d'espèces, rassemblant une trentaine d'espèces annuelles et pérennes. Bien qu'elles n'aient été domestiquées que récemment, comparativement aux autres graminées, les graminées à gazon sont couramment employées dans les mélanges pour gazon utilisés à travers le monde (Budak et coll., 2004). Ces espèces se divisent en deux groupes principaux dont la classification se base principalement sur leur adaptation aux températures observées dans diverses régions géographiques.

Le premier groupe comprend des espèces, les « **cool-season turfgrasses** », de croissance optimale dans une gamme de températures variant de 18 à 24°C et favorisant la voie métabolique en C3 pour l'assimilation photosynthétique du CO₂. Il est composé d'espèces adaptées à des régions climatiques tempérées, froides et humides. Ce groupe inclut les espèces des genres *Poa*, *Agrostis*, *Festuca* et *Lolium*. Parmi elles, certaines espèces comme le :(*Poa pratensis* L.), (*Agrostis stolonifera* L.) et (*Agrostis capillaris* L.) ont une meilleure capacité pour tolérer le gel et peuvent donc être introduites dans des régions climatiques nordiques. (Leon T.et Lucas,1996).

Les graminées à gazon du deuxième groupe, les « **warm-season turfgrasses** », ont une température optimale de croissance se situant entre 27 et 35°C, et sont adaptées aux régions climatiques subtropicales et tropicales. Ces régions aux températures chaudes sont caractérisées par des sols infertiles et des précipitations fréquentes mais qui ne pénètrent pas dans le sol en profondeur. Elles favorisent l'adaptation d'espèces qui ont un métabolisme photosynthétique de type C4. On retrouve entre autres dans ce groupe des espèces des genres *Zoysia*, ainsi que d'autres espèces comme le chiendent pied de poule (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), le chiendent de bœuf (*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze) et l'herbe centipède (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.). Les espèces des deux groupes de graminées à gazon peuvent être établies dans des zones dites de transition entre les deux extrêmes climatiques. Toutefois, elles deviennent davantage sujettes à des agressions environnementales n'étant pas nécessairement bien adaptées à ces milieux (Bertrand et coll., 2013).

1.3. Principaux critères de choix de la semence

Les différents types de pelouses sont obtenus en semant des gazons composés de plusieurs espèces de graminées aux caractéristiques complémentaires à choisir en fonction de nombreux critères. Ces critères concernent aussi bien l'adaptation des espèces aux contraintes de milieu que l'aspect esthétique et la résistance au piétinement, ou que les aspects économiques liés à l'entretien et à la pérennité. Des différences importantes existent entre espèces, il est donc important de hiérarchiser les espèces selon ces différents critères. (Stier et Fei, 2007).

1.3.1. Choix selon les contraintes du milieu

Selon (Hanson et coll., 1969), Les différences de comportement existantes entre espèces permettent de répondre de façon plus au moins efficace aux contraintes de sécheresse, de froid, de submersion, d'ombre, voire de salinité.

- **Sécheresse**, Fétuque ovine, fétuque élevée, fétuque rouge gazonnante et demi-traçante sont les plus résistantes, les agrostis sont les moins résistants.
- **Submersion**, Fétuque élevée et agrostis stolonifères résistent le mieux à des immersions longues.
- **Salinité**, Fétuque rouge demi-traçante et fétuque élevée résistent bien.
- **Froid**, Fléole, agrostis et pâturin des prés sont les plus résistantes, le ray-grass anglais est une des espèces les moins résistantes.
- **Ombre**, Toutes les espèces souffrent de l'ombre, cependant certaines résistent mieux. Les mieux adaptées sont le pâturin commun, les fétuques rouges, les agrostis puis le ray-grass anglais.

1.3.2. Choix selon la qualité esthétique

Selon le catalogue français (**GNIS**). L'aspect esthétique d'une graminée à gazon se mesure essentiellement par la finesse, la densité du feuillage, mais aussi par la capacité de la pelouse à rester verte en été. La couleur peut également être considérée comme un critère d'appréciation de la qualité esthétique de la pelouse (Fig.1). Ce critère est cependant variable selon les individus, les pays, les régions et l'ensoleillement. (Anonyme, 2012).

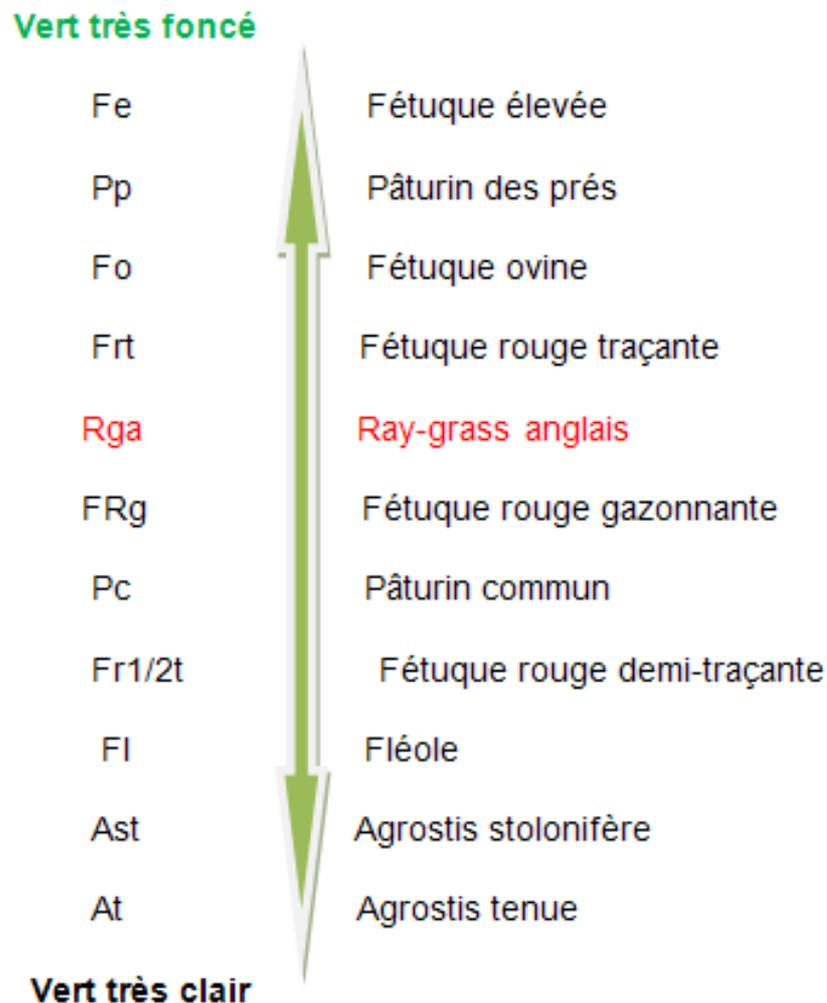


Figure 1: Schéma montrant la qualité de quelques espèces de graminées, selon les couleurs (Anonyme, 2010).

D'après le **G**roupement **N**ational **I**nterprofessionnel des **S**emences et **p**lants-pédagogie ;(Anonyme, 2010) le choix est basé sur :

1.3.3. Choix selon l'intérêt économique

Les critères économiques prennent d'autant plus d'importance que les surfaces à engazonner et à entretenir sont importantes. Ces critères concernent aussi bien des critères liés à l'installation de la pelouse qu'à des critères liés à son entretien.

- **La vitesse d'implantation**, ainsi, une espèce s'installant rapidement limitera le développement des mauvaises herbes et réduira les coûts de désherbage. Le Ray-grass anglais est l'espèce gazon qui s'installe le plus rapidement, la fétuque élevée et le pâturin des prés étant les plus lentes.

- **La résistance aux maladies**, la résistance aux maladies est également un critère important, notamment en climat océanique. Fil rouge, rouille... réduisent la durée de vie des gazons, altèrent l'esthétique de la pelouse et nécessitent des rénovations fréquentes. Certaines espèces sont globalement plus sensibles aux maladies que d'autres, même si la sélection variétale a fait d'énormes progrès sur ce critère. Des espèces sont ainsi naturellement moins malades, comme la fétuque élevée et l'agrostis stolonifère.

- **Vitesse de pousse et masse végétale**, la vitesse de pousse conditionne la fréquence de tonte mais également les quantités de déchets verts collectés et les coûts de travail, de carburant, de transport, de traitement qui leur sont attachés. Là encore, des différences importantes existent entre espèces. Ainsi, en matière de masse de feuillage, le pâturin des prés et la fétuque ovine produisent peu ; la fétuque élevée est la plus productive. Bien que traditionnellement considéré comme une espèce produisant beaucoup de masse végétale, le ray-grass anglais gazon est devenu une des espèces les moins poussantes grâce aux progrès apportés par la sélection.

1.3.4. Choix selon la résistance au piétinement

La résistance au piétinement est de plus en plus recherchée pour les pelouses : les citadins acceptent de moins en moins les espaces verts fermés et les panneaux "pelouses interdites" disparaissent. Pour les terrains de sport, il faut compléter cette indispensable résistance au piétinement par une résistance à l'arrachement, très importante pour les conditions de jeux hivernales. Si la fléole est très bien adaptée, sa difficulté d'implantation et les faibles quantités de semences disponibles font qu'elle est très peu utilisée, d'autant plus que le ray-grass anglais, qui se comporte également très bien, possède d'autres qualités notamment en matière de finesse du feuillage. Arrivent ensuite la fétuque élevée et le pâturin des prés eux aussi souvent utilisés dans les compositions pour terrains de sport (Anonyme .2010).

1.4. Classification des gazons

Thierry (2010), distingue 3 types de gazons à savoir :

- **Gazons fins d'agrément**, Gazon de particuliers, soigneusement entretenus (tontes, arrosages, fumures], et couvrant des surfaces relativement faibles. La qualité essentielle recherchée est alors l'esthétique (finesse et belle couleur). Espèces fines, donnant un gazon dense et présentant un aspect vert le plus longtemps possible sur l'année, fétuque rouge gazonnante, fétuque rouge demi-traçante, fétuque ovine durette, agrostis commune.

-**Gazons "espaces verts"**, Couvrent des surfaces plus importantes : jardins publics, espaces verts urbains, bordures d'autoroutes, aérodomes, abords d'usine, etc... Cas particuliers : .fixation de dunes et de talus, terrain de camping (en sol salé ou non salé) , enherbement des pistes de skis. Généralement ces gazons seront plus grossiers, plus faciles à établir. La qualité recherchée est la rusticité. Pour les pelouses pour espace vert urbain, plaine de jeux, terrain de camping, deux espèces, Ray Grass anglais, fétuque élevée.

-**Gazons pour terrains de sport**, Terrains de football, rugby etc. Le gazon devra être résistant au piétinement et à l'arrachement et très fin. Préférez le ray grass anglais, fléole diploïde, fétuque élevée, fétuque rouge gazonnante, fétuque rouge ½ traçante, paturin des prés. Parcours de golf, cours de tennis. Le gazon devra être très dense, et très fin.

En fait, cette classification, pour commode qu'elle soit, est très imparfaite. Elle peut être discutée. Ainsi les gazons "Espaces verts" de certains jardins publics, et surtout les gazons de certains terrains de sport (golf, tennis) sont souvent plus "fins" et plus décoratifs que les gazons de particuliers. Ces derniers sont en fait extrêmement variés. Mais quelque soit le rythme des coupes et de degré d'entretien des gazons de particuliers, ce sont généralement les espèces fines, au développement relativement réduit, qui donneront les meilleurs résultats. En définitive, 1e choix des espèces devra être fait en fonction du type de gazon désiré, mais aussi en fonction de l'adaptation des différentes espèces au sol, au climat, etc.

1.5. Le ray-grass anglais et ses caractéristiques

Le ray-grass anglais (*Lolium pérenne* L.), une herbacée pérenne de la famille des Poacées. Cette espèce est originaire du croissant fertile et son aire de répartition s'est étendue, via les activités humaines, à l'ensemble des régions tempérées du monde. C'est une espèce diploïde ($2n=14$) (Prosperi et al., 1995).

Cette espèce est la plus couramment cultivée dans les prairies des zones tempérées en raison de sa valeur alimentaire (digestibilité / digestibilité) pour les herbivores, son installation rapide et sa résistance à la défoliation et au piétinement. En revanche, la production est très fortement ralentie dès que les températures dépassent 25°C et que la contrainte hydrique est trop importante. Cette espèce fait l'objet de programmes d'amélioration génétique sur sa valeur agronomique (rendement et qualité), résistance aux maladies, au froid et à la sécheresse.

Le ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) est une espèce monocotylédone qui fait partie de la famille des Poaceae (Zhang et coll., 2006b). Provenant de l'Europe, de l'Asie et du nord de l'Afrique, cette espèce pérenne introduite sur le continent américain durant l'époque coloniale, est bien adaptée aux zones tempérées où les hivers sont froids et enneigés. Elle maintient une croissance optimale dans une gamme de températures se situant entre 20 et 25 °C (Thorogood, 2003). Le ray-grass est une espèce allogame, c'est-à-dire à pollinisation croisée, qui offre une grande variabilité génétique à l'intérieur ainsi qu'entre les populations (Hoffman et coll., 2012).

Il existe, actuellement, 146 variétés de ray-grass anglais fourrage au catalogue français (**GNIS**). De plus, le ray-grass anglais est aussi la graminée par excellence pour l'utilisation en gazon. Les variétés gazon, se distinguent des variétés fourrages par leur morphologie aérienne : des feuilles plus fines et de longueurs plus petites, ainsi qu'une densité de talles supérieure (Anonyme, 2008).

1.5.1. Description

Le Ray-grass Anglais (*Lolium perenne* L. var) 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. Cette espèce est originaire des régions tempérées et chaudes de l'ancien monde: Afrique du Nord (du Maroc à l'Égypte), Europe continentale de la Scandinavie à la Grèce et du Portugal à la Roumanie et l'Ukraine, Asie occidentale (Turquie, région du Caucase, Moyen-Orient, péninsule Arabique) et sous-continent indien (Inde, Pakistan), (Amandine, 2003).

Elle s'est largement naturalisée dans toutes les régions tempérées du globe, notamment en Amérique et en Australie. C'est une espèce plus résistante au froid que le ray-grass d'Italie. On la trouve en plaine et en montagne jusqu'à 1200m d'altitude environ. À l'état végétatif, les plantes se composent de talles constituées chacune de pseudo tiges réduites (plateau de tallage) qui portent les feuilles et les racines. Les feuilles adultes se composent d'une gaine enveloppante et d'un limbe étale, séparés par une ligule courte et membraneuse. Les feuilles sont emboîtées les unes dans les autres, la plus âgée étant la plus externe. La feuille en croissance forme un tube cache dans la gaine de la feuille précédente et son méristème est basal (Blair, 1997).

Sa croissance végétative est indéterminée et sa morphogénèse arienne est variable, selon les génotypes (Ghesquiere et al., 1994) et les conditions environnementales, notamment la lumière (Nelson, 2000) et la défoliation (Hazard et al., 2001). En particulier la défoliation modifie le tallage (Cullen et al., 2006) et diminue la longueur des feuilles (Lee et al., 2008), sous l'action, notamment, de réponses éco-physiologiques liées à la quantité et la qualité de la lumière (Matthew et al., 2000).

Le ray-grass anglais est allogame avec un système d'auto incompatibilité gamétophytique. La date de floraison montre une variabilité génotypique importante (de mai à juillet dans l'hémisphère nord) et une forte héritabilité. Les fleurs, dont le pollen est dispersé par le vent, sont hermaphrodites, verdâtres, et regroupées en épi, forme de nombreux épillets à arrangement distique appliqués contre le rachis de l'épi. Le fruit est un caryopse vêtu de glumelles contenant la graine (appelée aussi amande).

Le ray-grass anglais, pur ou associé à du trèfle blanc, est une des graminées fourragères les plus utilisées en France. Facile d'implantation et d'une excellente valeur alimentaire, le ray-grass anglais est la graminée à privilégier dans les zones à pluviométrie régulière, une part importante de ses surfaces concerne la Bretagne et la Basse-Normandie, deux grandes régions d'élevage où les températures sont douces et où la pluviométrie est régulière. D'ailleurs, le ray-grass anglais pousse à l'état naturel dans les prairies permanentes de nombreuses régions humides (Lam et al 2001).

Bien qu'il existe des variétés de ray-grass fourragères tétraploïdes, le ray-gras utilisé pour ses caractéristiques de graminée à gazon possède un génome diploïde ($2n = 2x = 14$). Compte tenu de sa polyvalence, le ray-grass est couramment employé dans les mélanges à gazon et connaît une popularité mondialement grandissante grâce à ses divers attributs (Ghariani et coll., 2004).

Dû à sa germination rapide tant dans un sol acide qu'alcalin (pH entre 5,1 et 8,4), le ray-grass s'établit rapidement en sols fertiles et humides et sa croissance vigoureuse lui permet de faire concurrence aux mauvaises herbes (Hulke et coll., 2008), en formant un tapis de verdure très dense (Waldron et coll., 1998b). Il possède en plus de ses caractéristiques esthétiques, un système racinaire développé qui favorise une bonne structure du sol tout en permettant de prévenir l'érosion (Ghariani et coll., 2004).

Le ray-grass est également pourvu d'une résistance remarquable aux coupes fréquentes et au piétinement (Hoffman et coll., 2012), d'où son utilisation pour les gazons employés notamment pour les terrains résidentiels, récréatifs et sportifs, en particulier les terrains de golf (Hulke et coll., 2008). Comme plusieurs autres végétaux, il vit en symbiose avec des champignons endophytes (*Neotyphodium ssp.*) qui lui permettent de résister davantage aux stress causés par les insectes et les maladies (Zhang et coll., 2006b).

1.5.2. La vulnérabilité et les faiblesses du ray-grass

Bien que le ray-grass fasse partie des graminées possédant une bonne adaptation au climat des zones tempérées (Stier et Fei, 2007), il est sensible à divers stress abiotiques dont la sécheresse, ainsi que les températures extrêmes (chaud et froid). Il est d'ailleurs considéré, parmi les graminées à gazon des régions climatiques tempérées, comme étant particulièrement vulnérable aux basses températures (Ebdon et coll., 2002).

En effet, cette espèce ne possède pas un niveau adéquat d'adaptation pour survivre aux stress hivernaux dans les régions nordiques (Waldron et coll., 1998a; Hulke et coll., 2008). Par conséquent, malgré toutes ses caractéristiques intéressantes, l'utilisation de cette graminée dans ces régions demeure restreinte en raison des dommages hivernaux récurrents qui engendrent des coûts élevés pour le réensemencement, entraînent une érosion accrue du sol et augmentent l'établissement de mauvaises herbes (Webster et Ebdon, 2005).

1.5.2.1 Stress associés à l'hiver

En général, les graminées pérennes ont une bonne aptitude pour s'acclimater aux fluctuations de l'environnement (Casler et Duncan, 2003). Toutefois, durant la période hivernale, plusieurs espèces sont soumises à divers stress environnementaux mettant à l'épreuve leur habileté à survivre pendant cette saison. Ces facteurs limitant sont entre autres la dessiccation causée par le vent, le couvert de neige persistant, l'alternance de gel et de dégel, la faible intensité lumineuse diurne, ainsi que les basses températures (Humphreys, 1989a; Waldron et coll., 1998a).

La température s'avère être un facteur majeur affectant la distribution géographique des espèces (Stier et Fei, 2007). Elle affecte directement la croissance, le développement et la survie des espèces (Renaut et coll., 2005). Les températures qui se situent en dessous de la gamme requise pour une croissance optimale représentent une contrainte environnementale majeure. La survie des plants peut être affectée notamment par les températures froides près de 0°C, qui ralentissent le métabolisme de la plante. Par ailleurs, l'exposition à des températures gélives peut engendrer des dommages irréversibles pouvant causer la mortalité si les plantes ne sont pas suffisamment acclimatées au froid (Sutka et Galiba, 2003; Hulke et coll., 2008).

De plus, une hausse de la température induite par des fluctuations de températures peut survenir à la fin de la période hivernale. Elle pourrait avoir des impacts négatifs sur la survie des graminées pérennes, et ce, dû à une désacclimatation précoce favorisant l'augmentation de l'humidité dans les collets des plants, menant à la perte de la tolérance au gel, et qui ne peut être rétablie complètement par la plante durant la même saison (Bélanger et coll., 2002).

L'exposition des plants à divers stress environnementaux tels que les températures extrêmes et/ou la dessiccation causée par le vent, peut entraîner des dommages cellulaires et des stress oxydatifs perturbant l'homéostasie et l'équilibre ionique dans la cellule (Wang et coll., 2003). Suite à cette exposition, il peut survenir deux sortes de gel engendrant des dommages chez les plants. La première forme de gel se produit soudainement à des températures en dessous du seuil de surfusion. Ce gel intracellulaire engendre des dommages physiques irréversibles incluant la rupture des membranes cellulaires et la perte de perméabilité sélective. La seconde sorte de gel se produit de façon graduelle à des températures sous le point de congélation suite à la formation de cristaux de glace dans les espaces intercellulaires (Stier, 2003).

Cette formation de glace cause une chute de la pression de vapeur d'eau dans les espaces intercellulaires et entraîne la migration de l'eau à l'extérieur de la cellule selon un gradient de potentiel hydrique. La déshydratation induite par le gel s'intensifie rapidement avec l'abaissement des températures et s'accompagne d'une contraction de la cellule, et d'une concentration des solutés suite à la perte d'eau (Gusta et coll., 1980; Guy, 2003; Sutka et Galiba, 2003).

En réponse au gel, les cellules déshydratées subissent des dommages progressifs causés par la déstabilisation du système membranaire et de la dénaturation de protéines entraînant l'inhibition de la photosynthèse et de la respiration (Zhang et coll., 2006a).

L'ampleur des dommages hivernaux chez certaines graminées à gazon dépend de l'intensité et de la durée du stress que la plante subit, et peut également être déterminée par la variabilité génétique entre les espèces ou les cultivars (Bélanger et coll., 2002; Stier, 2003; 2007; Jan et coll., 2009).

1.5.2.2. Induction de la tolérance au gel

Vivant dans des environnements en constante évolution, les plantes ont développé des mécanismes afin de survivre aux conditions environnementales extrêmes, tel que les températures gélives. C'est par l'acclimatation au froid, un processus adaptatif complexe, que certaines espèces végétales arrivent à induire et à augmenter leur tolérance au gel (Guy et coll., 2008; Catalá et coll., 2011).

En conditions naturelles, lorsque l'hiver approche et que les températures et la photopériode s'abaissent graduellement, les espèces adaptées à l'hiver, telles que les graminées à gazon des régions froides, augmentent progressivement leur capacité à tolérer l'exposition aux températures gélives (Hanslin et Höglind, 2009).

Elles perçoivent d'abord les changements environnementaux qu'elles traduisent en signaux physiologiques et biochimiques. Après une période d'acclimatation à de faibles températures au-dessus du point de congélation, les plantes accumulent un certain nombre de composés cryoprotecteurs incluant des sucres solubles, des acides aminés et des protéines, qui minimisent les effets négatifs de la déshydratation induite par le gel (Dionne et coll., 2001a).

Une modification de l'expression des gènes durant cette période modifie la composition protéique et contribue au processus d'acquisition de la tolérance au gel dont le degré est en partie déterminé génétiquement (Ebdon et coll., 2002).

1.6. Le processus d'acclimatation au froid

Selon une étude effectuée dans l'état du Maine, la plupart des graminées à gazon adaptées aux régions froides, commencent leur acclimatation au froid en juillet et en août. Celle-ci augmente progressivement durant les mois qui suivent, pour ensuite atteindre un maximum en janvier (Stier et Fei, 2007). Ces processus se déroulent en deux phases successives :

La première phase d'acclimatation au froid est initiée par la diminution de la photopériode et l'abaissement des températures. Cette phase dure aussi longtemps que les températures demeurent sous le seuil de 10°C, et qu'elles n'atteignent pas le point de congélation. Durant cette première phase, la plante diminue sa croissance et commence à accumuler des composés cryoprotecteurs qui permettront de tolérer le gel.

La seconde phase d'acclimatation des plantes est celle de l'endurcissement. Elle se produit lorsque les plants sont exposés légèrement sous le point de congélation. Chez plusieurs espèces de plantes, cette phase d'endurcissement sous des températures gélives permet l'acquisition d'une tolérance au gel supérieure (Humphreys, 1989a; Hannah et coll., 2006; Trischuk et coll., 2006; Zhang et coll., 2006b; Livingston et coll., 2009; Espevig et coll., 2012).

Chez la luzerne (*Medicago sativa* spp. *sativa* L.) et chez le pâturin annuel (*Poa annual* L.), on rapporte un abaissement de la température létale pour 50 % des plants (TL50) de 10-15 °C suite à un endurcissement à des températures sous le point de congélation (Monroy et coll., 1993; Dionne et coll., 2001).

1.7. Acquisition de la tolérance au gel

Le processus d'acclimatation des plantes aux basses températures permettant d'accroître la tolérance au gel a été documenté chez plusieurs espèces (Webster et Ebdon, 2005; Guy et coll., 2008), incluant les graminées à gazon (Hoffman et coll., 2010; Bertrand et coll., 2013).

Selon Hannah et ses collaborateurs (2006), la tolérance au gel détermine l'aptitude d'une plante à survivre aux conditions hivernales rigoureuses. Il a d'ailleurs été rapporté dans la littérature par plusieurs auteurs, que le degré de rusticité des graminées pérennes est principalement influencé par la capacité des plantes à tolérer les agressions par le gel (Espevig et coll., 2011).

L'acquisition de la tolérance au gel est un phénomène complexe qui implique une multitude de gènes qui contribuent aux mécanismes requis par la plante afin de résister aux conditions hivernales sévères (Trischuk et coll., 2006; Ouellet, 2007). Le processus est en grande partie initié par la perception des basses températures via un mécanisme encore inconnu qui se situerait au niveau de la membrane plasmique (Han et coll., 2003; Gusta et coll., 2005).

Il est toutefois bien documenté que ce signal entraîne l'activation et la répression de l'expression de plusieurs gènes que l'on identifie comme les « gènes régulés par le froid » (cold-regulated genes). Ces modifications au niveau du transcriptome sont alors traduites par la cellule et entraînent une modification de la composition protéique et ultimement des changements au niveau de la structure physique (paroi cellulaire, système membranaire, cytosquelette, etc.) et de la teneur en métabolites cryoprotecteurs (Guy et coll., 2008; Bertrand et coll., 2013).

Ces nombreux changements physiques, biochimiques et physiologiques contribuent à augmenter la stabilité cellulaire lorsque la plante est exposée aux températures gélives (Espevig et coll., 2011).

Ils permettent à la plante de mieux tolérer la déshydratation induite par le gel en abaissant le point de congélation et en réduisant les pertes d'eau par l'accumulation de grandes quantités de solutés, mais surtout en stabilisant les macromolécules telles les protéines et les phospholipides sous des conditions de déshydratation cellulaire extrêmes permettant ainsi de conserver l'intégrité ultra-structurale et la perméabilité sélective de la cellule (Hoffman et coll., 2010; Espevig et coll., 2012; Bertrand et coll., 2013).

La tolérance au gel d'une plante est fortement influencée par le climat du lieu où elle a évolué et où elle s'est adaptée. Une classification des plantes basée sur leur capacité à tolérer le gel les divise en trois catégories : les plantes intolérantes à l'exposition aux basses températures (chilling sensitive), celles sensibles au gel et celles tolérantes au gel. Les plantes sensibles à une exposition à de basses températures subissent des dommages lorsqu'elles sont exposées à températures en dessous de 12 °C. Celles sensibles au gel tolèrent bien les basses températures, mais ont une capacité limitée à tolérer les températures gélives. Les plantes de la troisième catégorie ont une capacité supérieure à s'acclimater et à survivre aux températures sous le point de congélation (Sutka et Galiba, 2003).

À titre d'exemple, Trischuk et ses collaborateurs (2006) ont rapporté que le seigle (*Secale cereale* L.) développe une bonne tolérance au gel suite à une exposition à des températures inférieures à 10 °C., d'après Sutka et Galiba (2003), les plantes acclimatées sous ces conditions peuvent tolérer des températures aussi basses que – 30 °C. Le ray-grass anglais démontre par contre une plus grande sensibilité au gel et fait partie de la deuxième catégorie. Il est en fait la plus sensible de toutes les graminées à gazon des régions tempérées (Hisano et coll., 2004). Il a toutefois été démontré que la tolérance de cette espèce pouvait augmenter, par exemple, suite à une exposition constante à 2 °C (Hulke et coll., 2008).

De plus, une variabilité génétique pour la tolérance au gel est observable à l'intérieur d'une même espèce. Chez le pâturin annuel, après acclimatation, la température létale de 50% (TL50) des plants d'un écotype provenant du centre du Québec a été évaluée à – 22,8 °C, alors que celle d'un écotype provenant de l'ouest de la Pennsylvanie, était de – 31,2 °C (Dionne et coll., 2001b).

L'observation de TL50 qui variaient de – 5 °C à – 15 °C chez neuf cultivars de ray-grass anglais, illustre également bien cette variabilité génétique (Gusta et coll., 1980). Sugiyama et ses collaborateurs (1998) ont documenté que des cultivars de ray-grass autotétraploïde possédaient une plus faible tolérance au gel que des cultivars de ray-grass à gazon diploïdes.

1.8. Changements biochimiques induits par l'acclimatation au froid

Les changements biochimiques qui se produisent dans la plante à la suite d'une acclimatation au froid sont bien documentés. Ces variations, associées à l'adaptation des plantes aux basses températures, se produisent aux niveaux des acides nucléiques, des régulateurs de croissance, des protéines, des hydrates de carbone, des acides aminés, des phospholipides et des acides gras. (Rajashekar et coll., 1983; Dionne et coll., 2001a). Elles sont modulées par des modifications dans l'expression des gènes en réponse à la baisse de la température (Sathish et coll., 2007). Une panoplie de protéines synthétisées de novo après une acclimatation au froid a été caractérisée chez plusieurs espèces végétales (Dionne et coll., 2001b). Il y a entre autres les protéines LEA (late embryogenes is abundant) qui sont synthétisées en grande quantité lorsque la plante est sujette à des périodes de stress impliquant une déshydratation des cellules (Olave et coll., 2005; Kosova et coll., 2007). On répertorie aussi les protéines antigel de type AFP (antifreeze protein) et IRI (ice recrystallization) qui protègent les membranes des dommages physiques en initiant la formation des cristaux de glace dans les espaces extracellulaires et en contrôlant le processus de recrystallisation. Finalement, on note l'accumulation de plusieurs protéines enzymatiques nécessaires pour la biosynthèse de cryoprotecteurs (Stier et Fei, 2007; Zhang et coll., 2009; Castonguay et coll., 2011; Bertrand et coll., 2013).

D'autres Changements métaboliques ont été observés lors de l'acquisition d'une meilleure tolérance. Il est rapporté dans la littérature que des changements dans la composition en acides gras et en phospholipides contribuent à l'acquisition de la tolérance au gel en maintenant la fluidité des membranes cellulaires durant l'exposition aux basses températures (Zhang et Ervin, 2008; Zhang et coll., 2009).

L'accumulation des hydrates de carbone non-structuraux et des acides aminés libres est une réponse communément observée chez les espèces capables de s'acclimater au gel (Dionne et coll., 2001a; Guy et coll., 2008). Ces différents composés agissent surtout au niveau de la cellule comme cryoprotecteurs (Szabados et coll., 2011).

1.8.1. Les composés cryoprotecteurs carbonés et azotés

Parmi les métabolites qui agissent en tant que cryoprotecteurs chez les graminées à gazon des régions tempérées, on retrouve des hydrates de carbone non-structuraux qui comprennent les sucres simples comme le glucose, le fructose ainsi que les deux polymères d'hydrates de carbone, le saccharose et les fructanes, en plus de certains acides aminés (composés azotés) (White, 1973). Ces métabolites possèderaient des propriétés leur permettant de contribuer à l'induction de la tolérance au gel (Guy et coll., 2008).

1.8.2. Les hydrates de carbone non structuraux

Les hydrates de carbone non-structuraux sont des composés activement impliqués dans plusieurs processus physiologiques clés, tels que la photosynthèse, la translocation et la respiration (Sutka et Galiba, 2003). Chez les graminées à gazon, ils constituent une importante source d'énergie qui est mise en réserve dans leurs organes végétatifs (Stier et Fei, 2007).

Ces réserves de carbone sont ultimement utilisées comme substrat pour maintenir la respiration de la plante et permettre d'initier la croissance de nouvelles pousses au printemps, jusqu'à ce que la photosynthèse reprenne et soit suffisante pour remplir ce rôle (White, 1973; Stier et coll., 2003). Hulke et collaborateurs (2007) ont suggéré que les plants ayant de bonnes réserves glucidiques les utilisaient pour améliorer la cryoprotection, maintenir l'intégrité de certains processus biologiques pendant l'hiver et assurer le regain des plants au printemps suivant. Plusieurs évidences indiquent que l'accumulation d'hydrates de carbone chez les plants endurcies au froid joue un rôle déterminant dans la survie à l'hiver (Zhang et Ervin, 2008; Damiani et coll., 2012).

1.8.3. Les sucres solubles

De nombreuses études ont démontré qu'en réponse aux basses températures, la concentration de sucres solubles (saccharose, glucose et fructose) augmente dans les collets des graminées à gazon (Shahba et coll., 2003a; Bhowmik et coll., 2006; Espevig et coll., 2011).

Hanslin et Höglind (2009) ont rapporté que le degré de tolérance au gel chez deux cultivars de ray-grass est relié à la concentration de sucres solubles. Hoffman et ses collaborateurs (2010) ont récemment rapporté que les niveaux de sucres solubles étaient plus élevés dans les collets des ray-grass tolérants au gel, comparativement aux concentrations accumulées dans les plants des ray-grass sensibles au gel. Chez des plants de luzerne endurcis au champ, l'accumulation maximale de sucres solubles mesurée dans les collets coïncide avec le maximum de tolérance au gel durant l'hiver (Castonguay et coll., 2006).

Il a été confirmée, chez plusieurs espèces de graminées à gazon, qu'à des températures gélives, l'accumulation des sucres solubles dans la cellule abaisse le point de congélation et permet de retarder ou même d'éviter le gel. Ces composés aideraient également la plante à mieux tolérer la déshydratation cellulaire en permettant sous des conditions de gel peu sévère de réduire la perte de volume cellulaire engendrée par la glace formée à l'extérieur de la cellule (Stier et Fei, 2007; Hoffman et coll., 2010; Espevig et coll., 2011). Aux températures de gel très basses, les sucres solubles protégeraient les membranes via des interactions directes avec les groupes polaires des phospholipides permettant ainsi de stabiliser les couches bi-lipidiques soumises à des conditions de déshydratation extrêmes (Anchordoguy et coll., 1987; Ohtake et coll., 2006).

1.8.4. Les fructanes

Composant la majorité des hydrates de carbone chez les graminées, les fructanes sont des polymères linéaires ou réticulés de fructose, qui dérivent du saccharose (Chalmers et coll., 2005; Hisano et coll., 2008). Localisés dans la vacuole, ils sont présents chez plusieurs plantes pérennes. Principalement stockés dans les graines et à la base des feuilles en croissance, les réserves de fructanes supportent la croissance des feuilles après une défoliation (Humphreys, 1989b; Avice et coll., 2001; Lasseur et coll., 2009). Pendant l'automne et au début de l'hiver, ils s'accumulent dans les collets des graminées à gazon comme réserves à long terme de composés carbonés (Hisano et coll., 2004; Valluru et Van den Ende, 2008). Des études ont confirmé un lien positif entre l'accumulation des fructanes dans les tissus et l'acquisition de la tolérance au gel de plusieurs espèces (Dionne et coll., 2001a; Hisano et coll., 2008, Livingston et coll., 2009).

Chez le pâturin annuel, par exemple, une étroite relation a été établie entre l'adaptation au gel et la présence de fructanes à haut poids moléculaire (Dionne et coll., 2010).

Les fructanes contribueraient à l'augmentation de la tolérance au gel en abaissant le point de congélation dans les cellules grâce à leur concentration élevée dans la vacuole (Damiani et coll., 2012). De concert avec les sucres solubles, les fructanes assureraient également une protection des membranes par le biais d'interactions ioniques avec les groupements chargés des phospholipides ce qui permet de conserver l'intégrité structurale et les fonctions de la bicouche lipidique (Vereyken et coll., 2003; Valluru et Van den Ende, 2008).

Cette affirmation est supportée par les travaux de Hisano et collaborateurs (2004) montrant qu'une augmentation significative des niveaux de fructanes chez des plants de ray-grass transgénique a une incidence positive sur l'augmentation de la tolérance aux stress causés par le gel et la sécheresse.

1.8.5. Les acides aminés

Plusieurs espèces de plantes sont connues pour accumuler des acides aminés lorsqu'elles sont exposées à des températures froides (Thomas et James, 1993). En effet, une étude sur la luzerne, a démontré que les concentrations d'acides aminés totaux dans les plants augmentaient durant l'automne et demeuraient à des niveaux élevés pendant toute la période hivernale (Dhont et coll., 2003).

L'azote, qui est un élément essentiel des acides aminés, joue un rôle majeur dans l'acquisition de la tolérance au froid des plants. En augmentant dans les tissus de la plante lors du processus d'acclimatation, les composés azotés confèrent aux graminées à gazon une protection contre les dommages causés par le froid en assurant l'hydratation des collets, une des parties régénératives dont dépend leur survie (Webster et Ebdon, 2005).

L'accumulation d'un bon nombre d'acides aminés a été documentée dans les tissus des graminées exposés aux basses températures (Rai, 2002; Szabados et Savouré, 2010). Parmi ceux-ci on compte la proline, l'acide glutamique, la glutamine, l'alanine, l'acide aspartique et l'asparagine. Chez le pâturin annuel, une augmentation marquée des niveaux de proline, de glutamine et d'acide glutamique a été constatée après durcissement (Dionne et coll., 2001a; 2010).

1.8.6. La proline

De tous les acides aminés étudiés, la proline est sans contredit celui dont l'accumulation en réponse à divers stress environnementaux a été le plus fréquemment rapportée (Szabados et Savouré, 2010). Bien que son rôle demeure encore controversé, la proline agirait comme composé cryoprotecteur pour protéger les structures macromoléculaires du cytoplasme (Sutka et Galiba, 2003; Ashraf et Foolad, 2007). La proline pourrait également agir comme osmoprotectant en limitant la déshydratation induite par le gel extracellulaire (Hulke et coll., 2007; Valluru et Van den Ende, 2008). Avec les sucres, la proline stabilise également les protéines cytoplasmiques par des interactions de type ionique ou hydrophile/hydrophobe, afin d'éviter leur dénaturation lors de la déshydratation du cytosol induite par la formation de glace dans le milieu extracellulaire (Dionne et coll., 2001a; Szabados et coll., 2011).

Plusieurs études ont mis en évidence une relation étroite entre la hausse des concentrations de la proline suite à une période d'acclimatation et l'acquisition de la tolérance au gel chez plusieurs graminées, dont l'herbe centipède, le chiendent pied de poule et le zoysia (*Zoysia* spp.). Bien que l'augmentation de cet acide aminé dans des plants acclimatés soit considérée comme un caractère adaptatif conférant une tolérance supérieure, certains résultats suggèrent que l'accumulation de la proline dans des plants endurcis n'est simplement qu'une conséquence du stress subi (Dionne et coll., 2001a; 2010).

Dans un même ordre d'idées, chez des plants de ray-grass acclimatés sous des conditions naturelles, une augmentation des concentrations de proline a été constatée chez tous les plants testés, bien qu'aucune différence significative n'ait été trouvée dans les niveaux accumulés de cet acide aminé chez les plants tolérants ou sensibles au gel (Hoffman et coll., 2010).

2. Entretien du gazon (=pelouse)

Les terrains de sport engazonnés sont utilisés sans considération des besoins naturels des graminées qui les composent. Par tous les temps et à n'importe quelle saison, les gazons des terrains de sport sont soumis à des contraintes importantes. Les racines et les feuilles subissent dès lors d'importants dégâts. La compaction du sol empêche un bon drainage; l'aération et les échanges gazeux s'en trouvent réduits. De plus on constate l'apparition d'inégalités de surface et les dégâts s'étendent. Le principe fondamental qui sous-tend toute la démarche réside dans une fertilisation durable et adaptée aux besoins du gazon, en fonction du type de graminées présentes. Une attention particulière sera accordée également aux interventions mécaniques d'entretien (COMPO, 2009).

2.1. Gestion de l'arrosage

Le but est d'arroser sur au moins la hauteur du système racinaire soit environ 15 cm. D'une manière générale des arrosages copieux et espacés seront préférés à des arrosages fréquents et peu abondants de manière à favoriser les remontées par capillarité et par conséquent un enracinement de profondeur, cependant le type de substrat est à prendre en considération. Dans le cas de support très filtrant, il est inutile d'apporter des quantités d'eau trop importantes car la capacité de rétention ne sera pas suffisante et l'eau d'un arrosage trop abondant se retrouvera dans le système de drainage, A titre d'exemple:-Sur terrain sableux 3 arrosages de 20 mm et sur terrain argileux 2 arrosages de 30 mm. (annonyme , 2010).

L'arrosage dépend de la température, de la pluviométrie, de la nature du sol et du type de Graminées (Tableau 1). Il faut envisager de commencer à arroser dès que lors d'une sécheresse la marque des pieds sur le gazon reste visible durant un certain temps, donc que le gazon ne se redresse pas immédiatement. Il est toutefois impératif de commencer au plus tard lorsque le point de flétrissement du gazon est atteint. L'efficacité de l'arrosage est compromise lorsqu'il est effectué en plein soleil à cause de la trop grande perte par évaporation ou par vent violent et que la répartition uniforme sur toute la surface n'est plus assurée (Desjardins, 2003).

Tableau 1 : Besoins en eau en fonction des températures : arrosage 140 :m3 d'eau/terrain. (FIHOQ, 2008):

Quantité d'eau				
Maxima du jour (°C)		Consommation en eau (l/m ² /jour)		Intervalle d'arrosage (jours)
 > 35			> 7	2- 3
 30-35			5 - 6	4- 5
 25-30			3 - 4	6- 8
 20-25			2 - 3	8-10
 < 20			1 - 2	10-15

2.2. Tonte

Action de couper la feuille d'une plante herbacée à l'aide d'un outil tranchant. cette action a pour objectif de limiter la hauteur du couvert et d'augmenter sa capacité de tallage (Fig.2). La tonte vise à maintenir le gazon à la hauteur idéale pour le sport pratiqué sur le gazon. Une tonte régulière stimule le tallage et la formation de stolons, donc augmente la densité et améliore l'aspect du gazon. Les différentes graminées pour gazon réagissent chacune à leur manière à la hauteur et à la fréquence de tonte Des recherches réalisées à L'Université de Guelph démontrent que la hauteur de tonte a un effet direct sur la profondeur des racines des graminées de pâturin du Kentucky, les résultats ont démontré que la profondeur des racines était deux fois et demie plus longue que la hauteur de tonte (Eggen,1998)



Figure 2 : La tonte et le traçage des bandes à la pépinière du centre technique national de football grossissement 10*40 (Original 2014).

Une pelouse qui a des racines qui sont courtes peut ne pas avoir suffisamment de réserves pour satisfaire ses besoins métaboliques (respiration, etc.) lors des périodes de canicule. L'impact de la tonte d'une pelouse au système racinaire peu développé est plus apparent durant les périodes de sécheresse en été. On déterminera la fréquence de tonte en tenant compte de la composition spécifique du gazon, de son usage, des exigences techniques de jeu, de la fertilisation ainsi que des circonstances atmosphériques. Le moment de la tonte dépend donc de la croissance, sachant qu'on ne doit tondre au maximum que la moitié de la hauteur de l'herbe. Plusieurs facteurs sont à considérer dans une régie de tontes telles (FIHOQ, 2008):

2.2.1. 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, alors que **au printemps et à l'automne**, 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, **à 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 (Voigt,2003).

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

- ✓ Diminuer les dommages causés par le piétinement.
- ✓ 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 (FIHOQ, 2008).

Tableau 2: Représentation de la hauteur de tonte des différentes espèces

espèces du gazon	Hauteur de la tonte (Cm)
Agrostis fins	1 à 2,5
Fétuque rouge et ovin	5 à 10
Pâturins	2 à 5
Ray-grass anglais	2,5 à 5
Greens de golf	0,5

(Source : Yves Prat., 1989).

2.2.2. Fréquence de tonte

Le taux de croissance du gazon varie beaucoup au cours de la saison. Ceci dépend de la disponibilité des ressources qui sont nécessaires à sa croissance comme la lumière, la chaleur, l'eau et les éléments nutritifs. La croissance est généralement plus rapide au printemps et à l'automne, et moins importante durant l'été. Bien que la pratique courante soit de tondre une fois par semaine au printemps ainsi qu'à l'automne, et de tondre moins fréquemment en été, la règle d'or dans une régie 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) (GAZONSPORTS ,2008).

Les graminées à gazon supportent des tontes fréquentes, à condition qu'à chaque coupe, on n'enlève pas plus du tiers du brin d'herbe. Régler la hauteur de coupe le plus haut possible. Les tontes rases donnent des racines superficielles, ce qui compromet l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs par les graminées qui deviennent ainsi plus vulnérables en périodes de sécheresse. De plus, 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 préférable de tondre quand l'herbe n'est pas mouillée. La coupe est alors plus nette et les résidus de tonte se répartissent plus uniformément à la surface de la pelouse (Charbonneau, 2007).

La règle du tiers consiste à couper seulement le tiers de la longueur du brin de gazon. Par exemple, si la pelouse a atteint une hauteur d'environ 12 cm, la hauteur de tonte devrait se faire à 8 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, comme on peut réduire la fréquence de tonte, en augmentant la hauteur de la tonte à 8-10 cm, ceci permet de réduire de moitié la fréquence de tonte. En appliquant l'engrais printanier juste après la période de poussée de croissance pour favoriser la croissance racinaire au détriment du feuillage (CORPEP, 2013).

2.3. Exigences pédo-nutritionnelles

Tout programme de fertilisation doit être raisonné, et doit s'appuyer sur les résultats d'une analyse de sol complète (analyse physique, chimique et biologique si possible). L'analyse de sol est un outil de travail afin de mieux connaître son sol, ses qualités et ses défauts, mieux raisonner ses interventions, travail mécanique, arrosage, amendement et fertilisation. Afin de définir au mieux la fertilité du sol et le planning de fertilisation il faut prendre connaissance des éléments suivants :

2.3.1. Potentiel Hydrogène (pH)

Se mesure par la quantité d'ions H⁺ libres dans la solution du sol. Il faut noter une légère différence en fonction de la saison, en période hivernale le pH sera plus élevé qu'en été car l'activité microbienne produit des acides humiques qui baissent sensiblement le pH. Les sols du Sud Est de la France font souvent l'objet de pH basique. Il faut veiller aux eaux d'arrosage calcaire et également au choix du sable lors des opérations mécaniques qui doit être siliceux, non calcaire. Dans des terrains avec forte proportion de calcium l'absorption des oligo-éléments peut être bloquée ainsi que le phosphore qui passe à l'état tricalcique et donc inassimilable. Le phosphore peut être débloqué grâce aux enzymes produits par les bactéries dans le cas d'apport de matière organique (CRAAQ, 2003).

2.3.2. Taux de Matière Organique

La matière organique apporte les sucres et les matières azotés indispensables aux micro-organismes. Il faut toujours veiller à ce que le terrain soit correctement pourvu en MO et à l'évolution de cette dernière par l'étude du rapport C/N (une analyse tout les 3 ans est nécessaire). L'apport de matière organique en entretien est conseillé afin de stimuler l'activité microbienne et par conséquent d'entretenir fertilité du sol. Les opérations mécaniques sont primordiales pour favoriser une bonne évolution de la MO. La MO agit sur l'état physique du sol en améliorant la structure. La rétention en eau est augmentée. Elle agit aussi sur l'état chimique du sol par le phénomène de minéralisation primaire et secondaire, ainsi que la fertilité biologique du sol. (Charbonneau, 2007).

2.3.3. Capacité d'Echange Cationique (CEC).

La CEC (capacité d'échange cationique) (exprimée en cmol+/kg ou meq/100g). Elle peut varier de 20 à 30 pour le sable à plus de 200 pour les argiles et 500 pour l'humus, la valeur correcte pour un terrain normalement pourvu en colloïdes, argile et humus est de 100. La CEC mesure la capacité du réservoir en éléments nutritifs du sol. L'argile et l'humus sont des colloïdes chargés négativement et sont associés par l'intermédiaire d'ions chargés positivement, notamment les ions calcium (Ca^{++}), pour former le « pont calcique ». Cette association a pour nom le CAH (complexe argilo humique). Ce complexe chargé négativement a la faculté de retenir à sa surface les cations mobiles dans la solution du sol, c'est le pouvoir adsorbant du sol. Afin d'améliorer une valeur de CEC, il faut apporter au sol un colloïde, argile ou humus. La solution retenue est de faire des amendements en matière organique qui enrichiront le sol. Des apports en argiles pures sont possibles de type Zéolite qui possède la plus forte valeur de CEC pour les argiles (300) mais toutefois inférieur à celle de l'humus (500) (Christophe ,2013).

2.3.4. Le rapport C/N

Donne une indication de l'état biologique du sol et de l'évolution de la MO (minéralisation), Il faudra veiller à maintenir un rapport C/N < 12 par l'apport d'amendements organiques et par une intensification des opérations mécaniques d'aération pour favoriser une perméabilité maximale. Les micro-organismes aérobies du sol ont besoin d'oxygène tout comme la micro et la macro faune (GAZONSPORTS, 2008).

2.3.5. Les teneurs en éléments nutritifs et oligo-éléments.

Les Oligo-éléments (exprimé en mg/kg), Tout les oligo-éléments jouent un rôle dans l'alimentation du végétal, cependant le Fer est le plus important. Le Fer peut être bloqué par un excès de carbonates (chlorose). Dans le cas de carence ou de chlorose par excès de carbonates il est conseillé de faire ponctuellement des apports de Chélates de Fer en pulvérisation (la forme chélate est protégée de l'insolubilisation), des apports d'engrais enrichis en Fer et oligo-éléments sont également conseillés (COMPO, 2009).

Tout les oligo-éléments jouent un rôle dans l'alimentation du végétal, cependant le Fer est le plus important. Le Fer peut être bloqué par un excès de carbonates (chlorose). Dans le cas de carence ou de chlorose par excès de carbonates il est conseillé de faire ponctuellement des apports de Chélates de Fer en pulvérisation (la forme chélate est protégée de l'insolubilisation). Des apports d'engrais enrichis en Fer et oligo-éléments sont également conseillés (GAZONSPORTS, 2008).

- **Le Phosphore P_2O_5** , on exprime la teneur en acide phosphorique assimilable. Le Phosphore est peu mobile dans le sol et suivant les conditions de milieu (sol riche en calcaire), il est souvent fixé et rendu inassimilable. Il faut noter l'action du phosphore qui a un rôle dans la multiplication cellulaire et surtout favorise le développement racinaire. Il améliore également la rigidité des tissus d'où une meilleure qualité de coupe (COMPO, 2009).

- **La Potasse K_2O** , la potasse tient un rôle essentiel sur un gazon sportif. Elle augmente la densité du tapis végétal et sa résistance au piétinement. En durcissant les tissus elle permet au gazon une meilleure résistance aux stress climatiques (durcissement avant l'hiver). En outre en réduisant le phénomène de transpiration, la potasse augmente la résistance du gazon aux stress hydriques. N'oublions pas que la potasse, surtout dans des sols à faible CEC, se lessive facilement, il ne faut donc pas faire d'apports massifs de « redressement » FIHOQ et APGQ (2008).

- **Le Magnésium MgO** , le Magnésium est un constituant de la chlorophylle, il favorise donc la photosynthèse (croissance). Tout comme le calcium, le magnésium joue un rôle important sur le complexe comme base échangeable. Il est important de veiller au rapport Potasse / Magnésium qui doit être de 2/1 afin de favoriser une bonne assimilation des deux éléments.

- **Le Calcium CaO** , élément primordial dans le sol pour son rôle sur le CAH. Sa présence est également indispensable afin de compenser l'action décalcifiante des engrais. Le calcium est le cation le plus fortement retenu sur le complexe et sert de base échangeable contre les ions K^+ et NH_4^+ .

2.4. Désherbage

Les gazons sur lesquels se déroulent des disciplines sportives (football, golf, hockey, etc...) doivent présenter une surface engazonnée homogène et dense pour que le jeu puisse se dérouler dans les meilleures conditions. Un envahissement par les adventices (entre autres des dicotylédones à larges feuilles) diminue ou empêche même (green de golf) le bon déroulement du jeu, De plus la présence d'adventices représente une concurrence réelle pour les éléments fertilisants et pour l'eau. Dans les gazons d'ornement et d'agrément elles modifient également l'aspect esthétique. (COMPO, 2009).

En concurrençant les bonnes graminées, l'envahissement par les adventices génère un gazon dégarni lors des périodes plus froides, qui se retrouve ensuite infesté de mousses. En fonction de la forme végétative des adventices à éradiquer (rosettes, stolons, rhizomes,...) on adoptera une stratégie de lutte plutôt qu'une autre: chimique ou mécanique. Lorsque les adventices envahissent le gazon, la cause est bien souvent à imputer à un manquement dans le programme d'entretien. Dans ce cas l'utilisation

judicieuse de Floranid® ce produit est inoffensif pour les abeilles, est un Gazon avec herbicide permettra de lutter contre, par exemple : pâquerette ; plantain ; pissenlit ; trèfle rampant(Fig.3) ,ces espèces à racine pivotante nécessitent une intervention. Sachant aussi que La présence de pissenlits indique que le sol présente une carence en calcium et un excès en potassium: (Édith, 2000).



Bellis perennis (pâquerette)



Plantago sp (plantain),



Taraxacum officinalis (pissenlit),



Trifolium repens (trèfle rampant)

Figure 3 : Principales plantes adventices de la pelouse (Originale, 2014)

Grossissement : 10*40.

On peut également pulvériser avec un herbicide sélectif dont les matières actives sont rapidement absorbées ex ; 2,4D : 100 g/L ,sous forme de sels de diméthylamine. Désherbage des gazons de graminées : 8 L/ha, Cette méthode permet un traitement plus rapide de surfaces plus importantes, Les adventices les plus fréquentes sont :

Dicotylédones	Graminées
Trèfles (<i>Trifolium spp.</i>)	Pâturin annuel (<i>Poa annua</i>)
Pâquerette (<i>Bellis perennis</i>)	Digitaires (<i>Digitaria spp</i>)
Plantain (<i>Plantago major</i>)	Chiendent (<i>Cynodon dactylon</i>)
Véroniques (<i>Veronica spp</i>)	Sétaires (<i>Setaria spp.</i>)
Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>)	Paspale (<i>Paspalum dilatatum</i>)
Séneçon vulgaire (<i>Senecio vulgaris</i>)	Ray-grass d'Italie (<i>Lolium multiflorum</i>)
Sagines (<i>Sagina spp.</i>)	Chiendent (<i>Cynodon repens</i>)

2.5. Le dé moussage

Les mousses s'installent dans les parties ombragées, les terrains froids, humides et acides, ou mal aéré. Le feutrage empêche la pénétration de l'eau et des engrais et constitue un milieu idéal pour la prolifération des micro-organismes provoquant les maladies cryptogamiques. Il existe deux méthodes de lutte : La lutte mécanique et la lutte chimique FIHOQ et APGQ (2008).

- **La lutte mécanique**, une scarification ou une aération mécanique, élimine les mousses de façon très efficace en les extirpant du sol. Il est alors conseiller d'effectuer un sablage à la suite de la scarification pour tenter d'alléger le sol.

- **La lutte chimique**, un produit anti-mousse à l'aide de sulfate de fer épandu en hiver, à raison de 20 à 40 g/m². Ou engrais anti-mousse qui s'utilise dans la période de scarification.

2.6. L'aération

L'utilisation très fréquente d'un gazon, mais aussi le passage régulier des machines d'entretien (et particulièrement quand les conditions climatiques sont défavorables), génèrent des zones de compaction situées relativement proches de la surface du sol. Le nombre et la taille de macrospores régressent et de ce fait la perméabilité diminue, ce qui compromet les échanges gazeux. Le passage d'aérateurs ou perforateurs permet de prévenir ces effets négatifs pour les conditions du sol et stimule la croissance racinaire et l'activité biologique dans le sol. Il existe 3 méthodes d'aération du sol FIHOQ et APGQ (2008):

2.6.1. L'aération à louchets creux (carottage)



Figure 4 : les louchets creux pour carottage ,grossissement 10*40 (Original, 2014).

L'aération à louchets creux permet d'extraire le feutre accumulé par le végétal et d'éliminer les particules fines du support (argiles et limons) migrées en surface. Ces migrations sont plus ou moins importantes en fonction de la nature et de l'équilibre

physique du substrat. Ces déstructurations sont essentiellement liées à la fréquence et aux conditions de jeux, au passage du matériel d'entretien de rééquilibrer la texture en surface afin d'améliorer la structure du sol grâce au sablage. Elle améliore l'élasticité et la souplesse du terrain, stimule le développement du système racinaire, augmente la régénération et le pouvoir de tallage du gazon, favorise le positionnement des éléments nutritifs au plus près des racines et dynamise l'activité microbienne et la minéralisation des matières organiques (Christophe ,2013).

La profondeur de travail atteindra au moins la profondeur de l'activité racinaire. Une profondeur de 5 à 8 cm est une valeur minimale. Les aérateurs ne peuvent généralement atteindre cette profondeur de travail que dans les sols suffisamment humides. Sur sols lourds, plastiques, ce sont les aérateurs à dents creuses qui réaliseront le meilleur travail, parce que les carottes de terre prélevées peuvent être évacuées (Anonyme ,2010).

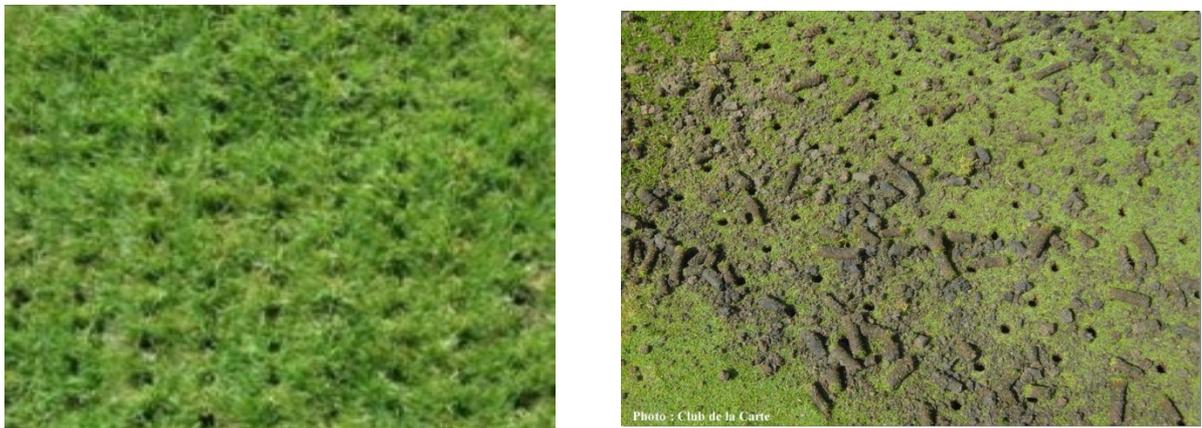


Figure 5 : Carottage et aération sur la pelouse, Grossissement 10*40. (Original 2014).

2.6.2. L'aération à lames (scarification)

Il consiste à faire des incisions dans le sol. La profondeur d'enfoncement des lames varie de 10 à 20 cm. Il n'y a aucune extirpation de terre ou de feutre, par rapport au carottage, l'aération à lames permet de réaliser un travail plus profond (jusqu'à 20 cm) mais moins efficace en terme de pénétration d'air et d'eau. Elle ne permet pas d'extraire de feutre ou de terre et ne peut donc corriger d'éventuels défauts de texture du sol. Au besoin, remettre en place les mottes soulevées par la machine à l'aide d'un râteau à 5 dents. (Eggen, 1998).

Cette méthode rapide (environ 1 h/terrain) est souvent utilisée pour les grandes surfaces. Dès qu'une couche de feutre (Thatch) s'est accumulée, il faut commencer à scarifier le gazon (= le défeutrer). Le feutre est constitué de tiges, feuilles, racines

superficielles et stolons morts. Ces parties mortes s'accumulent lorsque leur production est plus rapide que leur vitesse de décomposition. Il se forme alors une couche de

matière organique de couleur brun foncé situé entre la terre et les parties aériennes des plantes. De ce fait la perméabilité et les échanges gazeux sont ralentis (Wetmore, J., et K. Browne 2003).

La résistance à l'arrachement du gazon diminue et le feutre constitue un milieu idéal pour la prolifération des micro-organismes provoquant les maladies cryptogamiques. Le défeutrage par scarification se fait durant la période avril-septembre, lorsque la couche de feutre atteint 1 cm d'épaisseur, ou 5 mm sur des terrains très sableux. La scarification se pratique sur un gazon en pleine croissance. Préalablement, le gazon sera tondu très court de 2 cm de hauteur, (Sheard,2000).



Scarificateur ou verti cut



Bras du Verti Cut

Figure 6 : Scarificateur et leur bras, grossissement 10*40.(Original, 2014).

Le scarificateur doit être réglé de telle sorte que la terre ne soit entamée que de 1 à 2 mm. Les lames doivent bien couper à travers toute l'épaisseur de feutre. Lorsque la couche de feutre est de 1 cm d'épaisseur, il ne faudra pas vouloir absolument enlever tout le feutre en une seule opération. On risquerait alors de blesser trop de racines, ce qui entraînerait un dessèchement irréversible du gazon. Dans cette situation, il faudra répéter l'opération plusieurs fois en respectant chaque fois un intervalle de temps suffisant. Pour assurer une régénération rapide du gazon après défeutrage, il convient de prévoir ensuite un apport d'engrais. Pour être complet, un défeutrage ira toujours de pair avec un sablage et éventuellement une aération. Quoi qu'il en soit on évacuera toujours le feutre extirpé),(Anonyme ,2010).

2.7. Le décompactage

Opération mécanique qui vise à «secouer» les couches moyennes et profondes du sol (de 1.0 à 3.0 cm) en vue de contrecarrer les méfaits de la compaction inéluctable des sols sportifs. Son action est complémentaire à celle de l'aération qui concerne la couche superficielle (moins de 10 cm). On distingue globalement 3 grands types de matériel de décompactage :

-Le décompacteur à broches,

C'est la plus utilisé. Il réalise entre 80 et 200 trous/m², la pratique sportive est possible immédiatement après l'opération.



Figure 7 : Aérateur ou VERTI DRAIN, Grossissement 10*40 (Original, 2014).

-Les décompacteurs à lames vibrantes (sous-solage) ou oscillantes (décompacteur à sabres),

Ces machines réalisent des tranchées plus ou moins profondes et plus ou moins nombreuses. L'efficacité est très bonne mais les déformations (ondulations) du terrain, peu appréciées par les pratiquants, sont parfois importantes et plus ou moins persistantes, la reprise de la pratique sportive demande 2 à 6 semaines de délai).(Anonyme ,2010)..



Figure 8 : Passage de l'aérateur sur la pelouse : VERTI quake, Grossissement 10*40, (Original 2014).

-Les décompacteurs à injection d'eau ou d'air comprimés au travers d'un pieu, surtout utilisé en localisé (devant les buts), la pratique sportive est possible immédiatement après l'opération.

2.8. Sablage ou top dressing

Le sablage de terrains de sports à avant tout pour but de maintenir ou d'améliorer la structure du sol. Dans des sols lourds, en combinaison avec une aération régulière il est possible de réaliser au bout de plusieurs années une modification graduelle de la composition granulométrique du sol. Ces apports réguliers de sable permettent de réaliser à la longue une couche de support de végétation beaucoup plus sableuse. De fréquents et légers sablages permettent d'intégrer des grains de sable dans le feutre, qui restera ainsi structuré et perméable à l'eau, l'air et aux éléments fertilisants. Grâce au sablage, le sol se ressuie mieux en surface après une pluie. Les petites imperfections de surface de jeu seront nivelées facilement par le passage d'une brosse ou d'un treillis métallique après avoir épandu le sable (Fig. 9) , (Anonyme ,2010).



Figure 9 : Sablage de pelouse, Grossissement 10*40, (Original, 2014).

Cette opération se réalise de préférence en période de végétation. Il est toutefois possible de réaliser cette action tout au long de l'année. Pour un volume de sable important à introduire (supérieur à 5 mm), l'intervention doit être mise en œuvre durant une période de forte régénération du gazon. Durant la période de végétation active d'avril à septembre. Le sablage aura intérêt à être combiné avec une opération d'entretien mécanique comme le défoutrage ou l'aération. Pour les terrains de sports, le sablage fera partie de mesures de régénération du gazon et sera effectué durant l'entre-saison. Sur les greens de golf on effectuera plusieurs sablages légers durant l'année sous forme de top-dressing et donc la période propices : printemps –pause estival –automne : Sur sable siliceux, roulées et propre et de granulométrie 0/3 à 0/4 mm, la quantité entre 20 à 50 t/terrain : 2 à 5L /m² (Christophe., 2013).

3. Etat phytosanitaire du gazon (=pelouse)

Différentes maladies, causées par des champignons, des bactéries ou des virus, ou ravageurs qui affectent les espèces prairiales dans les pays voisins (Heard & Roberts, 1975 ; O'Rourke, 1975, 1976 ; Raynal *et al.*, 1989 ; Johnson, 1991 ; Thomas, 1991 ; Michel *et al.*, 2000).

Ces maladies engendrent des pertes de rendement (Davies & Williams, 1970 ; Lancashire et Latch, 1970 ; Cook, 1975 ; Potter, 1987) pouvant atteindre 37% de matière sèche sur le ray-grass anglais (Price, 1987). Elles diminuent également la qualité voire la pérennité du fourrage. Les infections réduisent ainsi sa digestibilité, influencent entre autres sa teneur en protéines et en glucides (Lam, 1985 ; Potter, 1987 ; Critchett, 1991., Vanbellinghen *et al.*, 2001), et peuvent être associées à la présence de substances anti nutritionnelles ou de toxines (Lancashire & Latch, 1966 ; Skipp & Hampton, 1996).

3.1. Maladies cryptogamiques.

Les champignons pathogènes responsables des maladies cryptogamiques sont souvent présents à l'état latent sur les débris végétaux ou dans le sol. Ils se développent lorsque les conditions de température et d'humidité leurs sont favorables et sur des gazons fragilisés par certains facteurs (Gwen et al 2008):

- ✓ Problèmes de fertilisation
- ✓ Chocs thermiques
- ✓ Stress hydriques
- ✓ Absence ou insuffisance de vie biologique
- ✓ Sensibilité variétale

Les maladies les plus courantes sont la Fusariose et le Fil rouge, cependant il existe plus de 200 cryptogames responsables des maladies sur gazon, aussi, la détermination de l'agent pathogène est primordiale afin de réaliser le traitement adapté.

3.1.1. *Rhizoctone* :(golf); *Rhizoctonia* spp (Brown and yellow Patch).

La plaque brune est une maladie fongique causée par le champignon *Rhizoctonia* spp. Cette maladie est favorisée par un temps chaud, humide et nuageux. Dans des conditions favorables à la maladie, les feuilles du gazon peuvent être mis à mort dans un délai de 12 à 24 heures. La maladie est généralement présente en été et au début de l'automne, mais il existe des souches de ce champignon qui cause la maladie à d'autres moments de l'année. Rondes ou de formes irrégulières, les taches peuvent apparaître rapidement sur le gazon qui est manucuré de près, tels que les verts de golf ou encore sur un gazon très humide (Tredway et Burpee, 2001).

Au début, les plaques sont de couleur vert-violacé, mais elles tendent rapidement vers un brun pâle. Si la température est chaude et humide, le champignon continue à envahir le gazon sur le pourtour de la plaque, de sorte qu'il y est un cercle de couleur pourpre foncé à brun grisâtre qui délimite ou forme un anneau autour de la plaque. Ces symptômes sont généralement visibles tôt le matin, lorsque le gazon est encore humide de rosée. Les gazons denses et bien fertilisés sont généralement plus sensibles à cette maladie (Burpee, L.L., et S.B. Martin. 1992).

La tache brune peut être considérée comme le "mildiou" de la pathologie gazon, car il a incité beaucoup de la recherche initiale sur les maladies du gazon et de leur gestion. La tache brune a été observée en 1913 sur un terrain de golf putting green près de Philadelphie, Pennsylvanie (Fig. 10).



Figure 10: *Rhizoctonia* spp, Grossissement 10*40 (Original 2014).

En 1919, Piper et Coe du ministère de l'Agriculture des États-Unis a déterminé que *Rhizoctonia solani* était l'agent causal de la tache brune. Initialement, la rosée du matin enlèvement par le fauchage, "polarisation", ou "fouetter" était la seule pratique disponible pour la gestion de la tache brune.

En 1917, les expériences de l'United States Golf Association ont démontré que la tache brune pourrait être contrôlée à la bouillie bordelaise, et ce matériau est largement utilisé pour le contrôle des maladies du gazon par 1919.

En 1927, expériences sur le terrain dans les jardins de gazon Arlington en Virginie ont montré que le mercure matériaux à base de sont les plus efficaces pour le contrôle de la tache de patch et dollar brun. Fongicides mercure ont été couramment utilisés jusqu'en 1970, lorsque leur utilisation a été limitée en raison de leurs effets négatifs potentiels sur l'environnement. Bien que *R. solani* a été l'un des premiers agents pathogènes reconnus de gazon, de nouvelles maladies provoquées par des espèces de *Rhizoctonia* continuent d'être décrite de nos jours. En 1978, tache jaune a été initialement décrit par Sanders et al. plus tard, l'agent causal à été identifié comme *R. cerealis* par (Burpee en 1980).

Martin et Lucas (1984) et Haygood et Martin (1990) ont démontré que *R. zea* et *R. oryzae* étaient pathogènes espèces à refroidir et la saison chaude gazon.

En 1993, Verts et al. ont démontré que *R. solani* était l'agent causal principal associé avec grande pièce de zoysiagrass .

3.1.2. Sclerotiniose histivale, *Sclerotonia homoeocarpa* (Dollar Spot)

Le nom de la maladie de la brûlure en plaques vient du fait que la plaque de couleur paille a la forme et la taille d'un dollar (Dollar spot ou tache en dollar). Beaucoup d'experts en classification des champignons croient maintenant que l'organisme de la brûlure en plaques n'est pas du genre *Sclerotinia* mais le débat se poursuit quant à sa véritable nature. Certains croient qu'il existe en fait plus d'un organisme impliqué dans la structure de la maladie. Une des nouvelles classifications suggérée est le *Colletotrichum floccosum* (Town .Allen et al 2005).

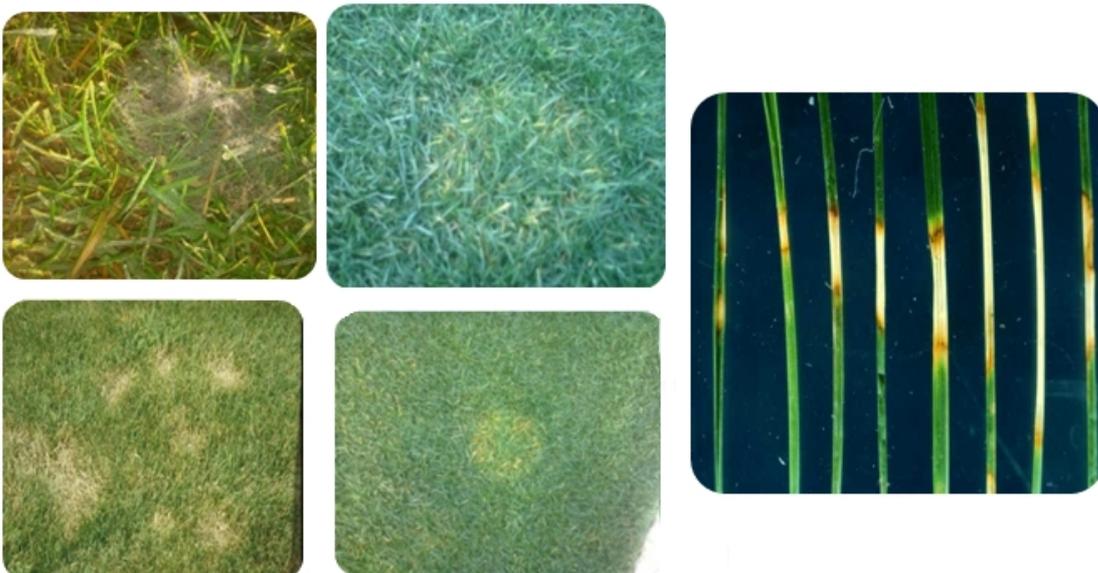


Figure 11: les symptômes de al maladie *sclerotiniose histivale* (Original, 2014).
Grossissement 10*40

La brûlure en plaques s'attaque particulièrement au pâturin, à l'agrostide et à la fétuque. Après une tonte courte du gazon, la brûlure en plaques est nettement visible, toutefois, à une hauteur de coupe plus élevée, les taches blanchies sont de formes irrégulières. Tôt le matin, lorsque la rosée est encore sur le gazon, une voile blanc ressemblant à une toile d'araignée, peut être vu sur les parties affectées, ce voile signifie la croissance du champignon (Fig. 11). Si les taches de la brûlure en plaques fusionnent, un plus grand fléau peut être observé. Le gazon examiné individuellement montrera un tissu détrempe et de couleur sombre. Lorsqu'elle sèche la lésion devient beige et puis de couleur paille avec une bordure brun-rougeâtre. La brûlure en plaques est fréquente au début et à la fin de l'été et au début de l'automne. La maladie préfère les journées chaudes et humides et les nuits fraîches. La brûlure en plaques est moins fréquente par temps très chaud (Nelson et al. 1991).

3.1.3. maladie des taches foliaires ; (*Helminthosporium* spp, (*Drechslera* spp), *bipolaris* spp *culvilaria* spp),. (Leaf Spot).

Les helminthosporioses sont provoquées par différentes espèces du genre *Drechslera* qui ont chacune leur spécificité d'hôte. Elles peuvent être observées durant toute la période de végétation mais une humidité élevée est nécessaire à la formation des conidies et à l'infection des feuilles. Les gouttelettes d'eau et le vent permettent la dissémination des conidies. Ces maladies, responsables de l'apparition de taches foliaires et d'une sénescence prématurée des tissus végétaux, peuvent être transmises aux semences et provoquer des fontes de semis (Raynal et al., 1989)

La plupart des graminées fourragères sont susceptibles à une ou plusieurs espèces de *Drechslera* (Sivanesan, 1987). *D. siccans* (Drechl.) Shoemaker et *D. dictyoides* (Drechl.) Shoemaker sont très répandus sur les ray-grass. En général, la surface foliaire couverte par les taches typiques des helminthosporioses est faible (< 5%) mais la sénescence des feuilles est fortement accélérée.

Une autre espèce, *D. poae*, est très fréquente sur les pâturins. En France et en Suisse, les fétuques souffrent également de cette maladie (Raynal et al., 1989 ; Michel et al., 2000).

Les symptômes typiques des helminthosporioses sont des taches foliaires foncées, d'abord toutes petites et bien délimitées. Par la suite, les taches confluent et forment une nécrose dont la forme varie en fonction des plantes hôtes et de l'organisme en cause (Figure 12).

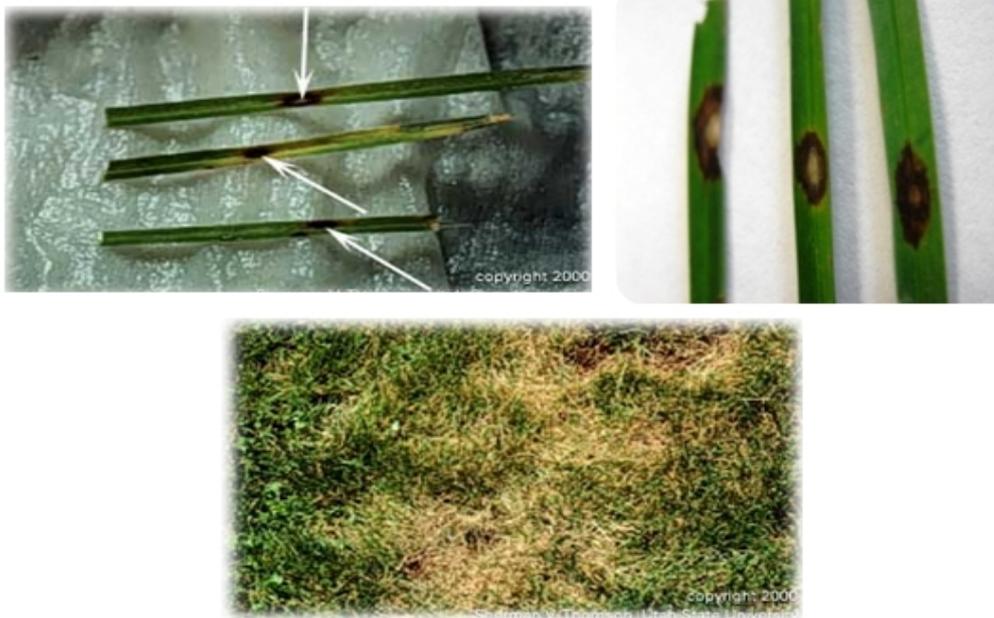


Figure 12. Helminthosporiose sur ray-grass Anglais. Grossissement 10*40 (Originale.2014).

4. Ravageurs :

Existe deux groups sont : Les insectes ravageurs des racines (vers blancs, pyrale des prés) et Les insectes ravageurs des tiges et du feuillage (punaise velue). parmi eux sont :

4.1. *Melolontha melolontha* (Hanneton Commun)

Systematique :

Noms communs : Hanneton commun / Ver blanc

Nom scientifique : *Melolontha melolontha* (L.1758).

Famille : Melolonthidae

Sous-Famille : Melolonthinae

Tribu : Melolonthini

Noms anglais : Common Cockchafer / White grubs

Melolontha melolontha, est un coléoptère de grosse taille (25 à 30 mm). Sa tête et son thorax sont noirs et recouverts de poils courts. Les élytres sont rougeâtres. La larve est un gros asticot et est de couleur blanc, sauf l'extrémité de l'abdomen qui est noir. Au fur et à mesure des années passées dans le sol, la larve grandit : elle mesure entre 10 et 20 mm en 1^{ère} année et entre 40 et 45 mm en 3^{ème} année. (Balachowsky A.S. 1962).

Leur Cycle dure 3 ans, réparti sur 4 années civiles, dont environ 3 ans sous forme larvaire dans le sol. Le vol des adultes a lieu généralement à la mi-avril, début mai. L'adulte n'occasionne pas vraiment de dégâts importants. Par contre, la larve se nourrit des organes souterrains de nombreuses plantes provoquant leur flétrissement. Au niveau d'une pelouse, on remarque la présence des larves d'hanneton par le jaunissement de l'herbe par plaques. Celles-ci se détachent alors facilement (Fig. 13). (Balachowsky A., et al 1935).



Figure 13 : Traces hanneton commun, Grossissement 10*40,(Original, 2014).

Selon (Louis ,2001) Il existe au moins trois espèces de nématodes sur le marché québécois, indique. Deux d'entre elles ne sont pas efficaces. :

> **Steinernema feltiae** sert plutôt à lutter contre les diptères (mouches et autres) dont la stipule européenne, qui fait des ravages sur les terrains résidentiels dans certaines régions du sud de l'Ontario et en Colombie-Britannique.

> **Steinernema carpocapsea** est efficace contre la pyrale des prés (présente notamment dans plusieurs gazons de la région de Bois-des-Filion et Charlesbourg), de même que pour le scarabée japonais à l'état larvaire, une peste de plus en plus nuisible au Québec pour les gazons et les arbustes (les adultes mangent du feuillage).

> **Heterorhabditis bacteriophora**: voilà donc le sympathique nom à retenir. C'est l'un des nématodes les plus efficaces contre la larve du hanneton européen. (Wang et al., 1996).

La lutte contre les hannetons est axée sur les larves en réalisant des traitements à base du nématode *Heterorhabditis bacteriophora*. Ce nématode parasite et tue les larves de l'hanneton.

Ex :Le NemaGreen , à base de nématode , La seule matière active homologuée chimiquement est "Carbofuran", il existe aussi des microgranulés, uniquement homologués pour le hanneton commun, des granulés inoculés avec un champignon parasite, différent selon l'espèce à traiter.

4.2. Pyrale des prés

Les pyrales des prés (Lepidoptera : Crambidae) représentent un groupe d'espèces pouvant causer des dommages importants aux pelouses résidentielles et commerciales en milieu urbain (Potter 1998; Tashiro 1987). Les papillons de petites tailles (19-25 mm d'envergure d'ailes) sont actifs la nuit et se réfugient le jour au sol ou dans la végétation arbustive. Les larves vivent dans le sol ou le chaume et se nourrissent principalement des racines et de la couronne des graminées à gazon, ce qui entraîne le flétrissement, le jaunissement et la mort de la plante en fin de saison estivale (Tashiro 1987).



Figure 13 : pyrale de prés ,Grossissement 10*40, (Original, 2014).

Toutes les espèces de graminées à gazon sont susceptibles d'être attaquées par les larves de pyrales des prés, en particulier le pâturin du Kentucky, l'espèce dominante des régions froides, l'agrostide et les fétuques fines (Niemczyk et Shetlar 2000). En Amérique du Nord, plus d'une vingtaine d'espèces de pyrales, essentiellement de la famille des Crambidae (Minet 1985; Munroe et Solis 1999) se trouvent sur les pelouses mais, typiquement, deux à trois espèces par région causent des problèmes (Watschke et al. 1995). Québec, les pyrales des prés causent sporadiquement et localement des dommages importants aux pelouses urbaines (Rochefort et al. 1999).

L'identité des espèces ainsi que leur cycle saisonnier d'activité sont inconnus. Les objectifs de cette étude étaient d'identifier les espèces de pyrales des prés présentes au Québec, de déterminer celles qui sont les plus dommageables et d'établir les périodes d'activité des papillons. Ces informations s'avèrent essentielles à l'établissement d'une stratégie efficace de lutte à ces ravageurs

Liste des figures

Figure 1 Schéma montrant la qualité de quelques espèces de graminées, selon les couleurs (anonyme, 2014).

Figure 2 : La tonte et le traçage des bandes à la pépinière du centre technique national de football (Original, 2014).

Figure 3 : Principales plantes adventices de la pelouse (Original, 2014).

Figure 4 : les louchets creux pour carottage (Original, 2014).

Figure 5 : Carottage et aération sur la pelouse (Original 2014).

Figure 6 : Scarificateur et leur bras (Original, 2014).

Figure 7 : Aérateur ou VERTI DRAIN (Originale, 2014).

Figure 8 : Passage de l'aérateur sur la pelouse : VERTI Quake (Originale, 2014).

Figure 9 : Sablage de pelouse (Original, 2014).

Figure 10: Rhizoctone, Rhizoctonia spp (Originale, 2014).

Figure 11: *Dollar spot* (Originale, 2014).

Figure 12. Helminthosporiose sur ray-grass Anglais. (Originale,2014).

Figure 13 : Traces hanneton commun (Originale, 2014).

Figure 14 : Pyrale de prés.

CHAPITRE 3 : Résultats.

Les résultats relatifs aux effets comparés des phytofortifiants (fertilisant de Alguasmar, Spéciale care horse fort et Biofertilisant) sur les paramètres morphologiques et l'état phytosanitaire du ray grass anglais *Lolium perenne* L sont présentés dans ce chapitre.

1. Effet des différents phytofortifiants sur la capacité germinative du ray grass anglais *Lolium perenne* L.

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. C'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée. La capacité germinative est estimée via une phase physiologique appelée *germination sensu stricto*, qui s'achève juste avant la croissance de la radicule.

Le processus de la germination dépend des facteurs intrinsèques (âge et état de la plante, évolution physiologique et morphologique de la graine) et extrinsèques (humidité, température, oxygène). La figure 20, exprime la capacité germinative des graines du ray grass anglais *Lolium pérenne* L sous l'effet de différents phytofortifiants par comparaison à un témoin. Biofertilisant et Spéciale care horse fort étant les plus représentatifs en termes de lever de dormance.

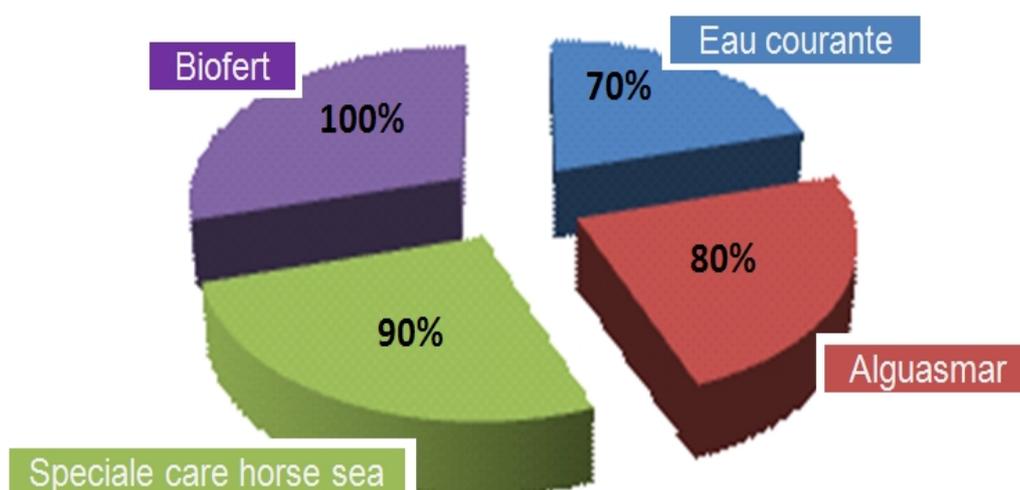


Figure 20: Estimation de la capacité germinative (C.G.%) des graines du ray grass Anglais *Lolium pérenne* L.var.

2. Effet des différents phytofortifiants sur la croissance de la partie aérienne, du ray grass anglais *Lolium pérenne* L.var.

La Figure 21, montre que les fertilisants étudiés ont eu une action différente sur la croissance en longueur des feuilles du ray grass anglais dans le temps. Biofertilisant exprime les fortes valeurs de surfaces foliaires 14,66 cm suivi par Spéciale care horse forte 13 cm puis Alguasmar en dernie avec 11,33 cm.

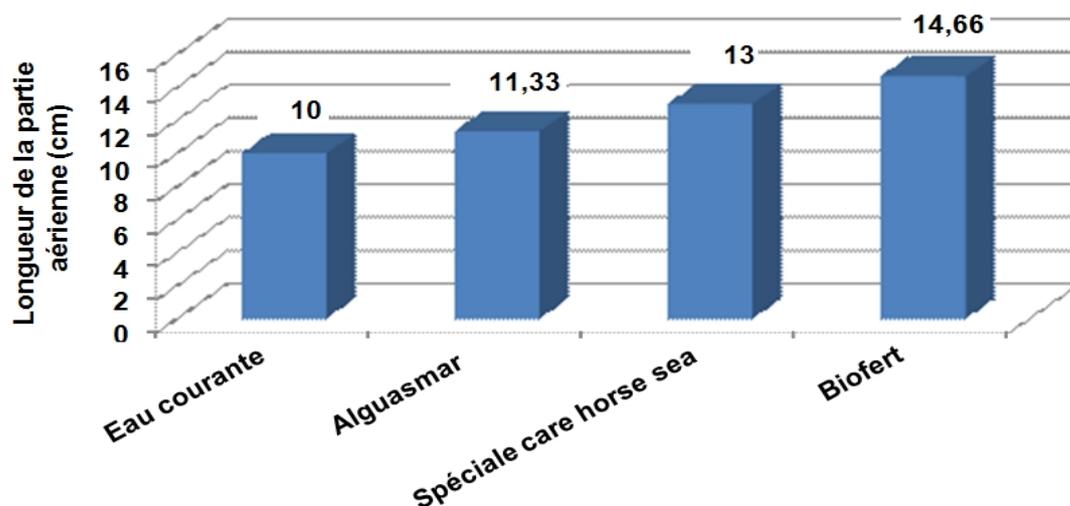


Figure 21: Estimation de la croissance de la partie aérienne du ray grass anglais *Lolium perenne* L.var.

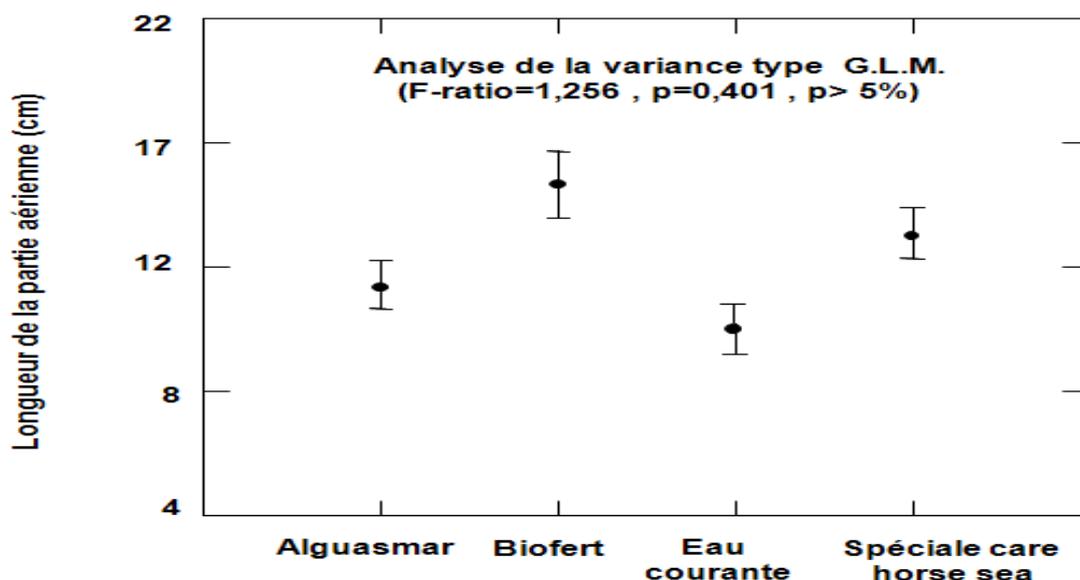


Figure 22: Etude comparée de la croissance de la partie aérienne du ray grass anglais *Lolium pérenne* L.var.

Nous avons utilisé le model (G.L.M), de manière à étudier l'effet des fertilisants foliaires sur la croissance en longueur des feuilles de ray grass anglais .Ce model nous permis de réaliser un nombre d'analyses de 256 (Fig. 22 Les résultats de l'analyse de la variance montre que le temps exerce un effet très hautement significatif sur le développement des surfaces des feuilles de ray Grass anglais (F-ratio=1.256 ; p=0,000 ; p<0,1%). Ce mode d'analyse a permis de mettre en évidence un effet marquant du temps sur l'expansion foliaire à partir de la cinquième sortie soit (deux semaines après) l'application des fertilisants foliaires (Fig. 22).

L'évolution des surfaces foliaires sous l'effet des fertilisants appliqués ne présente pas de différence significative (F-ratio=1.256; p=0,401 ; p>5%). Bien que la probabilité ne montre pas, Il apparait que l'efficacité des traitements sur la croissance en longueur est meilleure pour le phytofortifiants Biofertilisant en premier lieu ,suivi par spéciale care (10 % extrait d'algue marine) qui renferment des éléments nutritifs et plus des glucides et des activateurs de croissances puis l'Alguasmar qui est un bio activateur d'origine végétales à base d'algue marine riche aussi en acides aminées provenant du gluten de maïs par rapport au Biofertilisant (Fig. 22).

3. Effet des différents phytofortifiants sur la croissance racinaire du gazon naturel ray grass Anglais *Lolium perenne* L.var.

Un gazon disposant d'un enracinement profond et dense sera plus résistant au piétinement et montrera une capacité de régénération plus importante. La Figure 4, montre que les fertilisants étudiés ont eu une action différente sur la croissance racinaire du ray grass anglais dans le temps. C'est le Biofertilisant et speciale care qui expriment les fortes valeurs de croissance en longueur et ceci à partir de la du 15^{ème} jour d'application.

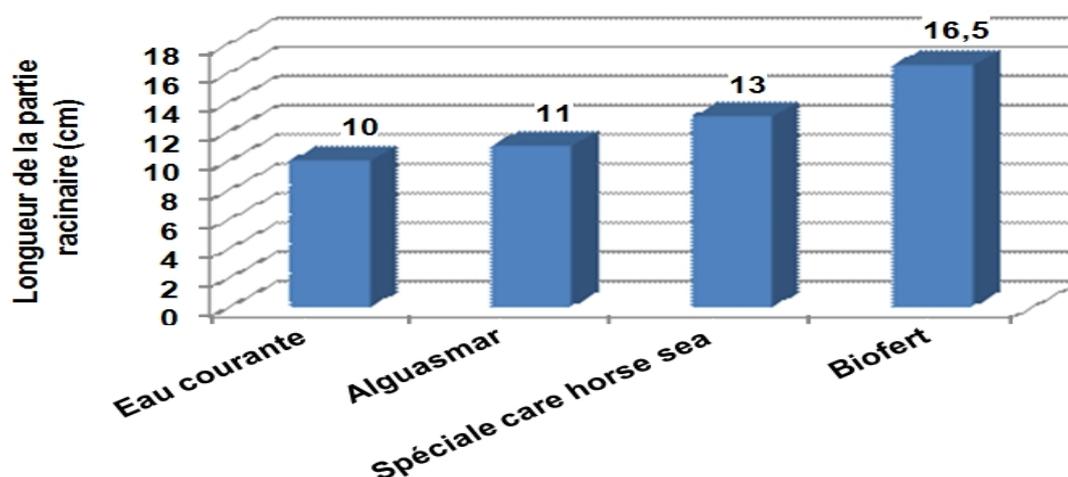


Figure 23: Estimation de la croissance de la partie racinaire du ray grass anglais *Lolium pérenne* L.var.

Nous avons utilisé le model (G.L.M), de manière à étudier l'effet des fertilisants foliaires sur la croissance en longueur des racines de ray grass anglais. Ce model nous permis de réaliser un nombre d'analyses de 125 (Fig. 24).

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que le temps exerce un effet très hautement significatif sur le développement des surfaces des feuilles de ray Grass anglais. Ce mode d'analyse a permis de mettre en évidence un effet marquant du temps sur l'expansion racinaire à partir de 15^{ème} jour de l'application des fertilisants foliaires (Fig. 24).

L'évolution des surfaces foliaires sous l'effet des fertilisants appliqués est très hautement significative (F-ratio=1.125; p=0,438 ; p>5%). Il apparait que l'efficacité des traitements sur la croissance en longueur est meilleure pour le Biofertilisant et Speciale care horse sea fort par rapport Alguasmar (Fig.24).

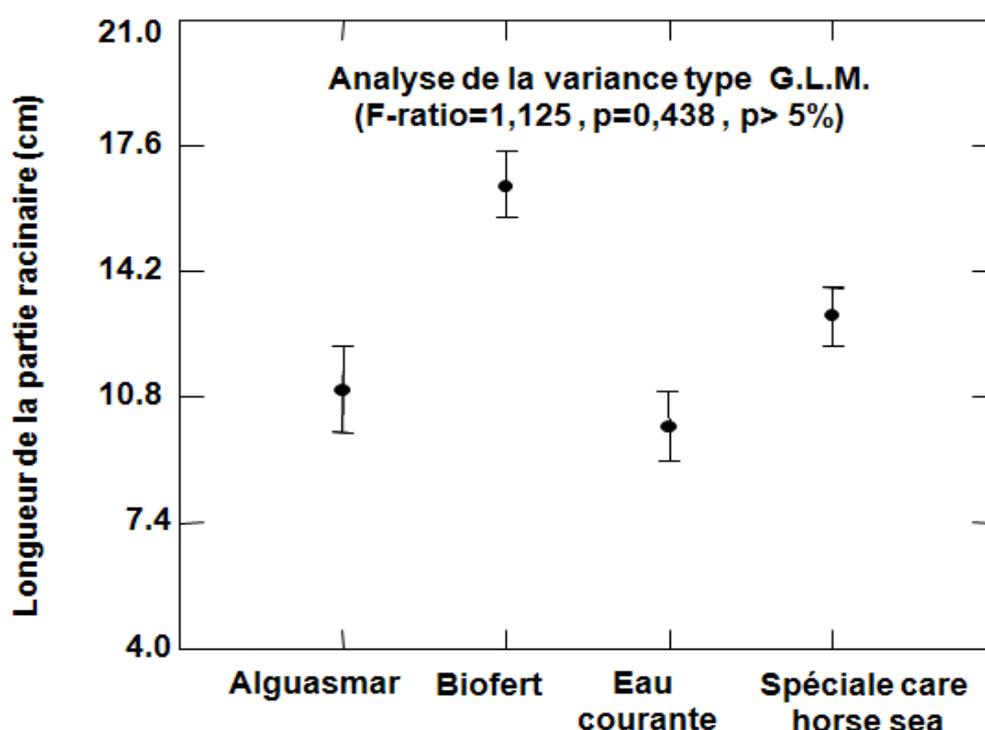


Figure 24: Etude comparée de la croissance de la partie racinaire du ray grass anglais *Lolium pérenne* var.

4. Effet des différents phytofortifiants sur la vigueur du gazon naturel, ray Grass anglais *Lolium perenne* L.var.

La Figure 25, montre que les phytofortifiants étudiés ont eu une action différente sur la vigueur du ray grass anglais dans le temps. C'est le Biofertilisant et Spéciale care horse sea fort qui expriment les fortes valeurs de vigueur par rapport au Alguasmar et ceci à partir du quinzième jour d'apport.

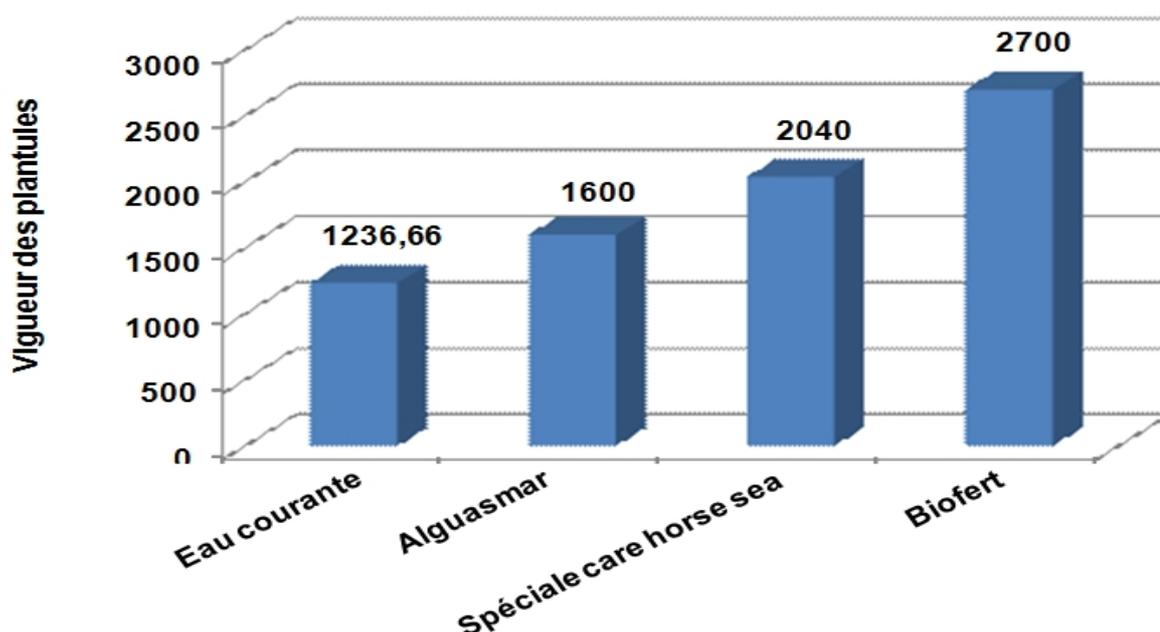


Figure 25: Estimation de la vigueur des plantules du ray grass anglais *Lolium perenne* L.var.

Nous avons utilisé le model (G.L.M), de manière à étudier l'effet des fertilisants foliaires sur l'expansion de la vigueur de ray Grass anglais. Ce model nous permis de réaliser un nombre d'analyses de 184 (Fig. 26)

Les résultats de l'analyse de la variance montre que le temps exerce un effet très hautement significatif sur le la vigueur ray grass anglais. Ce mode d'analyse a permis de mettre en évidence un effet marquant du temps sur le développement de la vigueur à partir de la cinquième sortie soit (deux semaines après) l'application des fertilisants foliaires (Fig. 26).

L'évolution de la vigueur sous l'effet des fertilisants appliqués est très hautement significative (F-ratio=4.184; p=0,100 ; p>5%). Il apparait que l'efficacité des traitements sur la vigueur est meilleure pour le Biofertilisant et Speciale care horse sea fort par rapport à l'Alguasmar (Fig. 26).

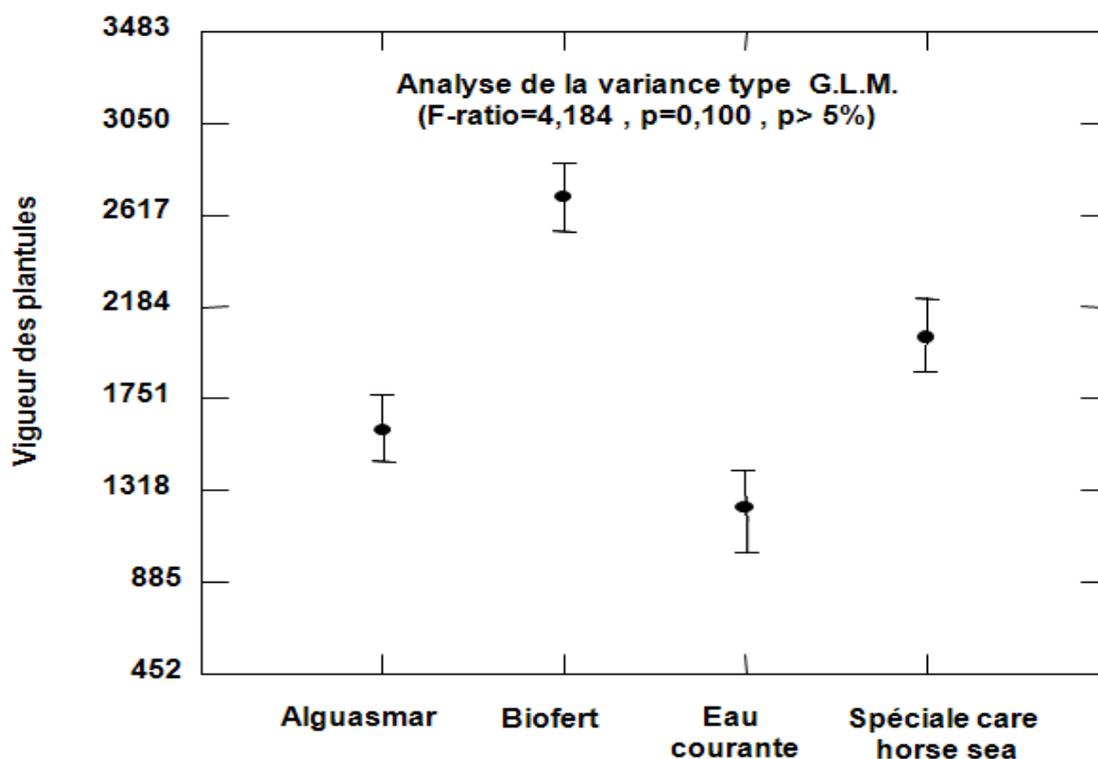


Figure 26: Etude comparée de la vigueur des plantules du ray grass anglais *Lolium perenne* L.var.

5. Effets des bio fertilisant sur les maladies cryptogamiques du ray grass anglais *Lolium pérenne*

Une graminée affaiblie sera beaucoup plus sensible à des attaques de maladies cryptogamiques (provoquées par des champignons pathogènes. Ces champignons peuvent occasionner au gazon des dégâts importants, au point que le gazon risque de disparaître complètement.

Sur chaque parcelle traitée soit par ces produits (Alguasmar .Biofertiliant , Speciale care horse), le taux de l'infestation de chaque maladie, La rouille était encore fréquentes sur l'ensemble des traitements, elles touchaient la moitié des talles mais provoquaient des taches discrètes suit par la rouille couronnées puis l'helminthosporiose en troisième degré, en suite par le dollar spot et en dernier la maladie du fil rouge.

- **Traitement par Alguasmar**

L'importance relative des différentes maladies étaient fortement influencées par les saisons et donc Les maladies observées étaient les rouilles et aussi les rouilles couronnées, la plus dominante suite par l'helminthosporioses, qui peuvent être observées durant toute la période de végétation mais une humidité élevée est nécessaire à la formation des conidies et à l'infection des feuilles. Les gouttelettes d'eau et le vent permettent la dissémination des conidies. Ces maladies, responsables de l'apparition de taches foliaires et d'une sénescence prématurée des tissus végétaux, peuvent être transmises aux semences et provoquer des fontes de semis et nous avons observées peu de thalles infectées par le dollar spot puis en dernier le fil rouge (Fig.27).

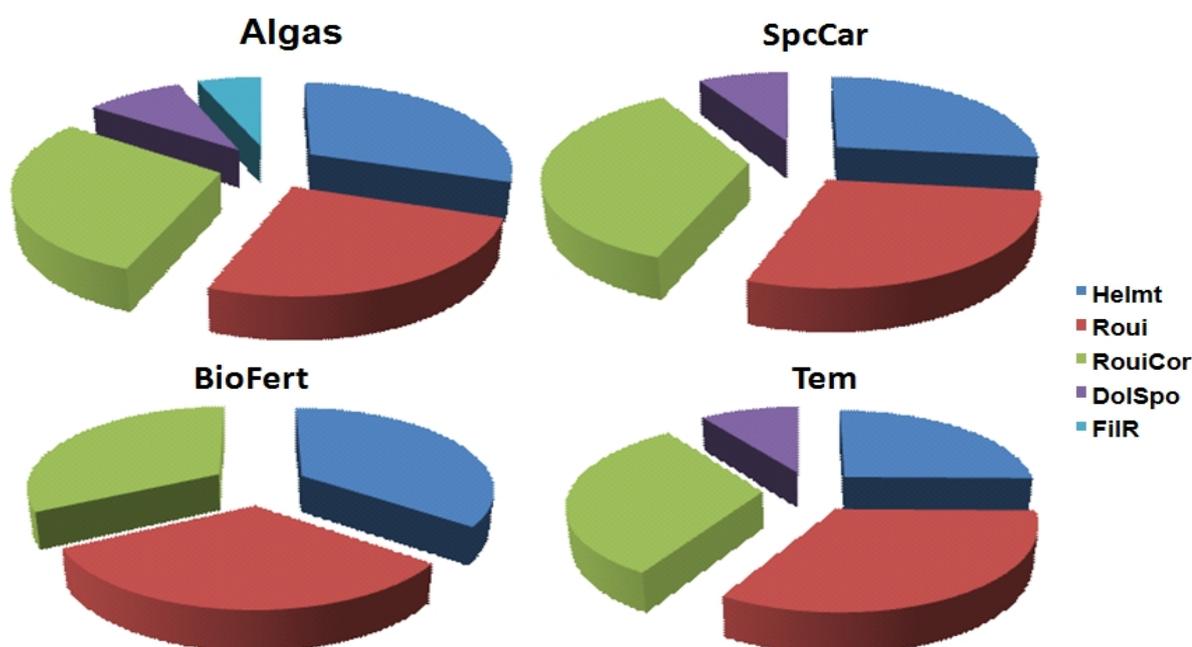


Figure 27: Taux d'infestation du gazon sous l'effet des phytofortifiants

- **Traitement par Biofertilisant**

Toujours en premier lieu la rouille suivi par la rouilles couronnées et les helminthosporioses en troisième degrés s'étaient développées par rapport au relevé précédent et touchaient la majorité des talles avec l'absence de deux maladies, qui sont le fil rouge et dollar spot dans ce cas (Fig.27).

- Traitement par Spéciale care hors

L'infection était respectivement par la rouille et la rouille couronnés est plus important par contre les thalles sont relativement peu affectée par le dollar spot, et peu par fil rouge (Fig.27).

Nous avons utilisé le test (G.L.M), de manière à étudier l'effet des fertilisants foliaires sur les maladies les plus dominante sur ray grass anglais. Ce model nous permis de réaliser un nombre d'analyses de 75 (Fig. 28).

La figure 28 montre que l'infestation des thalles sont différentes par rapport aux applications des produits, sur Alguasmar le taux d'infestation par la rouilles couronnées est le plus élevées suivi par les deux maladies la rouille et helminthosporiose sur le témoin et speciale care horse alors que les thalles les moins infestées par le dollar spot (*Sclerotinia homoeocarpa*) sont traites par Biofertilisant et la maladie du fil rouge sont négligente sauf sur Alguasmar.

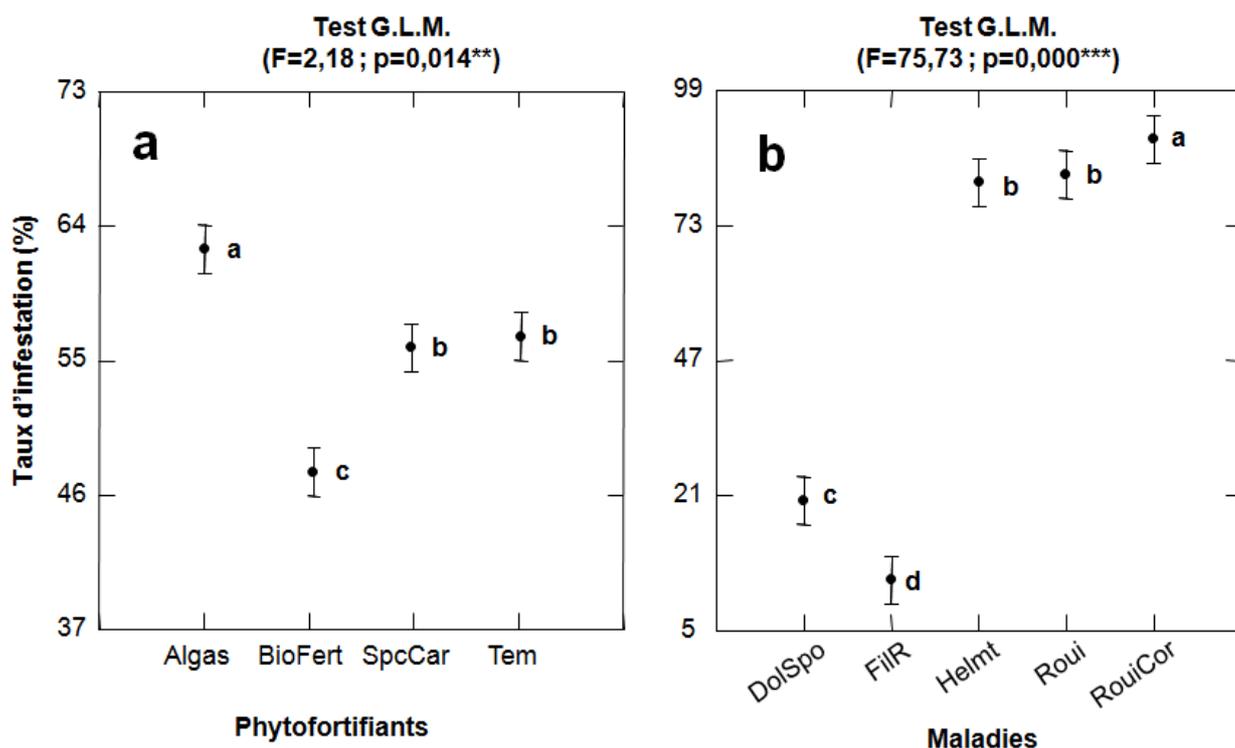


Figure 28: le taux d'infestation du ray grass anglais *Lolium pérenne* traitées par des phytofertilisants

Selon la figure 29, les thalles les plus infestées par les majorités des maladies tels que le fil rouge et dollar spot et helminthosporiose sont traiter par Alguasmar alors que le traitement par Biofertilisant à éviter l'installation deux maladies cryptogamiques importante dans le gazon qui sont le fil rouge et dollar spot et ca se signifie que le Biofertilisant a une caractéristique spéciale phytofortifiante.

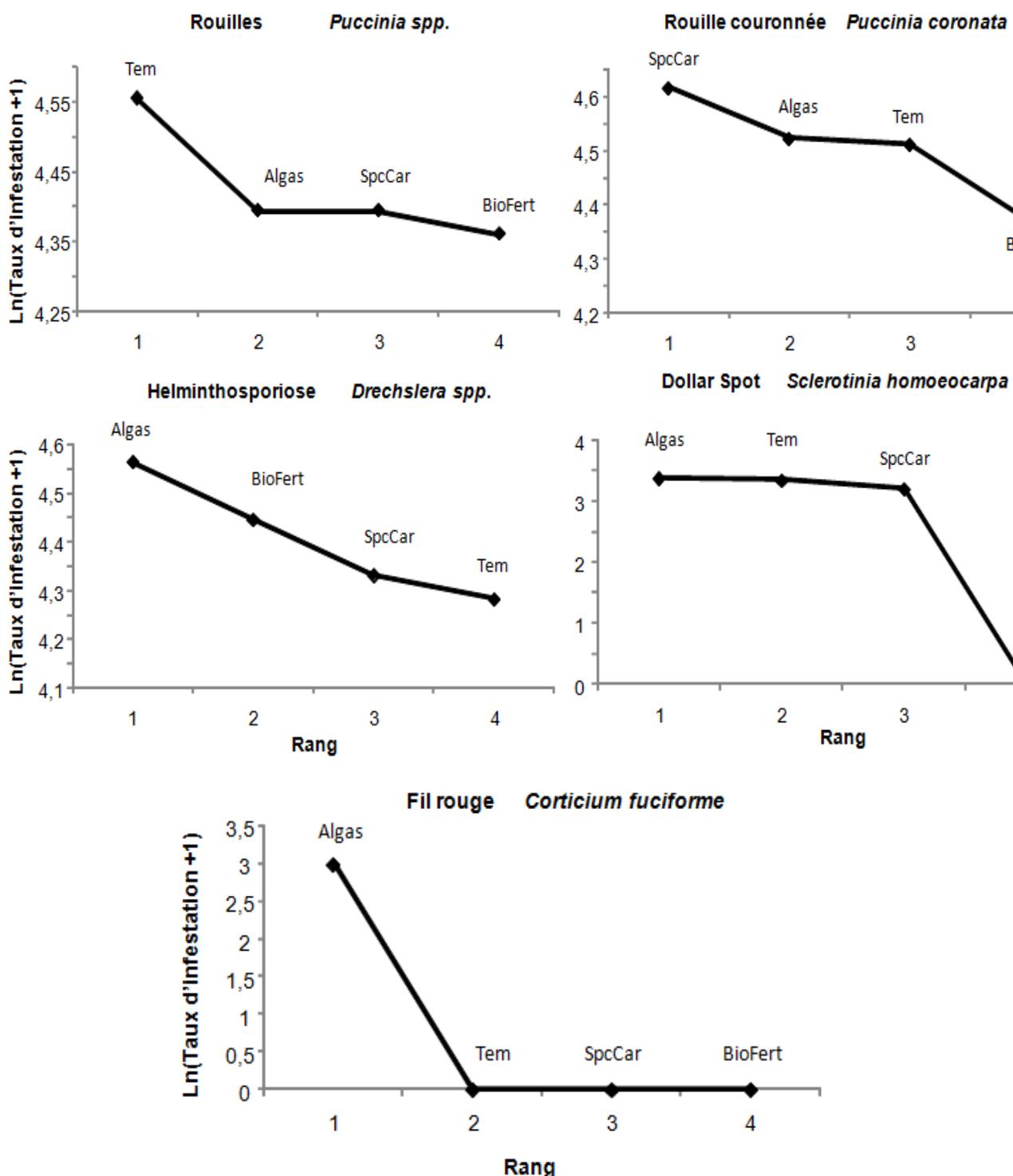


Figure 29 : Succession d'infestation des maladies en fonction des traitements

Chapitre 4 : Discussion

Les phytofortifiants ne sont pas soumis à l'inscription de leurs substances actives sur la liste communautaire. Présentés comme bioproduit pouvant favoriser chez les végétaux le développement de la vigueur des cultures ou leur tolérance face à des bioagresseurs ou à des conditions environnantes adverses, et contrôler ou diminuer les dommages causés par les ravageurs des cultures. Ils ne sont ni des phytosanitaires ni des fertilisants ni des organismes de contrôle biologique exotiques (phéromones).

L'importance des phytofortifiants dans le développement de plantules herbacées n'est pas à démontrer, ils permettent de jouer un rôle double ; protègent et améliorent la production végétale. Les résultats relatifs aux effets comparés des phytofortifiants (Alguasmar, Spéciale care horse fort et Biofertilisant) sur les paramètres morphologiques et l'état phytosanitaire du ray grass anglais nous ont permis de dégager les hypothèses suivantes :

1. Effet des phytofortifiants sur la production de la phytomasse

- *Effet des différents phytofortifiants sur la capacité germinative du ray grass anglais Lolium pérenne L.*

Le processus de la germination dépend des facteurs intrinsèques (âge et état de la plante, évolution physiologique et morphologique de la graine) et extrinsèques (humidité, température, oxygène). La capacité germinative des semences enfouies évolue lorsque la durée de conservation augmente (Taylorson, 1970, 1972 ; Stoler et Wax, 1974) et on observe fréquemment que ces fluctuations revêtent un caractère cyclique de périodicité annuelle (Courtney, 1968 ; Popay et Roberts, 1970 ; Baskin et Baskin, 1979, 1981a,b).

Les résultats montrent que Biofertilisant et Spéciale care horse fort étant les plus représentatifs en termes de lever de dormance. Suivi par Alguasmar et eau courante en dernier.

Ces fluctuations de la capacité germinative sont interprétées par les différents auteurs comme l'apparition et l'élimination de dormances induites par le milieu de conservation. Dans le sol, les principaux facteurs invoqués pour leur action directe ou indirecte sur les semences sont : la température et l'humidité (Karsse, 1982).

Effet des différents phytofortifiants sur la croissance végétale du ray gras anglais Lolium pérenne L.var.

De nombreux résultats de recherche démontrent clairement les effets positifs de la fertilisation foliaire sur la croissance, le développement et parfois même sur le rendement des cultures (Hannam et al., 1984), tandis que d'autres recherches montrent l'inefficacité de cette pratique (Edmidten et al., 1994; 2002; Tojnko et al., 2002). Ces résultats divergents sont dus aux nombreux facteurs régissant l'efficacité de la fertilisation foliaire. Ces facteurs limitant sont d'une part, reliés aux conditions climatiques, et d'autre part, à la nature même du ou des produits

On constate l'efficacité des applications des phytofortifiants sur la croissance du ray grass anglais est différentes pour chaque produits, concernant le Biofertilisant est exprimé par les fortes valeurs de surfaces foliaires 14,66 cm suivi par Spéciale care horse forte 13 cm qui renferment des éléments nutritifs et plus des glucides et des activateurs de croissances autre élément (10 % extrait d'algue marine) et en fin par Alguasmar en dernier avec 11,33 cm. qui est un bio activateur d'origine végétales à base d'algue marine aussi et acides aminées provenant du gluten de maïs, un effet marquant du temps sur l'expansion foliaire à partir de la cinquième sortie soit (deux semaines après) l'application des fertilisants foliaires utilisés. Concernant la croissance temporelle racinaire du ray gras anglais, les résultats montrent que les fertilisants étudiés ont eu une action différentes. Le Biofertilisant et l'Alguasmar qui expriment les fortes valeurs de croissance en longueur et ceci à partir de la du 15^{ème} jour d'application. Les traitements par les phytofortifiants étudiés ont eu une action différente sur la vigueur du ray gras anglais dans le temps. C'est le Biofertilisant et Spéciale care horse sea fort qui expriment les fortes valeurs de vigueur par rapport au Alguasmar et ceci à partir du quinzième jour d'apport.

Elmer (2009), estime que l'interaction des vers de terre et leurs excréments avec ces populations de PGPR, capables de promouvoir la croissance des plantes, via la synthèse de nombreux composés proches des hormones végétales reste à démontrer.

2. Effet des phytofortifiants sur l'état phytosanitaire

Le choix de variétés avec un bon niveau de résistance constitue indéniablement une possibilité de réduire l'impact des maladies. Malheureusement, on constate parfois que les variétés les plus productives sont généralement les plus sensibles. C'est du moins le cas pour les ray-grass anglais. Il est rare qu'une plante malade ne soit attaquée que par un seul champignon mais généralement, parmi la flore parasite présente, un agent pathogène dominant est responsable de la majorité des symptômes observés.

La rouille (*Puccinia ssp.*) est la maladie la plus dominante sur le ray grass, elles touchaient la moitié des talles mais provoquaient des taches discrètes suit par la rouille couronnée, la plus fréquente, se déclare souvent dès le mois de juillet.

Les attaques les plus importantes sont néanmoins observées en fin de saison après une succession de multiplications des urédospores, responsables de l'apparition de nouvelles pustules puis l'helminthosporiose (*Drechslera ssp.*) en troisième degré, qui est caractérisées par des taches foliaires foncées, d'abord toutes petites et bien délimitées. En général, la surface foliaire couverte par les taches typiques des helminthosporioses est faible (< 5%) mais la sénescence des feuilles est fortement accélérée. En suite le dollar spot (*Sclerotinioh homéocorpa*) est un champignon microscopique courante affectant en particulier les gazons de Poa. et en dernier la maladie du fil rouge.

Des études de l'effet des vers de terre, sur la réduction de la sévérité de nombreuses maladies, a été démontré à de nombreuses reprises (Stephens et al., 1993; Stephens et al., 1994; Stephens et Davoren, 1995; 1997; Clapperton et al., 2001; Wolfarth et al., 2011). Les thalles les plus infestées par les majorités des maladies tels que le fil rouge et dollar spot et helminthosporiose sont traiter par Alguasmar alors que le traitement par Biofertilisant à éviter l'installation deux maladies cryptogamiques importante dans le gazon qui sont le fil rouge et dollar spot et ca se signifie que le Biofertilisant a une caractéristique spéciale phytofortifiante.

Selon Philippe (2013), la fertilisation a un effet sur l'architecture de la plante. Une forte fertilisation entraîne une croissance végétative forte, donc un climat plus humide dans la serre qui influe sur le développement des maladies.

L'effet répressif des molécules testées nous fait supposer la possibilité de la présence des composés interagissant avec les mécanismes de défense de la plante. L'hypothèse apportée rejoint les nombreux travaux qui se sont intéressés à l'application de certaines Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), qui sont capables d'améliorer la performance des plantes en activant des résistances systémiques chez ces dernières, leur conférant ainsi un large spectre de résistance face à de nombreux pathogènes et insectes (Persello-Cartieaux et al., 2003; Ryu et al., 2004; Bakker et al., 2007; van Wees et al., 2008; Hayat et al., 2010). D'autre études montrent que les microorganismes du jus issu des vers de terre après leur digestion peuvent interagir directement avec les mécanismes de défense de la plante au travers de la synthèse d'acide salicylique (S.A.) ou d'1aminocyclopropane- 1-carboxylic acid (A.C.C.), induisant un mécanisme de résistance acquise (S.A.R.) ou induite (I.S.R.) respectivement.

L'étude d'Elmer (2009), concernant l'interaction des vers de terre avec ces populations de P.G.P.R., sont capables de promouvoir la croissance des plantes, via la synthèse de nombreux composés proches des hormones végétales restent à démontrer. Cependant, l'effet des vers de terre, sur la réduction de la sévérité de nombreuses maladies, a été démontré à de nombreuses reprises (Stephens et al., 1993; Stephens et al., 1994; Stephens & Davoren, 1995; 1997; Clapperton et al., 2001; Wolfarth et al., 2011). Leurs effets sur la réduction de certaines maladies chez les plantes sont souvent associés à une meilleure nutrition des plantes ou encore à un effet de prédation par le vers de terre. Cependant, ces hypothèses ne suffisent pas dans certains cas à expliquer l'effet observé des vers sur la réduction de la maladie (Blouin et al., 2005; Elmer, 2009). L'hypothèse d'une action combinée avec certains microorganismes du sol afin de produire des composés antibiotiques et/ ou d'induire des réponses systémiques de défense chez la plante est une hypothèse parcimonieuse pour expliquer l'effet des vers et leur sécrétions.

Conclusion générale et perspectives

Au terme de cette approche consacrée à l'étude de l'effet des phytofortifiants l'induction de la défense naturelle, nous concluons que

L'évolution de la partie aérienne des plantules du ray gras anglais sous l'effet des fertilisants appliqués montre que la meilleure croissance est attribuer au phytofortifiants Biofertilisant en premier lieu, suivi par Spéciale care qui renferment des éléments nutritifs et plus des glucides et des activateurs de croissances puis l'Alguasmar qui est un bio activateur d'origine végétales à base d'algue marine riche aussi en acides aminées provenant du gluten de maïs par rapport au Biofertilisant .

Un gazon disposant d'un enracinement profond et dense sera plus résistant au piétinement et montrera une capacité de régénération plus importante. Les résultats montrent que les fertilisants étudiés ont eu une action différente sur la croissance racinaire du ray grass anglais dans le temps. C'est le Biofertilisant et Spéciale care qui expriment les fortes valeurs de croissance en longueur et ceci à partir de la du 15^{ème} jour d'application.

Les résultats montrent aussi que les phytofortifiants étudiés ont eu une action différente sur la vigueur du ray grass anglais dans le temps. C'est le Biofertilisant et Spéciale care horse sea fort qui expriment les fortes valeurs de vigueur par rapport au Alguasmar et ceci à partir du quinzième jour d'apport.

Une graminée affaiblie sera beaucoup plus sensible à des attaques de maladies cryptogamiques. Ces champignons peuvent occasionner au gazon des dégâts importants, au point que le gazon risque de disparaître complètement. Sur chaque parcelle traitée soit par ces produits (Alguasmar .Biofertilisant , Speciale care horse), le taux de l'infestation de chaque maladie, La rouille était encore fréquentes sur l'ensemble des traitements, elles touchaient la moitié des talles mais provoquaient des taches discrètes suit par la rouille couronnées puis l'helminthosporiose en troisième degré, en suite par le dollar spot et en dernier la maladie du fil rouge. Les thalles les plus infestées par les majorités des maladies tels que le fil rouge et dollar spot et helminthosporiose sont traiter par Alguasmar alors que le traitement par Biofertilisant à éviter l'installation de deux maladies cryptogamiques importante dans le gazon qui sont le fil rouge et dollar spot et ca se signifie que le Biofertilisant a une caractéristique spéciale phytofortifiante.

En perspective, il serait judicieux de proposer un programme de fertilisation sur la base d'utilisation du Biofertilisant et le Spéciale Car. Des évaluations sur le comportement cultural, l'adaptation au climat nord africain, et sa résistance aux maladies et ravageurs animaux doivent être entrepris.

Bibliographie :

ANONYME ,2010 , le Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants-pédagogie :GNISP

ALLEN, T.W., A. MARTINEZ, Y L.L. BURPEE. 2005. Mancha dólar en céspedes. Trans. Alfredo D. Martínez-Espinoza y Carlos Venegas Gamero. 2012. *The Plant Health Instructor*. DOI:10.1094/PHI-I-2012-0612-01

AMANDINE ,I. 2013.Caractérisation de populations de ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) à gazon sélectionnées pour une tolérance au gel supérieure

ANCHORDOGUY, T.J., A.S. RUDOLPH, J.F. CARPENTER, AND J.H. CROWE. 1987. Modes of interaction of cryoprotectants with membrane phospholipids during freezing. *Cryobiology* 24:324-331.

AVICE, J.C., S. LOUAHLIA, T.H. KIM, A. JACQUET, A. MORVAN-BERTRAND, M.P. PRUDHOMME, A. OURRY, AND J.C. SIMON. 2001. Influence of nitrogen and carbon reserves on the re-growth of pasture species. (French). *Fourrages* 165:3-22.

Balachowsky A., Mesnil L. 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées tome second. p 1623-1633.

Balachowsky A.S. 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture Tome I Coleoptères Vol 1 Super-Famille des Scarabaeoidés. p 24-175.

BAKKER P.A.H.M., PIETERSE C.M.J. & VAN LOON L.C., 2007. Induced systemic resistance by fluorescent *Pseudomonas* spp. *Phytopathology*, **97**, 239-243.

BARKER, R.E. AND R.R. KALTON. 1989. Cool-Season forage grass breeding: Progress, potentials, and benefits 1. Contributions from Breeding Forage and Turf Grasses CSSA Special Publ:5-20.

BASKIN J.-M., BASKIN C. C., 1979. Timing of seed germination in the weedy summer annual *Euphorbia supina*. *Bartonia*, 46, 63-68

BASKIN J.-M., BASKIN C. C., 1981A. Seasonal changes in germination of buried seeds of *Verbascum thapsus* and *V. blattaria* and ecological implications. *Can. J. Bot.*, 59, 1769-1775.

BASKIN J.-M., BASKIN C. C., 1981B. Seasonal changes in the germination responses of buried *Lamium amplexicaule* seeds. *Weed Res.*,21, 299-306

BELANGER, G., Y. CASTONGUAY, A. BERTRAND, C. DHONT, P. ROCHETTE, L. COUTURE, R. DRAPEAU, D. MONGRAIN, F.-P. CHALIFOUR, AND R. MICHAUD. 2006. Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation, and prediction. *Canadian Journal of Plant Science* 86:33-47.

BELANGER, G., P. ROCHETTE, Y. CASTONGUAY, A. BOOTSMA, D. MONGRAIN, AND D.A.J. RYAN. 2002. Climate change and winter survival of perennial forage crops in eastern Canada. *Agronomy Journal* 94:1120-1130.

- BERTRAND, A., Y. CASTONGUAY, A. AZAIEZ, AND J. DIONNE. 2013.** Low-temperature stress, in: Stier, J. C., et al. (eds.), Turfgrass: Biology, Use and Management, American Society of Agronomy. 40 pp.
- BERTRAND, A., Y. CASTONGUAY, J. CLOUTIER, L. COUTURE, T. HSIANG, J. DIONNE, AND S. LABERGE. 2009.** Genetic diversity for pink snow mold resistance in greens-type annual bluegrass. *Crop Science* 49:589-599.
- BHOWMIK, P.K., K.I. TAMURA, Y. SANADA, K. TASE, AND T. YAMADA. 2006.** Sucrose metabolism of perennial ryegrass in relation to cold acclimation. *Journal of Biosciences* 61:99-104.
- BLAIR, G. (1997).** Matching pasture to the Australian environment. Chapter 5. In: JV Lovett, JM Scott, eds. *Pasture Production and Management*, Edition 1. Inkata Press, Victoria. pp 88-109.
- BLOUIN, M., ZUILY-FODIL, Y., PHAM-THI, A.T., LAFFRAY, D., REVERSAT, G., PANDO, A., TONDOH, J. & LAVELLE, P. (2005)** Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecol. Lett.*, 8, 202-208
- BUDAK, H., R.C. SHEARMAN, R.E. GAUSSOIN, AND I. DWEIKAT. 2004.** Application of sequence-related-amplified polymorphism markers for characterization of turfgrass species. *HortScience* 39:955-958.
- BURPEE, L.L. 1980.** Assessment of resistance to *Rhizoctonia solani* in tall fescue based on disease progress and crop recovery. *Plant Dis.* 76:1065-1068.
- BURPEE, L.L., AND S.B. MARTIN. 1992.** Biology of *Rhizoctonia* species associated with turfgrasses. *Plant Dis.* 76:112-117.
- CLAPPERTON, M.J., LEE, N.O., BINET, F. & CONNER, R.L. (2001)** Earthworms indirectly reduce the effects of take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) on soft white spring wheat (*Triticum aestivum* cv. Fielder). *Soil Biol. Biochem.*, 33, 1531-1538.
- CASTONGUAY, Y., A. BERTRAND, R. MICHAUD, AND S. LABERGE. 2011.** Cold-induced biochemical and molecular changes in alfalfa populations selectively improved for freezing tolerance. *Crop Science* 51:2132-2144.
- CASTONGUAY, Y., J. CLOUTIER, A. BERTRAND, R. MICHAUD, AND S. LABERGE. 2010.** SRAP polymorphisms associated with superior freezing tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* spp. *sativa*). *Theoretical and Applied Genetic* 120:1611-1619.
- CASTONGUAY, Y., M.P. DUBE, J. CLOUTIER, A. BERTRAND, R. MICHAUD, AND S. LABERGE. 2013.** Molecular physiology and breeding at the crossroads of cold hardiness improvement. *Physiologia Plantarum* 147:64-74.
- CASTONGUAY, Y., S. LABERGE, E.C. BRUMMER, AND J.J. VOLENEC. 2006.** Alfalfa winter hardiness: a research retrospective and integrated perspective. *Advances in Agronomy* 90:203-265.

CASTONGUAY, Y., R. MICHAUD, P. NADEAU, AND A. BERTRAND. 2009. An indoor screening method for improvement of freezing tolerance in alfalfa. *Crop Science* 49:809-818.

CATALA, R., J. MEDINA, AND J. SALINAS. 2011. Integration of low temperature and light signaling during cold acclimation response in *Arabidopsis*. *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America* 108:16475-16480.

CHALMERS, J., A. LIDGETT, N. CUMMINGS, Y. CAO, J. FORSTER, AND G. SPANGENBERG. 2005. Molecular genetics of fructan metabolism in perennial ryegrass. *Plant Biotechnology Journal* 3:459-474.

CHARBONNEAU, P. 2010.. Communiqués. Série sur les pelouses. pages. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/thatchcn.htm>
Date de consultation: 15 mai 2007

CHRISTOPHE.G. Guide d'entretien des terrains de rugby en gazon naturel

COMPO. 2009. l'abc du gazon ed 2009+ p 55.

COLLIGNO ,2007.Plan avec jardin 3d .

COOK, F.G. 1975. Production loss estimation in *Drechslera* infection of ryegrass. *Annals of Applied Biology*, 81 : 251-256.

CRAAQ. 2003. Guide de référence en fertilisation. 1re édition. Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 294 pages

CRITCHETT, C. I. 1991. Studies on ryegrass rust in Victoria. PhD Thesis, La Trobe University, Melbourne. Cité par KIMBENG, C.A. 1999. Genetic basis of crown rust resistance in perennial ryegrass, breeding strategies, and genetic variation among pathogen populations : a review. 1999. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39 : 361-78.

CORPEP,2013. Fiche technique «La maintenance des terrains de sport communaux engazonnés».

COURTNEY.R.D.1968.Seed dormancy and field emergency in polygenum aviculaire *j.appl.ecol.*,5.675-685.

CULLEN,B.R. ,CHAPMAN D. F.,QUIGLEY.,P.E.(2006) . comparative defoliation tolerance ot temperature of rygrass grass and forrage sciene :61 :405-412.

DAMIANI, C.R., L. PISTELLI, AND L. GUGLIELMINETTI. 2012. Fructan metabolism in tall fescue calli under different environmental condition. *African Journal of Biotechnology* 11:10953-10961.

DAJOZ R., 2006- Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 505p.

DAVIES, H & WILLIAMS, A. E. 1970. The effect of mildew and leaf blotch on yield and quality of cv. Lior Italian ryegrass. *Plant Pathology*, 19 : 135-38.

DEMO VERT, 2010 salon demo vert , Guide technique des terrains de pelouses .

DHONT, C., Y. CASTONGUAY, P. NADEAU, G. BELANGER, AND F.-P. CHALIFOUR. 2003. Alfalfa root nitrogen reserves and regrowth potential in response to fall harvests. *Crop Science* 43:181-194.

DIONNE, J., Y. CASTONGUAY, P. NADEAU, AND Y. DESJARDINS. 2001A. Amino acid and protein changes during cold acclimation of green-type annual bluegrass (*Poa annua* L.) ecotypes. *Crop Science* 41:1862-1870.

DIONNE, J., Y. CASTONGUAY, P. NADEAU, AND Y. DESJARDINS. 2001B. Freezing tolerance and carbohydrate changes during cold acclimation of green-type annual bluegrass (*Poa annua* L.) ecotypes. *Crop Science* 41:443-451.

DIONNE, J., S. ROCHEFORT, D.R. HUFF, Y. DESJARDINS, A. BERTRAND, AND Y. CASTONGUAY. 2010. Variability for freezing tolerance among 42 ecotypes of green-type annual bluegrass. *Crop Science* 50:321-336.

DESJARDINS, Y. 2003. Gestion et entretien des gazons - Guide d'étude et manuel de formation. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Qc. 590 pages.

EBDON, J.S., R.A. GAGNE, AND R.C. MANLEY. 2002. Comparative cold tolerance in diverse turf quality genotypes of perennial ryegrass. *HortScience* 37:826-830.

ÉDITH SMEESTERS (2000) .Pelouses et couvres-sols, Éditions Broquet, 208 p.

EDMISTEN, K.L., C.W. WOOD, AND C.H. BURMESTER. 1994. Effects of early-season foliar fertilization on cotton growth, yield and nutrient concentration. *Journal of Plant Nutrition* 17(4): 683-692.

ELMER, W.H. (2009) Influence of Earthworm Activity on Soil Microbes and Soilborne Diseases of Vegetables. *Plant Dis.*, 93, 175-179.

ESPEVIG, T., M. DACOSTA, L. HOFFMAN, T.S. AAMLID, A.M. TRONSMO, B.B. CLARKE, AND B. HUANG. 2011. Freezing tolerance and carbohydrate changes of two *Agrostis* species during cold acclimation. *Crop Science* 51:1188-1197.

ESPEVIG, T., C.P. XU, T.S. AAMLID, M. DACOSTA, AND B.R. HUANG. 2012. Proteomic responses during cold acclimation in association with freezing tolerance of velvet bentgrass. *Journal of The American Society for Horticultural Science* 137:391-399.

EGGENS, J. L. 1998. Turf Management – Principles and Practices. Study Guide, Eleventh Edition, Department of Horticulture, University of Guelph. Guelph ON. Voir chapitre 3.

FIHOQ et APGQ (2008) Guide d'implantation et d'entretien d'une pelouse durable, 212 p.

FIHOQ et APGQ (2008) Guide d'implantation et d'entretien d'une pelouse durable, 212 p. **FIHOQ et APGQ**, Guide d'implantation et d'entretien d'une pelouse durable, feuillet synthèse, 34 p. <http://www.fihq.qc.ca/>

FIHOQ, .2008. Implantation et entretien d'une pelouse durable, www.fihq.qc.ca. Food and Rural Affairs. Disponible à: http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/info_turfipm.htm

Gazonsports ,2008 .Entretien Et Maintenance Des Terrais De Football .

ANNONYME , 2010, le [Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants consultable sur : \(www.genis –pédagogie\) .](http://www.genis-pedagogie.com)

ANNONYME , 2008, plante de grande culture , Progrès Génétique et critères de choix des variétés, édition 2008

ANNONYME , 2012, le [Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants consultable sur : \(www.genis –pédagogie\) .](http://www.genis-pedagogie.com)

GHARIANI, S., N. TRIFI-FARAH, M. CHAKROUN, S. MARGHALI, AND M. MARRAKCHI. 2004. Characterisation of genetic diversity of Tunisian *Lolium perenne*. Cahier Options Méditerranée 62:73-76.

GHEQUIERE, A. & REHEUL, D. 1996. Veredelen voor kroonroestresistentie in Engels raaigras. Parasitica, 52 : 117-126.

GUSTA, L.V., J.D. BUTLER, C. RAJASHEKAR, AND M.J. BURKE. 1980. Freezing resistance of perennial turfgrasses. HortScience 15:494-496.

GUSTA, L.V., R. TRISCHUK, AND C.J. WEISER. 2005. Plant cold acclimation: The role of abscisic acid. Journal of Plant Growth Regulation 24:308-318.

GUSTA, L.V. AND M. WISNIEWSKI. 2013. Understanding plant cold hardiness: an opinion. Physiologia Plantarum 147:4-14.

GUY, C., F. KAPLAN, J. KOPKA, J. SELBIG, AND D.K. HINCHA. 2008. Metabolomics of temperature stress. Physiologia Plantarum 132:220-235.

GUY, C.L. 2003. Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. Canadian Journal of Botany 81:1216-1223.

HAN, S., R. TANG, L.K. ANDERSON, T.E. WOERNER, AND Z.-M. PEI. 2003. A cell surface receptor mediates extracellular Ca²⁺ sensing in guard cells. Nature 425:196-200.

HANNAH, M.A., D. WIESE, S. FREUND, O. FIEHN, A.G. HEYER, AND D.K. HINCHA. 2006. Natural genetic variation of freezing tolerance in Arabidopsis. Plant Physiology 142:98-112. 66

- HANNAM R.J., DAVIES W.J., GRAHAM R.D. AND J.L. RIGGS. 1984.** The effect of soil- and foliar-applied manganese in preventing the onset of manganese deficiency in *Lupinus angustifolium*. *Australian Journal of Agricultural Research* 35: 529-538.
- HANSLIN, H.M. AND M. HÖGLIND. 2009.** Differences in winter-hardening between phenotypes of *Lolium perenne* with contrasting water-soluble carbohydrate concentrations. *Grass and Forage Science* 64:187-195.
- HANSON, A.A., F.V. JUSKA, AND G.W. BURTON. 1969.** Species and varieties, in: Hanson, A. A. and F. V. Juska (eds.), *Turfgrass science*, American Society of Agronomy. pp. 370-409.
- HAYAT, R., ALI, S., AMARA, U., KHALID, R. & AHMED, I. (2010)** Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann. Microbiol.*, 60, 579-598.
- HAYGOOD R. A. ; MARTIN S. B.1990 ;** Characterization and pathogenicity of species of *Rhizoctonia* associated with centipedegrass and St. Augustinegrass in South Carolina 1990, vol. 74, no7, pp. 510-514
- HAZARD L. (1990) :** Etude de l'adaptation de trois espèces de graminées fourragères (*Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*) à différentes hauteurs de coupes fréquentes .
- HAZARD L., DE MORAES A., BETIN M., TRINEAU R., EMILE J-C. (1998) :** "Perennial ryegrass cultivar effects on intake of grazing sheep and feeding value", *Ann. Zootech.*, 47, 117-125
- HEARD, A.J. & ROBERTS, E.T. 1975.** Disorders of temporary ryegrass swards in south-east England. *Dans Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forage and fodder crops.* *Ann. appl. Biol.*, 81 : 240-243.
- HISANO, H., A. KANAZAWA, A. KAWAKAMI, M. YOSHIDA, Y. SHIMAMOTO, AND T. YAMADA. 2004.** Transgenic perennial ryegrass plants expressing wheat fructosyltransferase genes accumulate increased amounts of fructan and acquire increased tolerance on a cellular level to freezing. *Plant Science* 167:861-868.
- HISANO, H., A. KANAZAWA, M. YOSHIDA, M.O. HUMPHREYS, M. IIZUKA, K. KITAMURA, AND T. YAMADA. 2008.** Coordinated expression of functionally diverse fructosyltransferase genes is associated with fructan accumulation in response to low temperature in perennial ryegrass. *New Phytologist* 178:766-780.
- HOFFMAN, L., M. DACOSTA, J.S. EBDON, AND E. WATKINS. 2010.** Physiological changes during cold acclimation of perennial ryegrass accessions differing in freeze tolerance. *Crop Science* 50:1037-1047.
- HOFFMAN, L., M. DACOSTA, J.S. EBDON, AND J. ZHAO. 2012.** Effects of drought preconditioning on freezing tolerance of perennial ryegrass. *Environmental and Experimental Botany* 79:11-20.

HULKE, B., E. WATKINS, D. WYSE, AND N. EHLKE. 2008. Freezing tolerance of selected perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) accessions and its association with field winterhardiness and turf traits. *Euphytica* 163:131-141.

HULKE, B.S., E. WATKINS, D. WYSE, AND N. EHLKE. 2007. Winterhardiness and turf quality of accessions of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from public collections. *Crop Science* 47:1596-1602.

HUMPHREYS, M.O. 1989A. Assessment of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for breeding. II. Components of winter hardiness. *Euphytica* 41:1-2.

HUMPHREYS, M.O. 1989B. Water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. I. Genetic differences among cultivars and hybrid progeny grown as spaced plants. *Grass and Forage Science: The Journal of The British Grassland Society* 44:231-236.

JAN, N., M. UL-HUSSAIN, AND K.I. ANDRABI. 2009. Cold resistance in plants: A mystery unresolved. *Electronical Journal of Biotechnology* 12:14-15. 67

JOHNSON, J. 1991. Importance of the problem - Practical solutions. *Dans Proceedings of British Grassland Society Conference. Strategies for weed, disease & pest control in grassland. The British Grassland Society c/o AFCR Institute for Grassland and Environmental Research, éditeurs. Hurley, Maidenhead, UK, 1 : 1-13.*

KARSSSEN C. M., 1982. Seasonal patterns dormancy in weed seeds, 243-270. In KHAN A. A. « The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press, 547 p.

KOSOVA, K., P. VITAMVAS, AND I.T. PRASIL. 2007. The role of dehydrins in plant response to cold. *Biologia Plantarum* 51:601-617.

LAM, A. & LEWIS, G.C. 2001. Effects of nitrogen and potassium fertilizer application on *Drechslera* spp. and *Puccinia coronata* on perennial ryegrass (*Lolium perenne*) foliage. *Plant Pathology*, 123-131.

LANCASHIRE, J.A. & LATCH, G.C.M. 1970. The influence of nitrogenous fertilizer on the incidence and effects of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13 : 287-293.

LANCASHIRE, J.A. & LATCH, G.C.M. 1966. Some effects of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) on the growth of two ryegrass varieties in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Resources*, 9 : 628-640.

LASSEUR, B., J. LOTHIER, A. DJOUMAD, B.D. CONINCK, S. SMEEKENS, A.V. LAERE, A. MORVAN-BERTRAND, W.V.D. ENDE, AND M.-P. PRUD'HOMME. 2006. Molecular and functional characterization of a cDNA encoding fructan:fructan 6G-fructosyltransferase (6G-FFT)/fructan:fructan 1-fructosyltransferase (1-FFT) from perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Experimental Botany* 57:2719-2734.

LASSEUR, B., L. SCHROEVEN, W. LAMMENS, K. LE ROY, G. SPANGENBERG, H. MANDUZIO, R. VERGAUWEN, J. LOTHIER, M.P. PRUD'HOMME, AND W. VAN DEN ENDE. 2009. Transforming a fructan:fructan 6G-fructosyltransferase from perennial ryegrass into a sucrose:sucrose 1-fructosyltransferase. *Plant Physiology* 149:327-339.

LEE B., ALFREDO M . (2008) : Turfgrass Diseases: Quick Reference Guide

LEON T. LUCAS, 1996 Diseases of cool and -Season Grasses Fescue, Bluegrass, and Ryegrass Published by North Carolina Cooperative Extension Service Publication Number: AG-361(text version) Revised: May 1996 Last Electronic Revision: May 1998 (Reese).

LOUCIF, Z. ET BONAFONTE, P., 1977. Observation des populations du pou de San José dans la Mitidja. *Rev. Fruits* 32(4): 253-261.

LIVINGSTON, D.P., III, D.K. HINCHA, AND A.G. HEYER. 2009. Fructan and its relationship to abiotic stress tolerance in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences* 66:2007-2023.

MARTIN, S.B. AND L.T. LUCAS. 1984. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. and binucleate *Rhizoctonia*-like fungi from turfgrasses in North Carolina. *Phytopathology*. 74:170-175.

MATTHEW.C.,QUILTER,S.J.KORTE.C.J. ,CJ.,CHU. Stolon formation and significance for sward tiller dynamic in perennial ryegrass :prossedeng of new grassland association 50 :225-259

MICHEL, V., SCHORI, A., MOSIMANN, E., LEHMANN, J., BOLLER, B. & SCHUBIGER,F. 2000. Maladies des graminées et des légumineuses fourragères. *Revue suisse de L'agriculture*, 32 : 1-12.

MICHELMORE, R.W., I. PARAN, AND R.V. KESSELI. 1991. Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked segregant analysis: a rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA* 88:9828-9832.

MINET, J. 1985. Étude morphologique et phylogénétique des organes tympaniques des Pyraloidea. 2. Pyralidae, Crambidae, première partie (Lepidoptera Glossata). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 21 : 69-86.

MONROY, A.F., Y. CASTONGUAY, S. LABERGE, F. SARHAN, L.P. VEZINA, AND R.S. DHINDSA. 1993. A new cold-induced alfalfa gene is associated with enhanced hardening at subzero temperature. *Plant Physiology* 102: 873-879. Naidu, B.P., L.G. Paleg, D. Aspinall, A.C. Jennings, and G.P. Jones. 1991. Amino acid and glycine betaine accumulation in cold-stressed wheat seedlings. *Phytochemistry* 30:407-409.

Référence Bibliographique

MUNROE, E.G. ET M.A. SOLIS. 1999.the pyraloidae,pages 233-256 in N.P. Kristensen(réd.), Lepidoptera, Moths and Butterflies.Volume 1 : Evolution, Systematics, and Biogeography. Handbook of Zoology.Walter de Gruyter, Berlin et New York.

NELSON, E.B. AND C.M. CRAFT 1991. Introduction and establishment of strains of *Enterobacter cloacae* in golf course turf for the biological control of dollar spot. *Plant Dis.* 75: 510-514.

NELSON,2000 .Turf Grass Management .

NELSON, E.B. AND C.M. CRAFT. 1992. Suppression of dollar spot on creeping bentgrass and annual bluegrass turf with compost-amended topdressings. *Plant Dis.* 76: 954-958.

NIEMCZYK, H. D. ET SHETLAR, D. J. 2000. Destructive turf insects. 2nd éd. H. D. N. Books, Wooster. 148p.

O.N.M ,2013, Office national métrologique .statistique météorologie, station ,Dar el Beida .Alger .

OHTAKE, N., S. RUAMRUNGSRI, S. ITO, K. SUEYOSHI, T. OHYAMA, AND P. APAVATJRUT. 2006. Effect of nitrogen supply on nitrogen and carbohydrate constituent accumulation in rhizomes and storage roots of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. *Soil Science and Plant Nutrition* 52:711-716.

OLAVE, C.N., L.A. BRAVO, L.S. RUIZ, AND L.J. CORCUERA. 2005. Differential accumulation of dehydrin-like proteins by abiotic stresses in *Deschampsia antarctica* Desv. *Polar Biology* 28:506-513.

O'ROURKE, C.J. 1975. Common and newly-recorded forage crop diseases in Ireland. *In* :Proceedings of the Federation of British Plant Pathologists. Symposium : Diseases of forageand fodder crops. *Annals of applied Biology*, 81 : 243-247.

O'ROURKE, C.J. 1976. Diseases of grasses and forage legumes in Ireland. An Foras Taluntais,Dublin, Ireland, 401 pp.

Ouellet, F. 2007. Cold acclimation and freezing tolerance in plants. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. <http://www.els.net>. 68

PERSELLO-CARTIEAUX, F., NUSSAUME, L. & ROBAGLIA, C. (2003) Tales from the underground: molecular plant–rhizobacteria interactions. *Plant, Cell & Environment*, 26, 189-199.

POTTER, D. A. 1998. Destructive turfgrass insects biology, diagnosis, and control. Ann Arbor Press, Chelsea. 344p.

POTTER, L.R. 1987. Effect of crown rust on regrowth, competitive ability and nutritional quality of perennial and Italian ryegrasses. *Plant Pathology*, 36 : 455-461.

POPAY A. L, ROBERTS E. H., 1970. Ecology of *Capsetta bursa pastoris* L. and *Senecio vulgaris* L. in relation to germination behaviour. *J. Ecol.*, 58, 123-138.

PRICE, T. 1987. Ryegrass rust in Victoria. *Plant Protection Quarterly*, 2 : 189.

PROSPERI,1995.

RAMADE F., 2003- element d'écologie fondamentale, 3eme edition du nod, paris, 690p.

RAI, V.K. 2002. Role of amino acids in plant responses to stresses. *Biologia Plantarum* 45:481-487.

RAJASHEKAR, C., D. TAO, AND P.H. LI. 1983. Freezing resistance and cold acclimation in turfgrasses. *HortScience* 18:91-93.

RAYNAL ET AL., 1989. Ennemis et maladies des prairies, Institut National de la Recherche Agronomique, éditeurs. Paris, France,249 pp.INRA, éditeurs. Paris, France, 249pp

ROCHEFORT, S., J. BRODEUR, Y. DESJARDINS ET Y. CARRIERE. 1999. Projet-pilote de lutte intégrée dans les pelouses. Rapport de recherche présenté à l'Association des services en horticulture ornementale du Québec. Université Laval, Québec (Québec). 94 pp

RYU, C.-M., FARAG, M.A., HU, C.-H., REDDY, M.S., KLOEPPER, J.W. & PARÉ, P.W. (2004) Bacterial Volatiles Induce Systemic Resistance in Arabidopsis. *Plant Physiol*, 134, 1017-1026.

SALON DEMO VERT .2010.Entretien Des Terrains De Rugby Et Pelouses.

SATHISH, P., N. WITHANA, M. BISWAS, C. BRYANT, K. TEMPLETON, M. AL WAHB, C. SMITH ESPINOZA, J.R. ROCHE, K.M. ELBOROUGH, AND J.R. PHILLIPS. 2007. Transcriptome analysis reveals season-specific rbcS gene expression profiles in diploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plant Biotechnology Journal* 5:146-161.

SIMARD, L., BELAIR, G. ET BRODEUR, J. 2001. Susceptibility of the European chafer(Coleoptera: Scarabaeidae) to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinemematidae, Heterorhabditidae). *Supplément to the Journal of Nematology* 33:297-301.

SHAHBA, M.A., Y.L. QIAN, H.G. HUGHES, D. CHRISTENSEN, AND A.J. KOSKI. 2003A. Cold hardiness of saltgrass accessions. *Crop Science* 43:2142-2147.

SHAHBA, M.A., Y.L. QIAN, H.G. HUGHES, A.J. KOSKI, AND D. CHRISTENSEN. 2003B. Relationships of soluble carbohydrates and freeze tolerance in saltgrass. *Crop Science* 43:2148-2153.

SHEARD, R. W. UNDERSTANDING TURF MANAGEMENT. 2000. Sports Turf Association of Ontario. Guelph ON. Voir chapitres 1 à 5.

SIVANESAN, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvalaria*, *Drechslera*, *Eserohilum* and their teleomorphs. Mycological Paper n°158. C.A.B. International Mycological Institute, Wallingford, UK, 261 pp.

SKIPP, R. A. & HAMPTON, J. G. 1996. Fungal and bacterial diseases of pasture plants in *Amélioration de la qualité phytosanitaire des prairies* 88 New Zealand. Dans *Pasture and Forage Crop Pathology*. Chakraborty, S., Leath, K. T., Skipp, R. A., Pederson, G. A., Bray, R. A., Latch, G. C. M. and Nutter, J. R., éditeurs. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, pp.213-236.

STEPHENS, P.M. & DAVOREN, C.W. (1995) Effect of the lumbricid earthworm *Aporrectodea trapezoides* on wheat grain yield in the field, in the presence or absence of *Rhizoctonia solani* and *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Soil Biol. Biochem.*, 28, 561-567.

STEPHENS, P.M. & DAVOREN, C.W. (1997) Influence of the earthworms *Aporrectodea trapezoides* and *A. rosea* on the disease severity of *Rhizoctonia solani* on subterranean clover and ryegrass. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 511-516.

STEPHENS, P.M., DAVOREN, C.W., DOUBE, B.M. & RYDER, M.H. (1994) Ability of the lumbricid earthworms *Aporrectodea rosea* and *Aporrectodea trapezoides* to reduce the severity of take-all under greenhouse and field conditions. *Soil Biol. Biochem.*, 26, 1291-1297.

STEPHENS, P.M., DAVOREN, C.W., DOUBE, B.M., RYDER, M.H., BENGER, A.M. & NEATE, S.M. (1993) Reduced severity of *rhizoctonia solani* disease on wheat seedlings associated with the presence of the earthworm *aporrectodea trapezoides* (lumbricidae). *Soil Biol. Biochem.*, 25, 1477-1484.

STEWART P., 1969- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique Quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Afri. Du nord*, pp. 24-24

STIER, J.C. 2003. Winterkill. *Grass Roots* 32 (6):5-7.

STIER, J.C. 2007. Understanding and managing environmental stresses of turfgrass, in: Lumpkin, T. A. and I. J. Warrington (eds.). *Plants in Urban and Peri-urban Life*, *Acta Horticulturae* 762, ISHS.

STIER, J.C. AND S.-Z. FEI. 2007. Cold-stress physiology and management of turfgrasses, Handbook of Turfgrass Management and Physiology, Taylor & Francis Group. pp. 473-505.

STIER, J.C., D.L. FILIAULT, M. WISNIEWSKI, AND J.P. PALTA. 2003. Visualization of freezing progression in turfgrasses using infrared video thermography. *Crop Science* 43:415-420.

STOLLER E. W., WAX L. M., 1974. Dormancy changes and fate of some annual weed seeds in the soil. *Weed Sci.*, 22, 151-155

SUTKA, J. AND G. GALIBA. 2003. Abiotic stresses: Cold stress, Elsevier pp. 1-9. 69

SZABADOS, L., H. KOVACS, A. ZILBERSTEIN, AND A. BOUCHEREAU. 2011. Plants in extreme environments: importance of protective compounds in stress tolerance. (Special Issue: Plant responses to drought and salinity stress - Developments in a post-genomic era.). *Advances in Botanical Research* 57:105-150.

SZABADOS, L. AND A. SAVOURE. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science* 15:89-97.

TASHIRO, H. 1987. Turfgrass insects of the United States and Canada. Cornell University Press, Ithaca. 391p.

TAYLORSON R. B., 1970. Changes in dormancy and viability of weed Seeds in soils. *Weed Sei.*, 18, 265-269

TAYLORSON R. B., 1970.Phytocrome controled change in dormancy and germination buried weed seeds *sci.*20,417-423.

THIERRY .H.2010 .guide terrains de sport, édition par COMPO.

THOMAS, J.E. 1991. Diseases of established grassland. *Dans Proceedings of BritishGrassland SocietyConference.Strategies for weed, disease and pest control in grassland.* The British Grassland Society, éditeurs.UK, pp. 3.1-3.12

THOMAS, H. AND A.R. JAMES. 1993. Freezing tolerance and solute changes in contrasting genotypes of *Lolium perenne* L. acclimated to cold and drought. *Annals of Botany* 72:249-254.

THOROGOOD, D. 2003. Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), in: John Wiley & Sons Inc. (ed.), Turfgrass biology, genetics, and breeding. Casler, M. D. and Duncan, R. R., Hoboken, New Jersey. pp. 75-105.

TREDWAY, L.P. AND L.L. BURPEE. 2001. Rhizoctonia diseases of turfgrass. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2001-1109-01 Updated 2006.

- TRISCHUK, R., B. SCHILLING, M. WISNIEWSKI, AND L. GUSTA. 2006.** Freezing stress: systems biology to study cold tolerance, in: Madhava Rao, K. V., et al. (eds.), *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*, Springer pp. 131-155.
- TOJNKO S., TERNAR T. AND Z. CMELIK. 2002.** Effect of foliar application and fertigation with some nutrients on fruit mineral content of young "Golden delicious" apple trees. *Acta Horticulturae (ISHS) 594*: 185-189.
- VALLURU, R. AND W. VAN DEN ENDE. 2008.** Plant fructans in stress environments: emerging concepts and future prospects. *Journal of Experimental Botany 59*:2905-2916.
- VANBELLINGHEN, C., MOREAU, V. & MARAITE, H. 2001.** Effect of *Drechslera siccans* and *D. dictyoides* infection on digestibility and chemical composition of perennial ryegrass. Dans Volker, H.P. & Dapprich, P.D., éditeurs. 'The third international conference on harmful and beneficial microorganisms in grassland, pastures and turf', September 26, 2000. Universität Paderborn, Soest, Germany, pp. 123-128.
- VAN WEES, S.C.M., LUIJENDIJK, M., SMOORENBURG, I., VAN LOON, L.C. & PIETERSE, C.M.J. (2008)** Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance (ISR) in *Arabidopsis* is not associated with a direct effect on expression of known defense-related genes but stimulates the expression of the jasmonate-inducible gene *Atvsp* upon challenge. *Plant Mol. Biol.*, 41, 537-549
- VEREYKEN, I.J., V. CHUPIN, F.A. HOEKSTRA, S.C. SMEEKENS, AND B. DE KRUIJFF. 2003.** The effect of fructan on membrane lipid organization and dynamics in the dry state. *Biophysical Journal 84*:3759-3766.
- Waldron, B.L., N.J. Ehlke, D.J. Vellekson, and D.B. White. 1998a.** Controlled freezing as a indirect selection method for field winterhardiness in turf-type perennial ryegrass. *Crop Science 38*:811-816.
- Waldron, B.L., N.J. Ehlke, D.L. Wyse, and D.J. Vellekson. 1998b.** Genetic variation and predicted gain from selection for winterhardiness and turf quality in a perennial ryegrass topcross population. *Crop Science 38*:817-822.
- Wang, W., B. Vinocur, and A. Altman. 2003.** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: Towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta 218*:1-14.
- WANNER, L.A. AND O. JUNTILA. 1999.** Cold-induced freezing tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology 120*:391-399.
- WEBSTER, D.E. AND J.S. EBDON. 2005.** Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial ryegrass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. *HortScience : A Publication of The American Society for Horticultural Science 40*:842-849.

WETMORE, J., ET K. BROWNE. 2003. Le gazon durable– Engazonnement, entretien et principes de la LAI pour legazon du Canada atlantique. Première édition, 2003. Association des Horticulteurs du Nouveau-Brunswick, N.-B. Canada.

WOLFARTH, F., S. SCHRADER, E. OLDENBURG, J. WEINERT AND J. BRUNOTTE (2011). Earthworms, promote the reduction of Fusarium biomass and deoxynivalenol content in wheat straw under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 43:1858-1865.

WHITE, L.M. 1973. Carbohydrate reserves of grasses: a review. *Journal of Range Management* 26:13-18.

ZHANG, C., S.-Z. FEI, S. WARNKE, L. LI, AND D. HANNAPEL. 2009. Identification of genes associated with cold acclimation in perennial ryegrass. *Journal of Plant Physiology* 166:1436-1445. 70

ZHANG, X. AND E.H. ERVIN. 2008. Metabolic defense responses of bermudagrass during acclimation to freezing stress, in: Stier et al., J. C. (ed.), *Proc. IInd IC on Turfgrass, Acta Horticulturae* pp. 181-194.

ZHANG, X., E.H. ERVIN, AND A.J. LABRANCHE. 2006A. Metabolic defense responses of seeded bermudagrass during acclimation to freezing stress. *Crop Science* 46:2598-2605.

ZHANG, Y., M.A.R. MIAN, AND J.H. BOUTON. 2006B. Recent molecular and genomic studies on stress tolerance of forage and turf grasses. *Crop Science* 46:497-511.

Citation flore ;Lolium pérenne

Développé par semences pures essais, avec la collaboration de l'Université Rutgers, la Citation Fore est le dernier développement de 25 années d'études de la variété

Citation. Inscrite dans le "Top" 10 NTEP 2001, la classification de Lolium perenne.

Citation Fore est un Lolium d'abord, avec une excellente tolérance Gray Feuille Spot.

les pelouses résidentielles / Parcs et Jardins · loisirs Turf / Sports

· Fairways / T-shirts / Esquisses de terrains de golf · · Ressemeteiras production de tapis

Habitudes de croissance et les caractéristiques

- Testé comme PST-2BR
- Croissance dans le tuf, avec une feuille mince très faible croissance / vertical.
- Former un gazon très uniforme, l'installation vert et rapide dense, sombre.
- Il s'adapte à une large variété de sols, ayant un pH compris entre 5,5 et 8,0.

Comporte le niveau de performance / Adaptabilité

- Contient un pourcentage très élevé de endophytes pour une plus grande tolérance insectes / stress et la sécheresse.
- Très résistant à la plupart des maladies, y compris la tache grise.
- Excellente densité tout au long de l'année.
- Très résistant au piétinement.
- Très bonne tolérance au soleil et à l'ombre de la lumière.
- Bon pour ressementeiras.
- Se combine bien avec d'autres perenne Lolium, Poa pratensis et Festuca rubra.

Installation et maintenance

- Pour les pelouses, publics et résidentiels sportives, à l'aide de 35-50 g / m²
- Semez de préférence au printemps et à l'automne.
- Dans les pelouses de ressementeiras en dormance; résidentiels, publics et des sports, utiliser 50 à 75 g / m²
- , Golf Tees, utiliser 100 g / m²
- ; Verts à usage 150-175 g / m²

.

- Pour Fairways, utiliser de 335 à 670 kg / ha
- La graine doit être maintenue humide pendant la germination et l'installation de gazon.
- Avec les températures du sol optimales germination se produit dans 7-12 jours et le gazon doivent être installés dans les 6 à 8 semaines.
- La première coupe est recommandée lorsque l'herbe atteint environ 5 cm.

Entretien

- Pour de meilleures performances, fertiliser avec 20-25 g / m² N par an.
- Pendant les mois les plus froids sont plus performants arrosages en profondeur et peu fréquents / Arrosage dans les mois d'été avec mineur Quantité

GRAMOSEED

COMPONENTES ORGÁNICOS

Turba Rubia del Báltico

COMPONENTES INORGÁNICOS

Abono de Fondo (PG – Mix)

Carbonato cálcico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

pH (CaCl₂): 5,2 – 6,0

Salinidad: 0,5 – 1,1 g/l

Materia Orgánica: 90 - 96 %

N: 90 – 150 mg/l

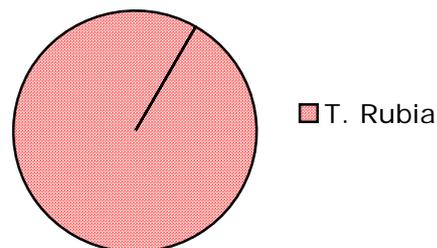
P: 110 – 170 mg/l (P₂O₅)

K: 120 – 190 mg/l (K₂O)

ESTRUCTURA

0 – 5 mm

COMPOSICIÓN



NUTRIENTES

PG – Mix (14/16/18/1) + Elementos Traza: 0,8 Kg/m³

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Es un producto compuesto de 100 % Turba Rubia del báltico con fertilización de base y pH corregido, especialmente indicado para semilleros hortícolas.

Se suministra en balas de 250 litros (según la norma 12580 EN) y Big Bales de 5.800 litros.

CHAPITRE 3 : RESULTATS