

**Amendement automnal d'azote et de potassium
et effet de ces éléments sur la résistance au froid du pâturin annuel**

Rapport sur l'état des travaux présenté à :

La Fondation canadienne de recherche sur le gazon

Équipe de recherche :

Katie Dodson

James B. Ross

Mark Anderson

Darrell Tompkins

Jason Pick

Prairie Turfgrass Research Centre

Olds College

Février 2015

Amendement automnal d'azote et de potassium et effet de ces éléments sur la résistance au froid du pâturin annuel

Objectifs de l'étude

Les objectifs généraux sont les suivants :

- déterminer les effets de l'amendement automnal d'azote et de potassium sur la résistance au froid de la plante,
- établir la relation entre la résistance au froid de la plante, l'équilibre nutritif du sol et la composition du tissu végétal,
- déterminer si les carences ou les excès de nutriments dans le sol ont un effet sur la résistance au froid de la plante,
- formuler des recommandations en matière de fertilisation automnale basées sur l'équilibre nutritif du sol et la composition du tissu végétal en vue d'optimiser la résistance au froid de la plante.

Établissement des parcelles et liste des amendements

Cet essai a été effectué sur un vert conforme aux normes de l'USGA situé sur la propriété de l'Olds College. Le vert a été semé de graines du cultivar de pâturin annuel appelé Two Putt au cours de l'été et de l'automne 2012. La fertilité initiale du sol a été ajustée la première année de façon à ce que tous les nutriments se situent à l'intérieur des intervalles de suffisance au commencement de l'essai à la mi-août. Des analyses ont été réalisées sur la teneur en éléments nutritifs extractibles du sol et sur le tissu végétal afin de déterminer les carences, les suffisances et les excès. Les parcelles ont été disposées selon un modèle de blocs aléatoires complets avec quatre réplicats et deux paramètres d'amendement (doses d'azote et de potassium) (Tableau 1).

Tableau 1. Liste des amendements

Amendements	Source et dose de nutriment	
	Sulfate d'ammonium 21-0-0	Sulfate de potasse 0-0-52
0x dose d'azote + 0x dose de potasse	0,0 kg N/100 m ²	0,0 kg K/100 m ²
0x dose d'azote + ¼x dose de potasse	0,0 kg N/100 m ²	0,125 kg K/100 m ²
0x dose d'azote + ½x dose de potasse	0,0 kg N/100 m ²	0,25 kg K/100 m ²
0x dose d'azote + 1x dose de potasse	0,0 kg N/100 m ²	0,5 kg K/100 m ²
¼x dose d'azote + 0x dose de potasse	0,125 kg N/100 m ²	0,0 kg K/100 m ²
¼x dose d'azote + ¼x dose de potasse	0,125 kg N/100 m ²	0,125 kg K/100 m ²
¼x dose d'azote + ½x dose de potasse	0,125 kg N/100 m ²	0,25 kg K/100 m ²
¼x dose d'azote + 1x dose de potasse	0,125 kg N/100 m ²	0,5 kg K/100 m ²
½x dose d'azote + 0x dose de potasse	0,25 kg N/100 m ²	0,0 kg K/100 m ²
½x dose d'azote + ¼x dose de potasse	0,25 kg N/100 m ²	0,125 kg K/100 m ²
½x dose d'azote + ½x dose de potasse	0,25 kg N/100 m ²	0,25 kg K/100 m ²
½x dose d'azote + 1x dose de potasse	0,25 kg N/100 m ²	0,5 kg K/100 m ²
1x dose d'azote + 0x dose de potasse	0,5 kg N/100 m ²	0,0 kg K/100 m ²
1x dose d'azote + ¼x dose de potasse	0,5 kg N/100 m ²	0,125 kg K/100 m ²
1x dose d'azote + ½x dose de potasse	0,5 kg N/100 m ²	0,25 kg K/100 m ²
1x dose d'azote + 1x dose de potasse	0,5 kg N/100 m ²	0,5 kg K/100 m ²

Recherches amorcées depuis le dernier rapport

- Des échantillons représentatifs de tissu et de sol ont été prélevés en juillet 2014 et analysés afin de déterminer la teneur de base en vue d'amorcer l'étude à la mi-août 2014. Les résultats de ces analyses montrent que les carences décelées dans les échantillons prélevés au printemps ont été corrigées par l'amendement effectué au printemps et à l'été. Cette expérience indique qu'il sera possible de mesurer l'effet des amendements réalisés cet automne.
- L'amendement a été entrepris après le prélèvement de l'échantillon initial de sol et de tissu le 15 août 2014. En tout, il y a eu quatre réplicats toutes les deux semaines jusqu'au 1^{er} octobre.
- Des échantillons de sol et de tissu ont été prélevés le 15 septembre et le 15 octobre afin d'évaluer les effets des amendements sur le tissu et la rhizosphère de la plante.
- Un échantillonnage des parcelles a été effectué de façon aléatoire à l'aide d'une tarière le 6 octobre, le 20 octobre, le 3 novembre et le 24 novembre. Il avait d'abord été prévu de faire trois échantillonnages, mais comme la température ne s'est pas abaissée suffisamment avant la mi-novembre, un quatrième prélèvement a été réalisé le 24 novembre. Par ailleurs, les plantes sont actuellement à l'étape de repousse dans la serre en prévision des essais de TL₅₀.
- Le taux d'humidité des couronnes a été déterminé pour chaque échantillonnage prélevé aux dates susmentionnées. Des carottes de vingt-cinq couronnes ont été prélevées à l'aide d'une tarière et des tronçons de carotte de 5 mm au-dessus de la base de la couronne et de 3 mm au-dessous ont été utilisés pour mesurer la teneur en humidité de chaque parcelle.

Résultats actuels

- Les amendements effectués à l'automne 2014 ont tous été menés à bien et des échantillons ont été prélevés. Tous les résultats en provenance de Brookside Laboratories ont été entrés dans un tableau aux fins d'analyse approfondie.
- Toutes les données des essais de TL₅₀ ont été collectées, soumises à des analyses statistiques et résumées pour en faire ressortir les résultats d'amendement.
- Le pourcentage d'humidité des couronnes a été mesuré aux quatre dates d'échantillonnage pour les 64 parcelles.

Résultats obtenus depuis le dernier rapport

Analyse de tissu

- Comme prévu, les amendements ne contenant ni azote (N) ni potassium (K) ont entraîné un appauvrissement en N et en K au fil du temps (Tableau 2).
- Une interaction a été observée entre les amendements au N et au K. Lorsque la dose de N augmente, une plus grande quantité de K est absorbée par le tissu végétal (Tableau 2). Il ne s'agit toutefois pas d'un fait si étonnant, puisque Zememchick et Albrecht (2002) avaient découvert que les milieux à teneur limitée en K réduisent l'efficacité d'assimilation de l'azote par les plantes. Ces deux macroéléments nutritifs sont nécessaires à la croissance optimale des plantes.
- Dans les parcelles non amendées au N, les données montrent que les fortes doses de K entraînent une diminution de la résistance au froid, ce qui indiquerait qu'une limite supérieure doit être respectée pour l'amendement automnal de K.

Analyse de sol

- La teneur en N du sol a été estimée, mais aucune différence notable n'a été observée entre les amendements (Tableau 3).
- La teneur en K a bien réagi aux diverses doses de K ajoutées au cours de l'essai. L'augmentation des doses de K entraîne une hausse de la teneur en K du sol (Tableau 3).

Résultats des essais de TL₅₀

- Un très faible écart a été relevé entre les trois premiers échantillons, fort probablement en raison de la température automnale relativement clémente (Figure 3) (Tableau 4).
- De prime abord, il semble que les doses de 0,25 et 0,5 lb de N améliorent légèrement la résistance au froid de la plante, alors que les doses de N nulles ou élevées (1) affaiblissent la résistance au froid (Tableau 4).
- Le quatrième échantillon (24 novembre) contient les plantes les plus résistantes au froid. Les meilleurs résultats affichent -15 °C et ont tous été obtenus avec les doses de N de 0,5 et 0,25 lb/m et avec les doses de K de 0,5 et 0,25 lb/m.

Résultats de l'humidité des couronnes

- L'humidité des couronnes varie entre 60 et 78 % (Figure 1).
- Sur le plan statistique, les teneurs en N sont significativement différentes, alors que les teneurs en K n'affichent pas de différences significatives en ce qui a trait à l'humidité des couronnes (Figure 1).
- Les fortes doses de N sont associées à une plus forte teneur en humidité (Figure 1).
- La teneur en K varie en fonction de la teneur en N, ce qui laisse supposer que le N joue un rôle important dans l'absorption de K par la plante (Figure 1).
- Il y a corrélation entre les doses de N et l'humidité des couronnes dans le prélèvement du 24 novembre. Ce résultat vient étayer la conclusion de Thompkins et coll. (2001) selon laquelle les doses supérieures de N entraînent des taux supérieurs d'humidité des couronnes (Figure 2).

Prochaines étapes

Un échantillonnage est prévu à la fin d'avril, lorsque la température s'adoucit et que le couvert de neige a fondu, dans l'optique d'examiner la santé de la plante et sa tolérance générale au froid une fois l'hiver terminé. La feuillaison printanière sera évaluée à l'œil nu et à l'aide d'une analyse par pixel d'images numériques. Les parcelles seront traitées uniformément tout au long du printemps et de l'été afin de les préparer au deuxième essai qui débutera le 15 août 2015. Il faudra veiller à fournir aux parcelles un apport suffisant de NPK au printemps afin de favoriser la réparation des dommages causés par l'échantillonnage et de contribuer à ramener les teneurs en P dans les intervalles de suffisance. Une fois les données de la seconde année d'étude collectées, l'objectif ultime sera de corrélérer l'analyse de tissu avec l'humidité des couronnes et avec la résistance relative au froid. Les données de la première année indiquent qu'il est nécessaire de calibrer le dosage de N et de K avec plus de précision (de 0,1 à 0,75 lb/m) dans une étude ultérieure. Il sera également profitable de reproduire l'étude avec un programme de fertilisation foliaire pour comparer les résultats avec ceux du programme de fertilisation par granulés actuel. Cela pourrait influencer sur la tendance de plus en plus marquée des responsables de l'entretien des terrains de golf à adopter un programme axé sur la fertilisation foliaire.

Tableau 2. Résumé des analyses de tissu menées en août, septembre et octobre 2014 sur les teneurs de N, P et K

Amen- dement	N (lb)	K (lb)	15 août N (%)	15 août P (%)	15 août K (%)	15 sept. N (%)	15 sept. P (%)	15 sept. K (%)	15 oct. N (%)	15 oct. P (%)	15 oct. K (%)
1	0	0	2,195	0,26375	1,8725	2,085	0,28125	2,1475	1,86	0,2025	2,0625
2	0	0,25	2,1225	0,271	1,885	2,43	0,302	2,51	2,135	0,21325	3,14
3	0	0,5	2,335	0,277	2,1325	2,235	0,299	2,6575	1,5125	0,15425	2,945
4	0	1	2,305	0,29475	2,145	2,2	0,27925	2,9375	1,705	0,162	3,8875
5	0,25	0	2,455	0,32075	2,1425	2,935	0,32325	2,395	3,53	0,29625	2,045
6	0,25	0,25	2,465	0,2865	2,1	2,8	0,3075	2,585	2,855	0,2345	2,5025
7	0,25	0,5	2,3075	0,282	2,1025	2,815	0,3105	2,735	2,96	0,24075	3,3025
8	0,25	1	2,1975	0,251	1,95	2,7975	0,286	2,8125	2,2875	0,184	3,2175
9	0,5	0	2,4175	0,26	2,0475	3,285	0,303	2,32	3,3325	0,28675	1,9475
10	0,5	0,25	2,4575	0,2615	2,1	3,3075	0,29225	2,635	3,0125	0,26425	2,83
11	0,5	0,5	2,565	0,29575	2,2	3,065	0,29025	2,8375	3,085	0,24	3,2775
12	0,5	1	2,4225	0,294	2,175	2,7075	0,29775	3,04	2,975	0,22525	3,9575
13	1	0	2,625	0,282	2,0175	4,105	0,33525	2,345	3,9525	0,276	1,71
14	1	0,25	2,72	0,28525	2,0675	4,1925	0,3275	2,79	3,955	0,28025	2,885
15	1	0,5	2,47	0,27225	2,0425	4,28	0,32125	2,9475	4,29	0,287	4,1675
16	1	1	2,4675	0,27375	2,0125	4,0425	0,33	3,1325	3,19	0,23125	4,0225

La teneur en P demeure relativement stable tout au long de l'essai, alors que les teneurs en N et en K varient en fonction des doses de N et de K épandues au cours de l'essai. Il y a corrélation entre les plus fortes concentrations de K dans le tissu et les apports de N, ce qui indique que l'amendement de K seulement ne se traduit pas par une assimilation supérieure de K par la plante.

Tableau 3. Résumé des analyses de sol menées en août, septembre et octobre 2014 pour déceler la teneur de N, P et K

Amendement	Azote (lb)	Potassium (lb)	15 août N (ppm)	15 août P* (mg/kg)	15 août K* (mg/kg)	15 sept. N (ppm)	15 sept. P* (mg/kg)	15 sept. K* (mg/kg)	15 oct. N (ppm)	15 oct. P* (mg/kg)	15 oct. K* (mg/kg)
1	0	0	18,63636	22,75	108,75	19,09091	18	108,25	19,88636	14,75	119
2	0	0,25	18,06818	20	97,75	21,13636	18,5	187,5	19,20455	20	331,5
3	0	0,5	19,09091	16,5	126	18,29545	17,5	278,25	18,52273	13,5	653,25
4	0	1	19,09091	20,5	113,25	17,95455	14,75	479,5	19,09091	14	1050,5
5	0,25	0	17,72727	16,25	121,25	17,04545	10,75	93,5	19,54545	15	105
6	0,25	0,25	19,09091	18,25	127	18,52273	17	168	18,86364	14,75	371
7	0,25	0,5	18,86364	21	127	19,31818	17,5	304,5	18,97727	17,5	579,5
8	0,25	1	19,88636	20,25	116,5	18,06818	15,75	477	18,63636	15,5	1047,5
9	0,5	0	19,09091	13	118,75	19,54545	10,75	104,25	19,54545	12	93,25
10	0,5	0,25	18,63636	17	113,5	20,11364	14,25	166,25	19,09091	13,25	364
11	0,5	0,5	18,06818	16,75	122,75	18,40909	14,25	301	18,52273	12,5	694,25
12	0,5	1	18,86364	18	117,5	19,31818	13,25	498,75	19,77273	14,5	945,5
13	1	0	18,29545	17,25	93	20,90909	10,75	73,75	21,25	12,25	70,5
14	1	0,25	17,72727	16	90	18,63636	12,75	162,25	19,77273	12,75	279,25
15	1	0,5	18,97727	14,75	97	18,63636	9,5	239,75	19,31818	12,25	539,75
16	1	1	18,40909	16,75	102	17,84091	16	554	19,20455	13	1083,75

Comme prévu, les concentrations d'azote ne varient pas en fonction de l'amendement, puisque les teneurs en N du sol sont variables et ne représentent pas la quantité assimilée par la plante. Les teneurs en K du sol réagissent bien aux amendements de K.

Tableau 4. Résumé des résultats de TL₅₀ de l'automne 2014

Amendement	Azote (lb/m)	Potassium (lb/m)	TL ₅₀ moy. 6 oct.	TL ₅₀ moy. 20 oct.	TL ₅₀ moy. 3 nov.	TL ₅₀ moy. 24 nov.
1	0	0	-9,5	-9	-11	-11,75
2	0	0,25	-8,75	-9,375	-11	-11,5
3	0	0,5	-7,8125	-8	-10,375	-11,25
4	0	1	-8,5	-7	-8,875	-10,875
5	0,25	0	-7,125	-8,5	-9,625	-11,75
6	0,25	0,25	-7,375	-8,875	-10,75	-12,25
7	0,25	0,5	-8,375	-7,375	-10	-11,5
8	0,25	1	-8,8125	-8,25	-8,125	-11,75
9	0,5	0	-8,5	-8,5	-10,5	-13,5
10	0,5	0,25	-9,375	-7,75	-10,125	-12
11	0,5	0,5	-8,75	-8	-9,5	-12,25
12	0,5	1	-8	-8,625	-9,75	-12
13	1	0	-7,25	-7,75	-8,25	-11,5
14	1	0,25	-7,625	-8	-7,625	-11,75
15	1	0,5	-7	-8	-9,25	-11,25
16	1	1	-7,25	-8	-7,75	-11,625

La clémence des températures de l'automne a exigé le prélèvement d'un 4^e échantillon destiné à mesurer les effets des amendements sur la résistance au froid de la plante. Les meilleurs résultats aux essais de TL₅₀ ont été obtenus lorsque les doses de N et de K étaient de 0,25 lb et de 0,5 lb.

Fig. 1: Percent Crown Moisture with relation to fertility treatments.	Figure 1 : Pourcentage d'humidité des couronnes en fonction des amendements.
Nitrogen appears to play a more important role than potassium in respect to crown moisture content.	L'azote semble avoir une plus grande incidence que le potassium sur la teneur en humidité des couronnes.
% moisture 11/25	Humidité 11/25 (%)
Nitrogen	Azote
0.2	0,2
0.4	0,4
0.6	0,6
0.8	0,8
Groups	Groupes
Potassium=0.25	Potassium=0,25
Potassium=0.5	Potassium=0,5

Figure 2: Percent crown moisture correlates with nitrogen rates.	Figure 2. Il y a corrélation entre le pourcentage d'humidité des couronnes et les doses d'azote (r=0,59).
Nitrogen and % crown moisture are positively correlated with each other (r=0.59).	Une corrélation positive est établie entre l'azote et le pourcentage d'humidité des couronnes (r=0,59).
% moisture 11/25	Humidité 11/25 (%)
% moisture	Humidité (%)
r=0.5891	r=0,5891
0.8	0,8
0.6	0,6
0.4	0,4
0.2	0,2
r=0.5891	r=0,5891
Nitrogen	Azote
0.2	0,2
0.4	0,4
0.6	0,6
0.8	0,8
Nitrogen rates (lbs/M)	Doses d'azote (lb/m)

<i>Weather Data:</i>	<i>Données sur la température</i>
Olds, AB weather data Aug. 15 - Nov. 30	Données sur la température du 15 août au 30 novembre 2014 à Olds, AB
30 20 10 0 -10 -20 -30 -40	30 20 10 0 -10 -20 -30 -40
15-Aug 15-Sep 15-Oct 15-Nov	15 août 15 sept. 15 oct. 15 nov.
Temperature (C)	Température (°C)
Max Temp (°C) Min Temp (°C)	Temp. max. (°C) Temp. min. (°C)
Figure 3. High and low temperatures for Olds, Ab. from Aug. 15th through Nov. 30th 2014. Note the temperatures were not sustained cold temperatures until Nov. 9th, this is why a fourth sampling in an attempt to measure the plants after they reached their maximum cold hardiness.	Figure 3. Températures maximales et minimales enregistrées à Olds (Alberta) entre le 15 août et le 30 novembre 2014. Les températures froides soutenues n'ont débuté que le 9 novembre, ce qui a nécessité le prélèvement d'un quatrième échantillon en vue d'évaluer les plantes une fois qu'elles avaient atteint leur résistance au froid maximale.