

Évaluation de stratégies pour améliorer l'utilisation de l'azote dans la production de gazon en plaques

Projet réalisé dans le cadre du :
Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés -
Volet C

Rapport final

Présenté à :



Par :

Caroline Martineau, DTA, agr., conseillère en agroenvironnement
Suzanne Simard, B. Sc., assistante aux chargés de projets



13 mars 2017

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés - Volet C



Table des matières

1	Description de la problématique et du projet.....	1
2	Objectifs	2
3	Volet Semis.....	3
3.1	Réalisation du projet	3
3.1.1	Les participants.....	3
3.2	Calendrier du projet	3
3.3	Traitements comparés	3
3.4	Dispositif expérimental.....	4
3.5	Paramètres mesurés.....	6
3.5.1	Qualité générale	6
3.5.2	Pourcentage de recouvrement.....	6
3.5.3	Indice de chlorophylle	7
3.5.4	Pourcentage d'azote foliaire.....	8
3.5.5	Masses foliaires	8
3.5.1	Masses racinaires.....	9
3.1	Analyses statistiques	9
3.2	Résultats.....	10
3.2.1	Qualité générale	10
3.2.2	Pourcentage de recouvrement.....	12
3.2.3	Indice de chlorophylle	12
3.2.4	Pourcentage d'azote foliaire.....	13
3.2.5	Masse racinaire	14
3.3	Discussion du volet Semis	15
3.1	Coûts du volet Semis	17
4	Volet Entretien.....	18
4.1	Réalisation du projet	18
4.1.1	Les participants.....	18
4.2	Calendrier du projet	18
4.3	Traitements comparés	18
4.4	Dispositif expérimental.....	20
4.5	Paramètres mesurés.....	22
4.5.1	Qualité générale	23
4.5.2	Indice de chlorophylle	23
4.5.3	Pourcentage d'azote foliaire.....	23
4.5.4	Masses foliaires	23
4.5.5	Masses racinaires.....	24
4.5.6	Test de résistance	24
4.6	Analyses statistiques	26
4.7	Résultats.....	27
4.7.1	<i>Urée 8 applications (Témoin T1) et tous les autres traitements.....</i>	<i>27</i>
4.7.2	<i>Urée 6 applications vs Nitrate 6 applications (T2 vs T3).....</i>	<i>27</i>
4.7.3	<i>Urée 5 applications vs Nitrate 5 applications (T4 vs T5).....</i>	<i>28</i>
4.7.4	<i>Urée 6 applications vs Urée 5 applications (T2 vs T4)</i>	<i>28</i>
4.7.5	<i>Nitrate 6 applications vs Nitrate 5 applications (T3 vs T5).....</i>	<i>28</i>
4.7.6	<i>FRN et 3 applications d'urée (T6) vs Tous</i>	<i>29</i>
4.8	Discussion du volet Entretien	30
4.9	Coûts du volet Entretien.....	32
5	Activités de diffusion de l'information.....	33
6	Conclusion	34
7	Remerciements.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Traitements appliqués aux 2 sites	4
Tableau 2 : Dates d'application des engrais 2015 et 2016 aux 2 sites	6
Tableau 3 : Dates des prises de données en 2016 aux 2 sites.....	6
Tableau 4 : Évaluation des coûts des traitements du Volet Semis*	17
Tableau 5 : Traitements appliqués à l'an 1 (2015) pour le Volet Entretien.....	19
Tableau 6 : Traitements appliqués à l'an 2 (2016) pour le Volet Entretien.....	19
Tableau 7 : Dates des prises de données en 2015 aux 2 sites.....	22
Tableau 8 : Dates des prises de données en 2016 aux 2 sites.....	22
Tableau 9 : Évaluation des coûts des traitements du Volet Entretien*	32

Liste des graphiques

Graphique 1 : Résultats des qualités générales 2016 au Site 1	10
Graphique 2 : Résultats des qualités générales 2016 au Site 2	11
Graphique 3 : Résultats des pourcentages de recouvrement 2016 au Site 1	12
Graphique 4 : Résultats des pourcentages de recouvrement 2016 au Site 1	13
Graphique 5 : Résultats des masses racinaires 2016 au Site 1.....	14
Graphiques 6 : Site 1 - Qualité générale 2015 et 2016.....	36
Graphiques 7 : Site 1 - Indice de chlorophylle 2015 et 2016.....	37
Graphiques 8 : Site 1 - Pourcentage d'azote foliaire 2015 et 2016.....	38
Graphiques 9 : Site 1 - Masse foliaire 2015 et 2016.....	39
Graphiques 10 : Site 1 - Masse racinaire 2015 et 2016.....	40
Graphique 11 : Site 1 - Résistance des plaques 2015 et 2016	41
Graphiques 12 : Site 2 - Qualité générale 2015 et 2016.....	42
Graphiques 13 : Site 2 - Indice de chlorophylle 2015 et 2016.....	43
Graphiques 14 : Site 2 - Pourcentage d'azote foliaire	44
Graphiques 15 : Site 2 - Masse foliaire 2015 et 2016.....	45
Graphiques 16 : Site 2 - Masse racinaire 2015 et 2016.....	46
Graphique 17 : Site 2 - Résistance 2016.....	47

Liste des figures

Figure 1 : Exemple de schéma d'un dispositif	4
Figure 2 : Exemple de schéma d'un dispositif pour le Volet Entretien	20

Liste des photos

Bloc de photos 1 : Étapes de mise en place d'une parcelle.....	5
Bloc de photos 2 : Matériel pour la prise de photos de recouvrement et exemple de 2 photos numériques de quadrat	7
Bloc de photos 3 : Prise des indices de chlorophylle.....	7
Bloc de photos 4 : Prise des échantillons foliaires pour le pourcentage d'azote	8
Bloc de photos 5 : Prise des échantillons racinaires pour les masses racinaires.....	9
Bloc de photos 6 : Étapes de mise en place d'une parcelle du Volet Entretien et de l'application des engrais	21
Bloc de photos 7 : Prise des échantillons foliaires pour les masses foliaires	24
Bloc de photos 8 : Prise des résistances des plaques de gazon à la récolte	25

1 Description de la problématique et du projet

Les semis en gazonnière se font à la fin de l'été. S'il y a sécheresse, la germination est retardée. Après une dizaine de jours, l'azote enfoui avant le semis risque de ne plus être disponible. Il est primordial que le semis ait une croissance rapide pour empêcher l'envahissement des mauvaises herbes et accumuler des réserves avant l'hiver. Si les précipitations sont suffisantes, le gazon germe rapidement et peut supporter la machinerie pour une seconde fertilisation avant l'hiver (fin septembre). Mais cette situation est rarement réalité. Durant la phase Entretien, si les conditions aux champs ne permettent pas le passage de la machinerie, des applications fractionnées d'engrais azotés ne sont pas possibles, la qualité du gazon produit est diminuée. Lors de cette phase, les engrais ne peuvent être enfouis et sont appliqués en surface. Selon la période de la saison de croissance, la forme de l'azote apporté (à base de nitrates vs urée) peut avoir une influence sur le prélèvement par la culture. Aucune étude n'a été réalisée en gazonnière sur les formes d'azote (semis et l'entretien).

L'utilisation de l'engrais à libération lente au moment du semis et pendant l'entretien pourrait permettre d'optimiser le prélèvement de l'azote par la plante et de réduire sa perte potentielle par lessivage. Afin de répondre à la problématique, un projet d'essai expérimental est proposé. Ce projet se déroulera en situation de production chez 2 producteurs. Il se divise en 2 volets. Le 1er comparera l'efficacité de 3 types d'engrais à libération lente, enfouis avant le semis du gazon, à l'application d'un engrais à base d'urée qui est généralement recommandé et utilisé. Une dose réduite en azote sera aussi comparée à celle recommandée. Le 2ème volet portera sur la phase « entretien » de la production du gazon en plaques. Il comparera la régie de fertilisation azotée recommandée dans le CRAAQ à 5 autres régies constituées de différentes formes d'azote et de fréquences d'application variées, incluant l'utilisation d'un engrais à libération lente.

2 Objectifs

L'objectif principal du projet est d'évaluer l'efficacité de stratégies de fertilisation utilisant différentes formes d'azote et de fréquences d'application pour optimiser le prélèvement lors de la production du gazon en plaques: 1) au semis 2) à l'entretien. Les objectifs spécifiques sont :

Volet Semis

1. Évaluer l'effet de l'utilisation d'engrais à libération lente appliqués au semis sur la croissance du pâturin du Kentucky en production;
2. Évaluer l'effet de la diminution du taux d'azote appliqué au semis sur la croissance du pâturin du Kentucky en production;

Volet Entretien

3. Évaluer l'effet de l'utilisation de différentes formes d'azote sur la croissance du pâturin du Kentucky lors de la phase Entretien de la production;
4. Évaluer l'effet de différentes fréquences d'application de l'azote sur la croissance du pâturin du Kentucky lors de la phase entretien de la production;
5. Comparer les coûts générés par l'utilisation des différents produits et doses;
6. Diffuser les résultats.

3 Volet Semis

3.1 Réalisation du projet

3.1.1 Les participants

Deux entreprises de production de gazon en plaques ont participé au Volet Semis du projet. Les 2 sites étaient situés dans des régions différentes soit Centre du Québec et Estrie.

Afin d'éviter de lier les résultats directement aux entreprises participantes, les résultats seront présentés en numérotant les sites (1 et 2). La numérotation ne correspond pas nécessairement à l'ordre cité des participants.

3.2 Calendrier du projet

Le projet a débuté en juillet 2015, au moment de la préparation des champs avant les semis de gazon. Les prises de données ont débuté en août 2015 et ce sont poursuivies en 2016. La dernière prise de données a été effectuée au printemps 2016.

3.3 Traitements comparés

Le tableau 1 liste les 8 traitements des doses et sources d'azote appliqués. Le traitement T1 (témoin) représente le type d'engrais (urée) et la dose recommandés (60 kg N/ha) dans le *Guide de fertilisation du CRAAQ*. Le T2 est le même type d'engrais que le T1, mais à une dose réduite. Les 6 autres traitements sont composés d'engrais à libération lente. Les traitements T3 et T4 sont le même type d'engrais, mais à différentes doses. Cet engrais est le MESA qui est du sulfate d'ammoniaque enrobé d'urée de méthylène. Les traitements T5 et T6 ont également des doses différentes, mais du même type d'engrais soit le FRN. Cet engrais est une urée enrobée d'un polymère. Finalement, les traitements T7 et T8, à des doses différentes, sont l'engrais XCU qui est une urée enrobée de polymère et de soufre.

Afin de s'assurer de l'exactitude des doses d'engrais, ces derniers étaient prépesés et appliqués à la volée à la main tout juste avant le semis, et enfouis superficiellement après le passage du semoir agricole.

Les doses de phosphore et de potassium ont été établies selon les analyses de sol faites aux 2 sites. À chaque site, toutes les parcelles ont reçu les mêmes doses de P et de K. Les doses ont été établies selon la grille « Entretien » de 2010 du CRAAQ et ce, jusqu'à la récolte à la fin de l'été 2014. Une seule application de ces engrais s'est faite en 2015 soit au semis. En 2016 étant donné que la prise de donnée se terminait au printemps 2016 et que le projet vise l'effet des engrais azotés au semis, seul une application d'azote a été faite au printemps et avec tout le même type d'engrais. Ainsi, s'il y a des différences qui ressortent, ce sera dû aux différents engrais mis aux semis.

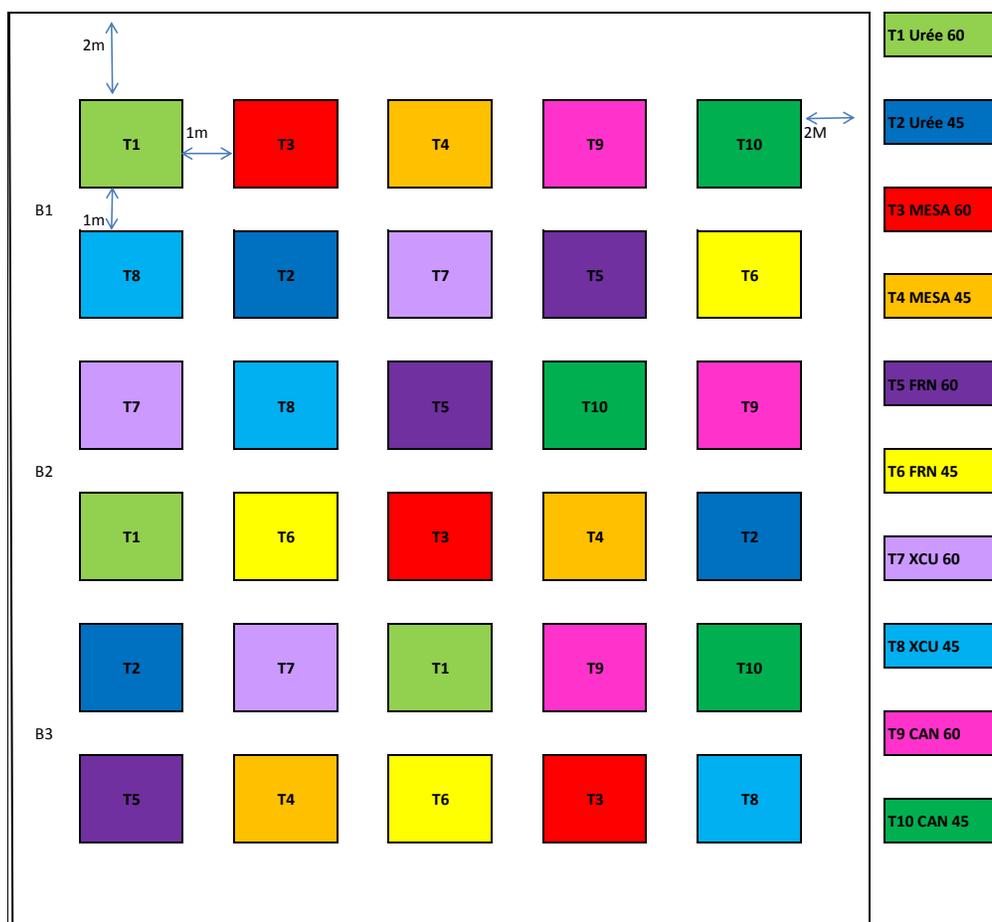
Tableau 1 : Traitements appliqués aux 2 sites

Traitements	Types d'engrais	Qté d'azote (N) dans l'engrais (%)	Dose d'azote (N) (kg/ha)	Qté d'engrais /parcelle (g/4m2)
T1	Urée	46	60	52,17
T2	Urée	46	45	39,13
T3	MESA	30	60	80,00
T4	MESA	30	40	53,33
T5	FRN	44	60	54,55
T6	FRN	44	45	40,91
T7	XCU	43	60	55,81
T8	XCU	43	45	41,86

3.4 Dispositif expérimental

Aux 2 sites, le dispositif expérimental était en blocs complets aléatoires. Les traitements ont été répétés 3 fois (3 blocs) pour un total de 24 parcelles de 2m x 2m.

Figure 1 : Exemple de schéma d'un dispositif



Les sites étaient préalablement travaillés mécaniquement pour préparer le lit de semences. Les parcelles étaient mesurées, piquetées puis les engrais appliqués à la main de façon uniforme dans chaque unité expérimentale. Des coups de râteliers étaient passés pour distribuer et enfouir l'engrais. Seules les doses et produits d'azote variaient entre les traitements. Les doses de phosphore et de potassium étaient les mêmes pour toutes les unités expérimentales à chacun des sites et ont été établies selon les résultats d'analyse de sol de chaque site. Le bloc de photos 1 montre différentes étapes de la mise en place des parcelles.

Bloc de photos 1 : Étapes de mise en place d'une parcelle



Tableau 2 : Dates d'application des engrais 2015 et 2016 aux 2 sites

	Site 1	Site 2
Azote, phosphore et potassium (au semis)	10 août 2015	10 août 2015
Azote	18 mai 2016 8 juin 2016	19 mai 2016 9 juin 2016

3.5 Paramètres mesurés

Afin de répondre aux objectifs de ce volet du projet (Semis), les paramètres mesurés ont été la qualité générale, le recouvrement, l'indice de chlorophylle, le pourcentage d'azote foliaire, les masses foliaires et racinaires. Ils sont décrits en détails dans la présente section. Les températures du sol ont également été prises au printemps 2016 afin de commencer l'application des engrais lorsque les températures étaient adéquates. Elles étaient prises avec un thermomètre de sol à une profondeur de 2 et 6 po.

Tableau 3 : Dates des prises de données en 2016 aux 2 sites

	Qualité générale	% Recouvrement	Indice de chlorophylle	% azote foliaire	Masse foliaire	Masse racinaire
Site 1	4 mai 18 mai 1er juin 23 juin	4 mai 18 mai 1er juin 23 juin	18 mai 1er juin 23 juin	--	--	18 mai 23 juin
Site 2	5 mai 20 mai 2 juin 22 juin	5 mai 20 mai	--	--	--	20 mai

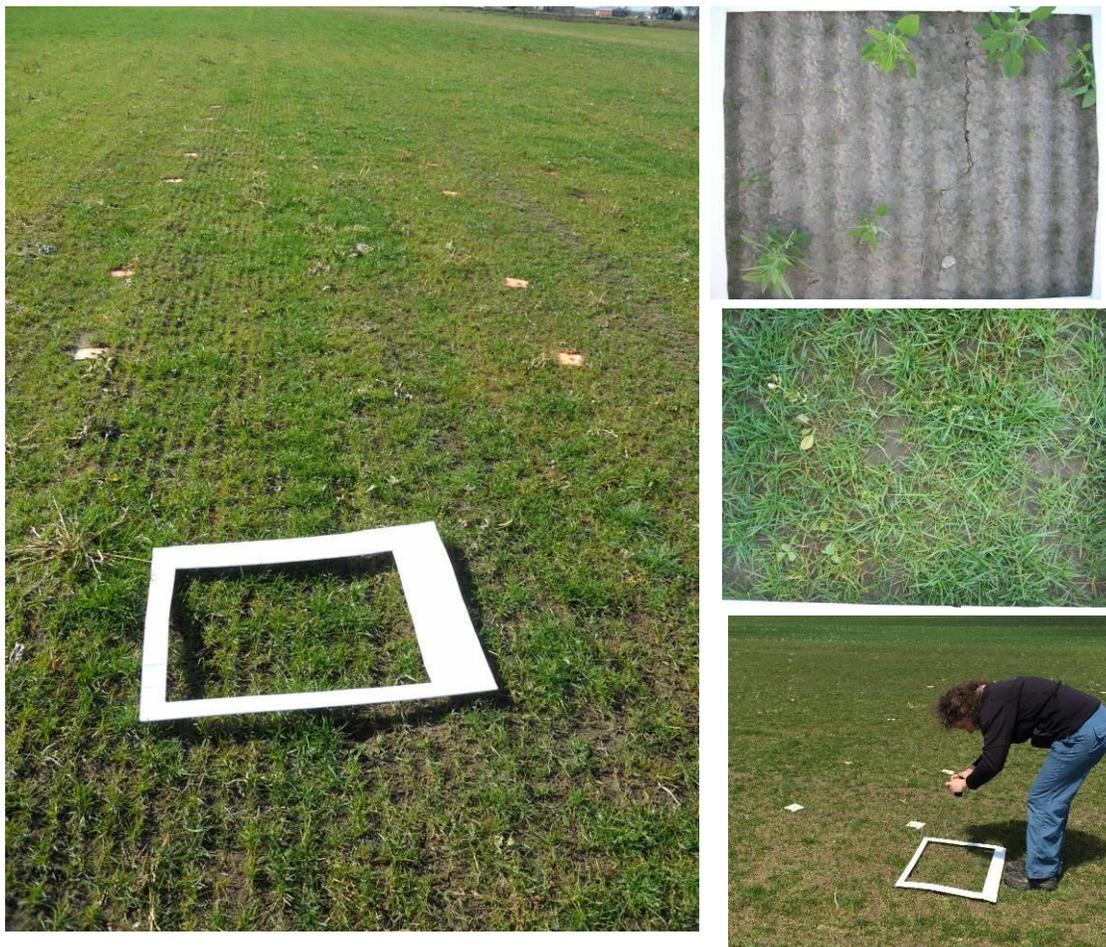
3.5.1 Qualité générale

La qualité générale des parcelles consistait en une évaluation subjective avec une cote de qualité basée sur une échelle de 1 à 10, 1 étant un gazon pratiquement absent et 10 étant un gazon 100% recouvert, sans mauvaises herbes, de bonne couleur, sans maladie ou de taches foliaires. La cote de 6 représente un gazon minimalement vendable. Sous cette cote, le gazon est considéré non vendable.

3.5.2 Pourcentage de recouvrement

Des photos numériques de recouvrement ont été prises dès la germination des semences de gazon en 2015 afin de comparer les pourcentages de recouvrement entre les traitements d'azote. La technique consiste à prendre des photos numériques, toujours de la même dimension, à l'intérieur de chaque traitement. Pour ce faire, un cadre de coroplaste blanc est utilisé. Ses dimensions sont telles qu'à une hauteur fixe donnée, il correspond théoriquement au cadre d'une photo. Le cadrage blanc apparaît parfois sur la photo (Bloc de photos 2). Deux photos étaient prises par unité expérimentale, bloc par bloc. A partir des photos, le pourcentage de recouvrement était évalué visuellement par deux évaluateurs, à partir d'un barème de pourcentage préétabli. Ainsi, il est possible de comparer statistiquement les traitements entre eux en ce qui a trait au pourcentage de surface occupé par le gazon.

Bloc de photos 2 : Matériel pour la prise de photos de recouvrement et exemple de 2 photos numériques de quadrat



3.5.3 Indice de chlorophylle

La teneur en chlorophylle a été évaluée à l'aide d'un lecteur de chlorophylle conçu à cet effet (*FieldScout Chlorophyll Meter CM 1000 de Spectrum Technologies Inc.*). À l'aide de deux lasers, l'appareil quantifie la lumière présente et la lumière réfléchiée par la plante. De cette façon, la lumière absorbée par la plante est convertie en valeur de 0 à 999, un indice de chlorophylle. Cinq données par unité expérimentale ont été prises.

Bloc de photos 3 : Prise des indices de chlorophylle



3.5.4 Pourcentage d'azote foliaire

Pour connaître les différents pourcentage d'azote foliaire des traitements, une récolte manuelle foliaire a été faite à quelques reprises. La quantité de feuillage n'avait pas à être exactement la même dans chaque unité expérimentale puisqu'il s'agit d'un pourcentage d'azote, mais les quantités étaient tout de même semblables. Le bloc de photos 4 montre le matériel et la procédure. Pour le Volet Semis, les pourcentages d'azote foliaire n'ont été pris que l'année de l'Application de l'engrais au semis, soit en 2015. À la 2^{ème} année, tous les traitements ont reçu le même engrais (urée). Il a donc été convenu qu'il n'y aurait donc pas de différence entre les pourcentages d'azote foliaires en 2016 et que s'il y en avait à cause des traitements de 2015, elles ne seraient plus détectables.

Bloc de photos 4 : Prise des échantillons foliaires pour le pourcentage d'azote



3.5.5 Masses foliaires

Pour le Volet Semis, les masses foliaires n'étaient prévues que l'année de l'application de l'engrais au semis, soit en 2015. À la 2^{ème} année, tous les traitements ont reçu le même engrais (urée). Il a donc été convenu qu'il n'y aurait donc pas de différence entre les masses foliaires en 2016 et que s'il y en avait eu à cause des traitements de 2015, elles ne seraient plus détectables.

3.5.1 Masses racinaires

Pour comparer les masses racinaires entre les traitements, une sonde d'échantillonnage était utilisée avec une marque à 10 cm (Bloc de photos 5). La sonde était placée au-dessus du gazon et enfoncée jusqu'à 10 cm. Chaque échantillon était placé dans un sac pré-identifié. Trois échantillons étaient prélevés par unité expérimentale. Ils étaient par la suite envoyés au laboratoire où ils étaient placés sur un tamis de 2 mm et lavés pour en retirer le sol.

Bloc de photos 5 : Prise des échantillons racinaires pour les masses racinaires



3.1 Analyses statistiques

Les analyses ont été effectuées avec la procédure GLM du logiciel SAS. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de LSD protégé à un niveau $p < 0.05$.

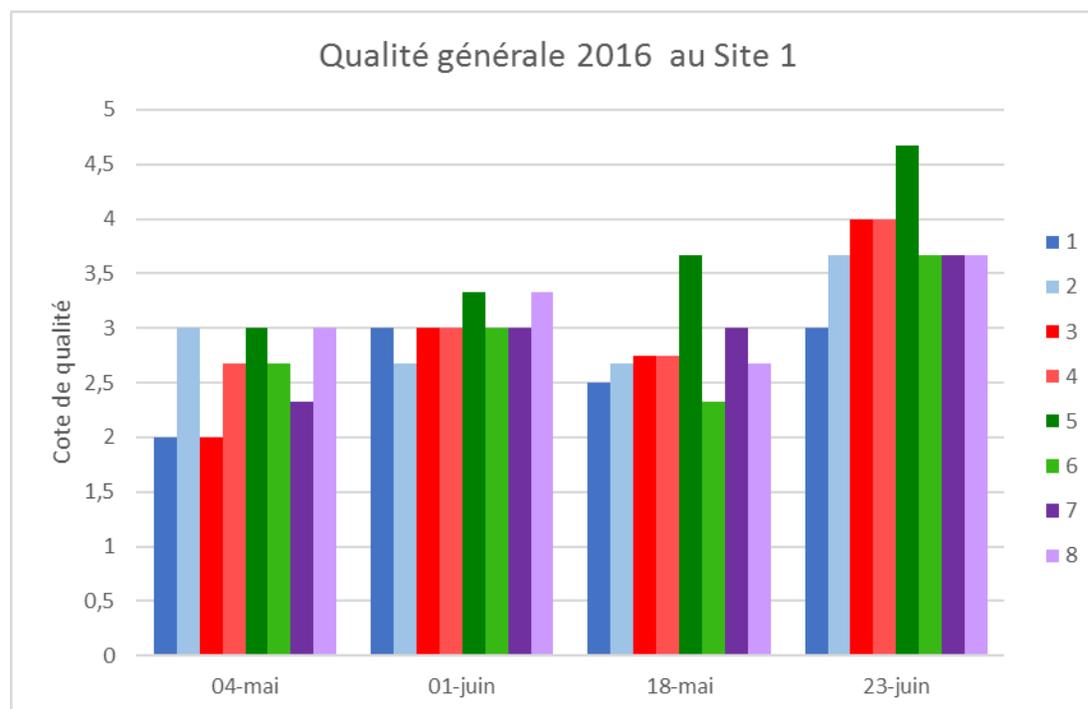
3.2 Résultats

Pour le Volet Semis, afin de faciliter la présentation et la compréhension des résultats, ces derniers sont présentés par prise de données, puis site par site. Pour l'année 2016, le site 2 a été beaucoup trop envahi par les mauvaises herbes. Les données de qualité et de masse racinaire ont quand même été prises à 2 dates mais par la suite, c'était rendu impossible dû à l'importante densité d'autres plantes que le gazon. Les données de masses foliaires, chlorophylle, et recouvrement étaient également impossibles à prendre sans s'assurer de l'exactitude des résultats et ont donc été laissées tomber.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha

3.2.1 Qualité générale

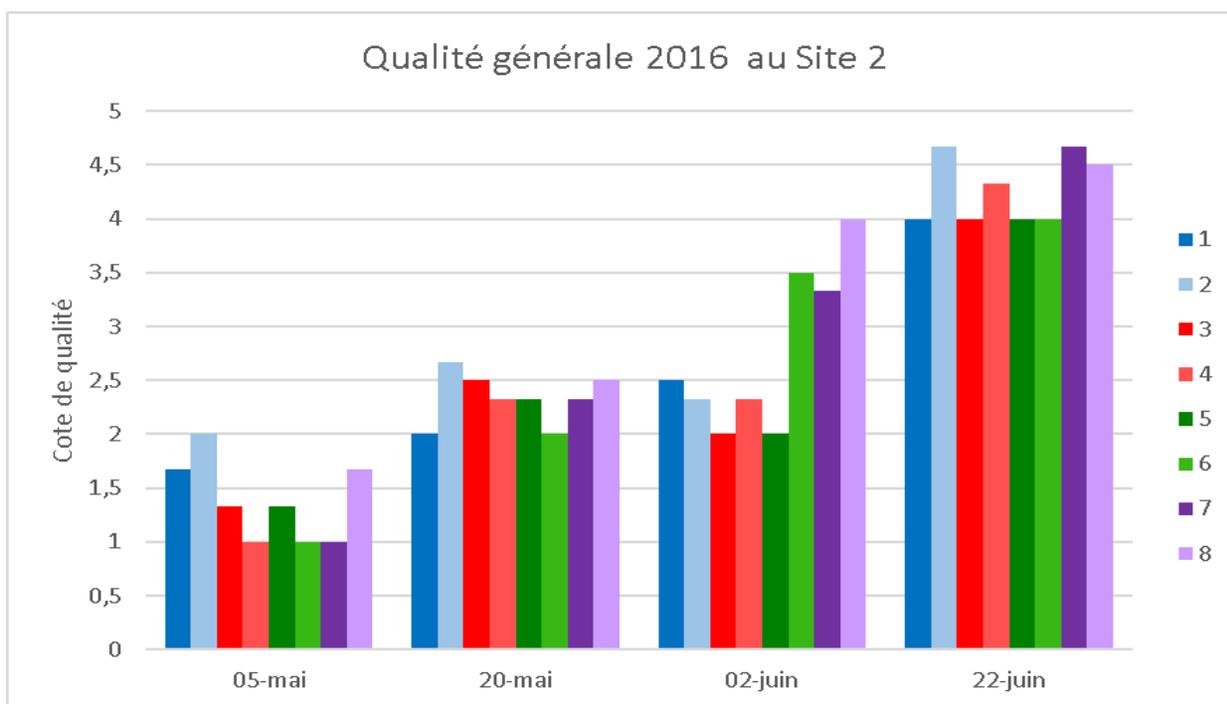
Au Site 1, le 8 octobre 2015, les traitements FRN 60 kg N/ha (T5), XCN 60 kg N/ha (T7) et XCN 45 kg N/ha (T8) ont eu une qualité significativement supérieure au traitement Urée 60 kg N/ha (Témoin T1). Ceci s'est répété à 3 dates en 2016 pour le T5 et le T8 c'est-à-dire que ces 2 traitements ont eu une qualité générale significativement supérieure au Témoin T1. Ils étaient également supérieurs au T3, mais équivalents aux autres traitements. En 2016, au 18 mai, seul FRN 60 kg N/ha (T5) avait une qualité supérieure à T1, T2, T4, T4, T6, T8 et T9, mais il était équivalent à T7. A cette même date, T1 et T3 avaient une qualité significativement inférieure à T5 et T8. Finalement, au 23 juin, c'est toujours le traitement T5 qui avait une qualité significativement supérieure à T1, T2, T6, T7, T8 et T9 mais équivalent à T3 et T4. Quant au T1, il a été significativement inférieur au T3, T4 et T5.



Graphique 1 : Résultats des qualités générales 2016 au Site 1

Au Site 2, en 2015, en ce qui concerne la qualité, aucune différence significative n'a été observée. À la 2^{ème} année du projet, en 2016, à la toute première date de prise de données, soit le 5 mai, les traitements T4, T6 et T7 ont eu une qualité significativement supérieure à T2, mais équivalente aux autres. Par la suite, le 2 juin, T6, T7, T8 ont été significativement supérieurs à T2, T3, T4 et T5. Les traitements T6 et T8 étaient quant à eux significativement supérieurs à T1, T2, T3, T4 et T5.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha

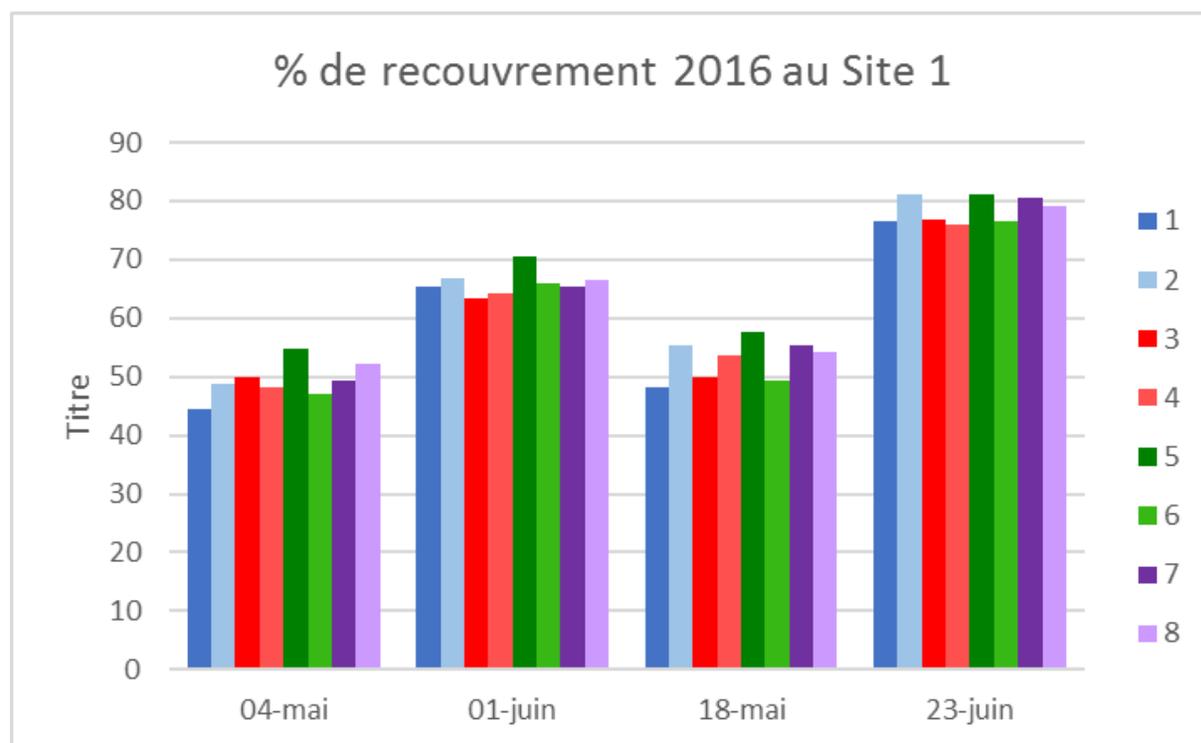


Graphique 2 : Résultats des qualités générales 2016 au Site 2

3.2.2 Pourcentage de recouvrement

Au Site 1, aucune différence significative n'a été notée pour le recouvrement en 2015. Contrairement aux résultats de masses racinaires, sans être significatif, le recouvrement des traitements à libération lente 60 kg N/ha (T4, T6 et T8) était supérieur au recouvrement des traitements à libération lente 45 kg N/ha (T3, T5 et T7). Il est également intéressant de noter qu'il n'y a eu aucune différence significative entre le Témoin T1 (Urée 60 kg N/ha) et le traitement T2 (Urée 45 kg N/ha). À la 2^{ème} année du projet, en 2016, les 2 premières dates ont montré des différences significatives alors que les 2 dernières n'ont présenté aucune différence. En effet, le 4 mai, T5 a montré un pourcentage de recouvrement supérieur à T1 mais équivalent aux autres. Puis le 18 mai, c'est T5 et T2 qui ont été significativement supérieurs à T1, mais équivalents aux autres traitements.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha



Graphique 3 : Résultats des pourcentages de recouvrement 2016 au Site 1

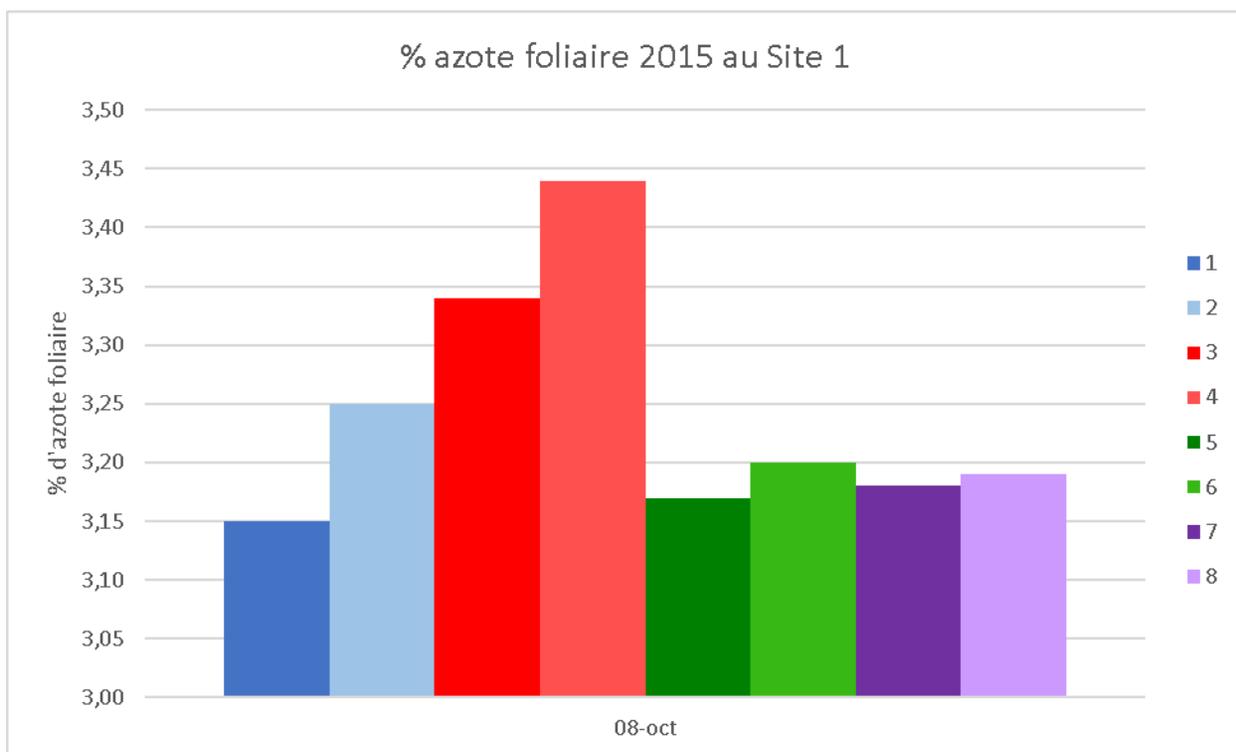
3.2.3 Indice de chlorophylle

Puisque cette prise de données demande une certaine couverture végétale, elle n'a été prise qu'à la 2^{ème} année du projet et n'a été prise qu'au Site 1. Aucune différence significative n'a été notée entre les traitements.

3.2.4 Pourcentage d'azote foliaire

Cette prise de données n'a été prise qu'au site 1. Seul le traitement T4 (MESA 45 kgN/ha) a été significativement supérieur au Témoin, 60 kg N/ha. Il a été significativement supérieur aussi aux traitements T5, T6, T7 et T8, mais équivalent à T2 et T3 (voir graphique 4). Aucune différence n'a été notée cependant en 2016, les parcelles ayant toutes des pourcentages d'azote foliaire équivalents.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha



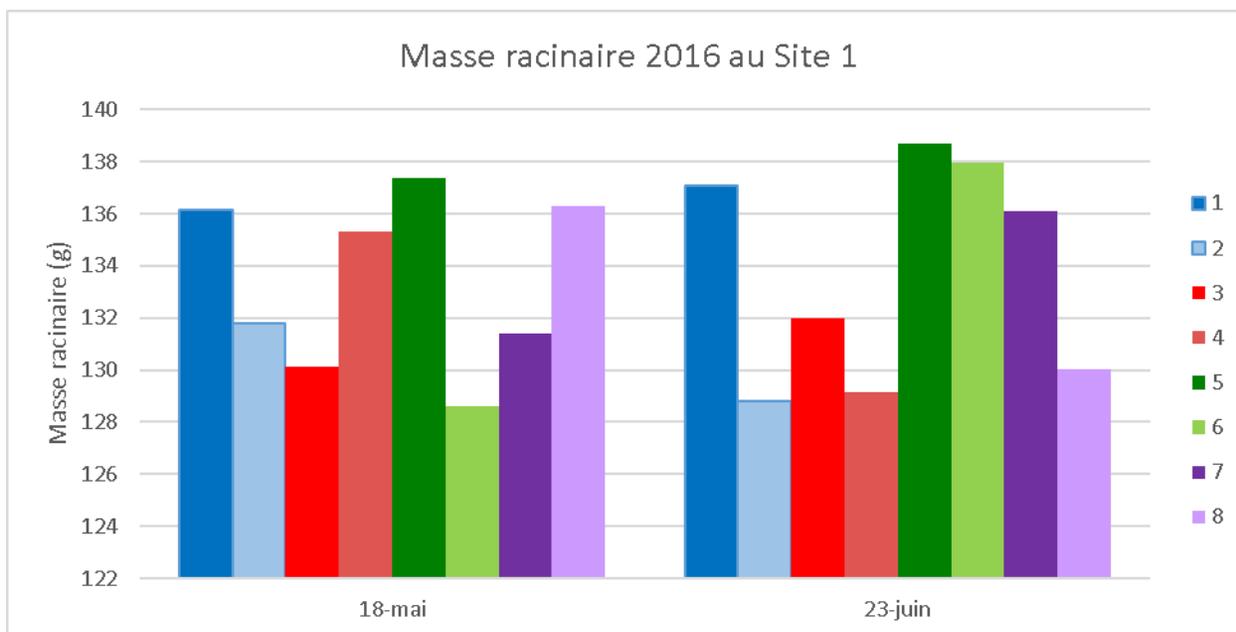
Graphique 4 : Résultats des pourcentages de recouvrement 2016 au Site 1

3.2.5 Masse racinaire

Au Site 1 en 2015, aucune différence significative n'a été notée pour la masse racinaire. Bien que ce ne soit pas significatif, les masses racinaires des traitements à libération lente 45 kg N/ha (T3, T5 et T7) ont été supérieures aux masses racinaires des traitements à libération lente 60 kg N/ha (T4, T6 et T8). Cependant en 2016, il y a eu des différences significatives aux 2 dates des prises de données (voir graphique 5). Le 18 mai, T5 s'est montré significativement supérieur à T2, T3, T6 et T7 (mais équivalent à T1, T4, T8 T9 et T10). T8 a eu une masse racinaire plus élevée significativement à T3 et T6. Ce dernier, T6 a été significativement inférieur à T1, T4, T5, T8, T9 et T10. Finalement, T3 a aussi eu une masse racinaire significativement inférieure à T1, T5 et T8. Au 23 juin, T6 a eu une masse racinaire significativement supérieure à T2, T3, T4 et T8. T2, T4 et T8 ont montré un résultat significativement inférieur à T1, T5 et T6. Puis finalement, T3 a une masse racinaire significativement inférieure à T5 et T6.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha

Au Site 2, une trop grande population de mauvaises herbes ayant envahi le semis a empêché l'analyse des données de masse racinaire. Et en 2016, aucune différence significative entre les traitements.



Graphique 5 : Résultats des masses racinaires 2016 au Site 1

3.3 Discussion du volet Semis

À la première année du projet, l'année du semis, il n'y a eu aucune différence entre les 2 doses d'un même engrais. En effet, pour toutes les prises de données, pour un même engrais, la dose de 45 kg N/ha donnait des résultats équivalents à la dose de 60 kg N/h. Ainsi, il est possible d'avancer, que l'année du semis, une dose de 45 kg N/ha pourrait être suffisante pour atteindre les mêmes niveaux de croissance qu'un semis ayant reçu 60 kg N/ha. Il est possible que la quantité d'azote libérée et prélevée par la culture ait été la même peu importe que le gazon ait reçu 60 ou 45 kg N/ha. Ainsi, l'azote en surplus n'a pas été nécessairement capté et a pu être perdu.

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha

Il est important de rappeler qu'en production de gazon, le rendement se traduit par une masse racinaire importante et rapide permettant la récolte de la plaque. Ainsi, bien que ce ne soit pas significatif, une tendance intéressante est à noter pour la première année du semis. En effet, les masses racinaires des traitements à libération lente 45 kg N/ha (T3, T5 et T7) ont été supérieures aux masses racinaires des traitements à libération lente 60 kg N/ha (T4, T6 et T8). Des doses inférieures seraient donc non seulement suffisantes pour le développement du système racinaire du gazon mais pourraient même montrer un avantage. De plus, sans être significatif, le recouvrement des traitements à libération lente 60 kg N/ha (T4, T6 et T8) était supérieur au recouvrement des traitements à libération lente 45 kg N/ha (T3, T5 et T7). Ceci est intéressant à observer. Le recouvrement, qui correspond à la partie aérienne du gazon, serait par contre avantagé par une dose supérieure, en ce qui concerne les engrais à libération lente. Un recouvrement plus rapide permet non seulement une meilleure compétition contre les mauvaises herbes mais également une réduction de la perte de sol par érosion hydrique ou éolienne. Cependant, pour ce qui est du traitement Témoin (urée 60 kg N/ha) comparativement à une dose inférieure (45 kg N/ha), cette tendance ne s'est pas démarquée donc le recouvrement et la masse racinaire étaient semblables pour les 2. La dose inférieure (45 kg N/ha) serait donc suffisante lorsque l'urée est utilisée au semis.

Toujours en ce qui concerne le traitement Témoin actuellement recommandé dans la production du gazon, seuls les engrais à libération lente FRN 60 kg N/ha, XCN 60 kg N/ha et XCN 45 kg N/ha ont démontré une qualité significativement supérieure au Témoin à l'année du semis. Ceci ne s'est cependant pas répercuté pour les autres prises de données comme la masse foliaire, racinaire et % d'azote, qui ont été équivalentes. L'utilisation des engrais à libération lente pourraient ainsi permettre d'avoir la même qualité de gazon ou supérieure à ce qui est actuellement recommandé.

Lors de la 2^{ème} année suivant le semis, comme à la première année, le traitement Témoin T1 a généralement toujours démontré des résultats inférieurs aux autres traitements pour la qualité, l'azote foliaire, le % de recouvrement. Encore une fois la dose de 45 kg N/ha d'urée donne les mêmes résultats « foliaires » que la dose de 60 kg N/ha. Par contre, le Témoin (Urée 60 kg N/ha) a démontré une masse racinaire significativement plus importante que le traitement Urée 45 kg N/ha, alors que les masses racinaires des 2 traitements étaient équivalentes l'année du semis. Ceci permet d'avancer que la dose supérieure a finalement été bénéfique pour le développement racinaire. Le système racinaire s'est peut-être développé plus tard à l'automne 2015 et très tôt au printemps 2016. Cela pourrait avancer le fait qu'une quantité moindre en azote disponible rapidement favorise le système aérien mais pas le système racinaire.

En comparant le Témoin aux engrais à libération lente pour ce qui est de la masse racinaire, il pourrait être possible de croire que l'azote libéré plus rapidement dans le traitement Urée 60 kg/ha a profité au développement racinaire au détriment du système aérien. En effet, le témoin a eu une masse racinaire soit équivalente ou supérieure aux traitements d'engrais à libération lente lors de la 2^{ème} année du semis. L'urée à 45 kg N/ha a quant à elle montré des résultats équivalents ou supérieurs aux engrais à libération lente pour les données foliaires (masses, recouvrement et % azote).

T1	Urée 60 kg N/ha
T2	Urée 45 kg N/ha
T3	MESA 60 kg N/ha
T4	MESA 45kg N/ha
T5	FRN 60 kg N/ha
T6	FRN 45 kg N/ha
T7	XCU 60 kg N/ha
T8	XCU 45kg N/ha

En comparant entre elles les 2 doses d'engrais à libération lente (45 vs 60 kg/ha) pour les 3 types d'engrais (MESA, FRN et XCU), en 2016, les résultats démontrent des données équivalentes autant avec la dose de 60 que de 45 kg N/ha. Il n'y a que pour le FRN que la dose de 60 kg N/ha a été significativement supérieure en qualité et en masse racinaire (1fois/2) que la dose de 45 kg N/ha. De plus, sans que ce ne soit significatif, la dose de 60 kg N/ha (T5) a toujours démontré des résultats supérieurs à la dose de FRN 45 kg N/ha pour la majorité les prises de données. L'azote du FRN se libère peut-être plus tardivement ou lentement que pour les autres engrais ce qui fait que la quantité supérieure d'azote dans la dose supérieure reste disponible plus longtemps pour le gazon. Cette tendance n'est pas ressortie avec les engrais XCU et MESA avançant que les 2 doses s'équivalent.

3.1 Coûts du volet Semis

Pour ce qui est des coûts pour le volet Semis, voici un comparatif de ce qu'ils pourraient être. Les engrais à libération lente sont de 2 à 4 fois plus chers que l'engrais urée. L'engrais à libération lente le moins couteux est le FRN. Une dose de 45 kg/ha FRN équivaut à un coût supérieur que de 14.7% du traitement Témoin.

Tableau 4 : Évaluation des coûts des traitements du Volet Semis*

	% N	\$ / kg N *	\$ / kg	Dose de l'engrais (Kg/ha)	\$ / ha
T1 Urée 60 kg/ha	46	0,01	0,663	130	86,19
T2 Urée 45 kg/ha	46	0,01	0,663	97	64,33
T3 MESA 60 kg/ha	30	0,05	1,45	200	290,00
T4 MESA 45 kg/ha	30	0,05	1,45	150	217,50
T5 FRN 60 kg/ha	44	0,02	0,97	136	131,92
T6 FRN 45 kg/ha	44	0,02	0,97	102	98,94
T7 XCU 60 kg/ha	43	0,04	1,57	139	231,52
T8 XCU 45 kg/ha	43	0,04	1,57	105	164,85

* Référence : prix approximatif de 2015

4 Volet Entretien

4.1 Réalisation du projet

4.1.1 Les participants

Deux entreprises de production de gazon en plaques ont participé au Volet Entretien du projet. Les 2 sites étaient situés dans des régions différentes soit Centre du Québec et Estrie.

Afin d'éviter de lier les résultats directement aux entreprises participantes, les résultats seront présentés en numérotant les sites (1 et 2). La numérotation ne correspond pas nécessairement à l'ordre cité des participants.

4.2 Calendrier du projet

Le projet a débuté en mai 2015, au moment où les applications d'engrais pour un gazon en entretien débutent généralement. Les prises de données ont débuté en juin 2015 et ce sont déroulées jusqu'en début juin 2016.

4.3 Traitements comparés

Le tableau 4 liste les 6 traitements des doses et sources d'azote appliqués. Le traitement T1 (témoin) représente le type d'engrais (urée), les doses et les dates d'application recommandés dans le *Guide de fertilisation du CRAAQ*. Tous les traitements ont une quantité totale d'azote égale appliquée au courant du projet, sauf le T6. Contrairement aux autres engrais, ce dernier est un engrais à libération lente et avec seulement 4 fractionnements d'azote. Il aurait été impossible de mettre la même quantité totale d'azote sans avoir une application avec une trop haute dose d'azote. Le T2 et le T3 ont 6 fractionnements de l'azote mais avec 2 types d'engrais différents soient l'urée et le nitrate d'ammonium calcique. Les traitements T4 et T5 ont 5 fractionnements de l'azote mais avec 2 types d'engrais, toujours l'urée et le nitrate. Finalement, le T6 comprend une première application d'un engrais à libération lente, le FRN, suivi de 3 fractionnements d'azote à base d'urée.

Afin de s'assurer de l'exactitude des doses d'engrais, ces derniers étaient prépesés et appliqués à la volée à la main. Aucun enfouissement de l'engrais ne se fait sur un gazon en entretien.

Les doses de phosphore et de potassium ont été établies selon les analyses de sol faites aux 2 sites. À chaque site, toutes les parcelles ont reçu les mêmes doses de P et de K. Les doses ont été établies selon la grille « Entretien » de 2010 du CRAAQ et ce, jusqu'à la récolte en juin 2016 (tableau 5).

Tableau 5 : Traitements appliqués à l'an 1 (2015) pour le Volet Entretien

T1	N kg/ha Urée g/4m2	01-mai 30 26,09	20-mai 30 26,09	10-juin 20 17,39	30-juin 20 17,39	20-juil 20 17,39	10-août 20 17,39	30-août 30 26,09	15-sept 30 26,09
T2	N kg/ha Urée g/4m2	01-mai 35 30,43	01-juin 40 34,78	20-juin 40 34,78	20-juil 20 17,39	20-août 30 26,09	15-sept 35 30,43		
T3	N kg/ha NAC g/4m2	01-mai 35 51,85	01-juin 40 59,26	20-juin 40 59,26	20-juil 20 29,63	20-août 30 44,44	15-sept 35 51,85		
T4	N kg/ha Urée g/4m2	01-mai 40 34,78	10-juin 50 43,48	10-juil 45 39,13	20-août 25 21,74	15-sept 40 34,78			
T5	N kg/ha NAC g/4m2	01-mai 40 59,26	10-juin 50 74,07	10-juil 45 66,67	20-août 25 37,04	15-sept 40 59,26			
T6	N kg/ha FRN g/m2	01-mai 50 45,45	20-juil 40 34,78	20-août 40 34,78	15-sept 40 34,78				

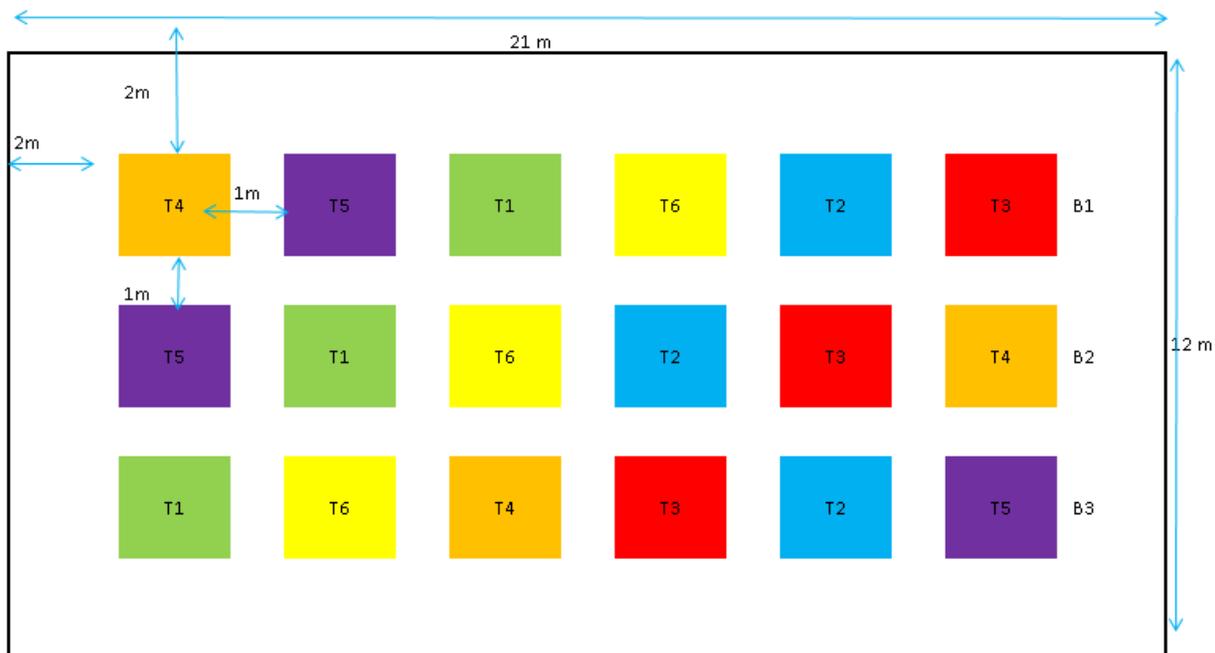
Tableau 6 : Traitements appliqués à l'an 2 (2016) pour le Volet Entretien

T1	N kg/ha Urée g/4m2	18-mai 30 26,09
T2	N kg/ha Urée g/4m2	18-mai 30 26,09
T3	N kg/ha NAC g/4m2	18-mai 30 44,44
T4	N kg/ha Urée g/4m2	18-mai 30 26,09
T5	N kg/ha NAC g/4m2	18-mai 30 44,44
T6	N kg/ha FRN g/m2	18-mai 30 27,27

4.4 Dispositif expérimental

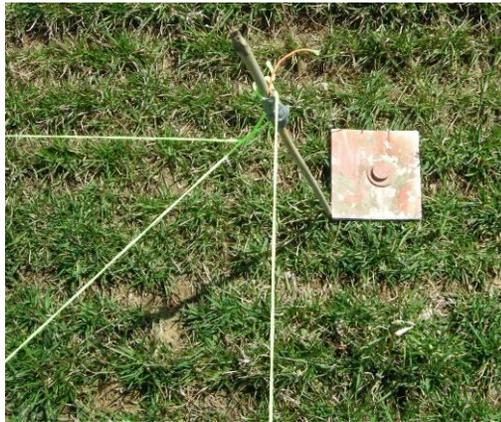
Aux 2 sites, le dispositif expérimental était en blocs complets aléatoires. Les traitements ont été répétés 3 fois (3 blocs) pour un total de 18 parcelles de 2m x 2m.

Figure 2 : Exemple de schéma d'un dispositif pour le Volet Entretien



Les parcelles étaient mesurées puis piquetées. Par la suite, les engrais étaient appliqués manuellement de façon uniforme dans chaque unité expérimentale. Le bloc de photos 6 montre différentes étapes de la mise en place des parcelles.

Bloc de photos 6 : Étapes de mise en place d'une parcelle du Volet Entretien et de l'application des engrais



Les doses de phosphore et de potassium ont été établies selon les analyses de sol prises aux 2 sites et en suivant la grille « Entretien » du *Guide de fertilisation du CRAAQ*. Les quantités totales de phosphore et de potassium ont été les mêmes pour tous les traitements, à chaque site. Cependant, le fractionnement de ces dernières (nombre d'application) a varié et correspondait aux mêmes nombres de fractionnement que pour l'engrais azoté. Par exemple, pour le T1, il y avait 7 fractionnements applications de l'engrais azoté, Il y a donc eu 7 applications de phosphore et 7 de potassium.

Lors de la 2^{ème} année du projet, pour tous les traitements, une seule application des engrais azotés a été faite au printemps puisque les prises de données se terminaient également au printemps 2016.

4.5 Paramètres mesurés

Afin de répondre aux objectifs de ce volet du projet (Entretien), les paramètres mesurés ont été la qualité générale, l'indice de chlorophylle, le pourcentage d'azote foliaire, les masses foliaires et racinaires puis les tests de résistance du gazon à la récolte. Elles sont décrites en détails dans la présente section.

Tableau 7 : Dates des prises de données en 2015 aux 2 sites

	Qualité générale	Indice de chlorophylle	% azote foliaire	Masse foliaire	Masse racinaire
Site 1	21 mai 4-19-Juin 2-8-17-23-30 juillet 7-13-20-27 aout 10-17-24sept 8 oct	4-19 juin 2-8-17-23-30 juillet 7-13-27 aout 10-17-24sept 8 oct	21 mai 4-19 juin 2-17-30 juillet 13-27 aout 10-24 sept	4-19 juin 2-17-30 juillet 13-27 aout 10-24 sept	8 oct.
Site 2	25 mai 4-18 juin 3-15-24-31 juillet 7-14-20-28 aout 11-17-25 sept 12 oct	25 mai 4-18 juin 3-15-24-31 juillet 7-14-28 aout 11-17-25 sept 12 oct	25 mai 4-18 juin 3-15-31 juillet 14-28aout 11-25sept	25 mai 4-18 juin 3-15-31 juillet 14-28aout 11-25sept	12 oct

Tableau 8 : Dates des prises de données en 2016 aux 2 sites

	Qualité générale	Indice de chlorophylle	% azote foliaire	Masse foliaire	Masse racinaire	Test de résistance
Site 1	5 mai 18 mai 1er juin	5 mai 18 mai 1er juin	18-mai	18-mai	18 mai 1 juin	1 juin
Site 2	5 mai 20 mai 2 juin	7 mai 20 mai 2 juin	20 mai	20 mai	20 mai 2 juin	2 juin

4.5.1 Qualité générale

La qualité générale des parcelles consistait en une évaluation subjective avec une cote de qualité basée sur une échelle de 1 à 10, 1 étant un gazon pratiquement absent et 10 étant un gazon 100% recouvert, sans mauvaises herbes, de bonne couleur, sans maladie ou de taches foliaires. La cote de 6 représente un gazon minimalement vendable. Sous cette cote, le gazon est considéré non vendable.

4.5.2 Indice de chlorophylle

La teneur en chlorophylle a été évaluée à l'aide d'un lecteur de chlorophylle conçu à cet effet (*FieldScout Chlorophyll Meter CM 1000 de Spectrum Technologies Inc.*). À l'aide de deux lasers, l'appareil quantifie la lumière présente et la lumière réfléchiée par la plante. De cette façon, la lumière absorbée par la plante est convertie en valeur de 0 à 999, un indice de chlorophylle. Cinq données par unité expérimentale ont été prises.

4.5.3 Pourcentage d'azote foliaire

Pour connaître les différents pourcentages d'azote foliaire des traitements, une récolte manuelle foliaire a été faite à quelques reprises. La quantité de feuillage n'avait pas à être exactement la même dans chaque unité expérimentale puisqu'il s'agit d'un pourcentage d'azote, mais les quantités étaient tout de même semblables.

4.5.4 Masses foliaires

Pour comparer les masses foliaires entre les traitements, contrairement aux échantillonnages pour le pourcentage d'azote foliaire, les quantités de feuillage récoltées devaient être les mêmes pour toutes les unités expérimentales. Pour ce faire, une récolte avec une tondeuse manuelle s'est faite. Dans chaque unité expérimentale, 2 passages de tondeuse d'une longueur constante étaient faits. La tondeuse était munie d'un sac pour récolter le gazon coupé. À la fin d'un passage, la tondeuse était entrée dans un bac de plastique afin de ne pas perdre les brins récoltés. Le feuillage dans le sac et contenu dans les lames de la tondeuse étaient amassés dans le bac pour ensuite être transférés dans un sac de plastique préidentifié.

Bloc de photos 7 : Prise des échantillons foliaires pour les masses foliaires



4.5.5 Masses racinaires

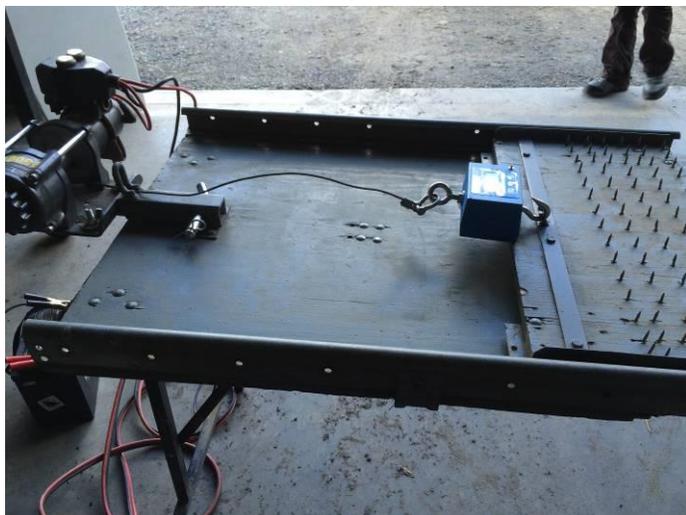
Pour comparer les masses racinaires entre les traitements, une sonde d'échantillonnage était utilisée avec une marque à 10 cm. La sonde était placée au-dessus du gazon et enfoncée jusqu'à 10 cm. Chaque échantillon était placé dans un sac pré-identifié. Trois échantillons étaient prélevés par unité expérimentale. Ils étaient par la suite envoyés au laboratoire où ils étaient placés sur un tamis de 2 mm et lavés pour retirer le sol.

4.5.6 Test de résistance

La notion de rendement n'est pas utilisée dans la production du gazon, mais elle pourrait se définir comme étant la maturité des plaques au moment de la récolte. Pour que les plaques soient considérées mures, elles ne doivent pas se déchirer, mais former des rouleaux intacts, en ayant un minimum de sol. À ce moment, elles sont prêtes à être récoltées. Afin de vérifier si les traitements d'azote ont eu un effet sur la maturité du gazon, des tests de résistance des plaques ont été réalisés à la 2^{ème} année, soit en 2016 (Tableau 7). Cette méthode consiste à utiliser une table de déchirement conçue à cet effet. Cette dernière, à l'aide d'un treuil, tire de

part et d'autre une plaque de gazon et une romaine mesure la force (livre) à laquelle la plaque se déchire. Plus la force est grande, plus la résistance de la plaque est grande également.

Bloc de photos 8 : Prise des résistances des plaques de gazon à la récolte



4.6 Analyses statistiques

Les analyses ont été effectuées avec la procédure GLM du logiciel SAS. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de LSD protégé à un niveau $p < 0.05$.

4.7 Résultats

Pour le Volet Entretien, afin de faciliter la présentation et la compréhension des résultats, ces derniers sont présentés par traitement, contrairement au Volet Semis qui eux sont présentés par prise de données. Ceci s'explique par le fait que dans ce Volet, chacun des traitements est comparés à un traitement spécifique et non à l'ensemble des traitements.

Il est important de rappeler que peu importe le nombre d'applications ou la source d'azote, la quantité d'azote totale était toujours la même, soit 200 kg N/ha sauf pour le T6 (170 kg N/ha) parce que les doses fractionnées auraient été trop grandes. Les sites sont analysés séparément, ils ne sont pas comparés.

Pour éviter de surcharger le rapport par un trop grand nombre de graphiques, ces derniers sont placés en Annexe 1.

T1	Urée 200 kg N/ha en 8 applications
T2	Urée 200 kg N/ha en 6 applications
T3	Nitrate 200 kg N/ha en 6 applications
T4	Urée 200 kg N/ha en 5 applications
T5	Nitrate 200 kg N/ha en 5 applications
T6	FRN 50 kg N/ha +120 kg urée, 3 app

4.7.1 Urée 8 applications (Témoin T1) et tous les autres traitements

En 2015, au Site 1, le traitement Témoin T1 a été le seul qui a montré à quelques reprises des résultats supérieurs à tous les autres traitements pour les données « foliaires », c'est-à-dire, masse foliaire, azote foliaire, indice de chlorophylle ou qualité. Ceci était surtout en début juin et à partir de la mi-août. Cependant, en 2016, le traitement Témoin T1 n'a eu aucune différence significative par rapport aux autres traitements pour les données foliaires c'est-à-dire pour l'azote foliaire, la chlorophylle, la masse foliaire et la qualité. En ce qui concerne les masses racinaires, T4 et T6 ont été supérieurs à tous les autres traitements, qui eut étaient semblables. Mais il n'y a eu aucune différence entre T1 et tous les autres traitements pour la résistance des plaques.

Pour le Site 2, comme au Site 1, le traitement Témoin T1 a été le seul qui a montré à quelques reprises des résultats supérieurs à tous les autres traitements pour les données « foliaires », c'est-à-dire, masse foliaire, azote foliaire, indice de chlorophylle ou qualité. Ceci était surtout en début juin et à partir de la mi-août. Par contre, en 2016, le traitement Témoin T1 a été significativement supérieur à T2, T3 et T6 pour le pourcentage en azote foliaire. Pour la chlorophylle, T1 a été significativement supérieur à T2 et T3, mais à une seule date soit le 20 mai. Pour les données racinaires, T4 et T6 ont eu une masse racinaire significativement supérieure à tous les autres traitements. Mais c'est T3 et T5 qui ont une résistance des plaques significativement supérieurs à T1, mais équivalente aux autres traitement.

4.7.2 Urée 6 applications vs Nitrate 6 applications (T2 vs T3)

En 2015, au Site 1, aucune différence significative n'a été notée sur l'indice de chlorophylle, la masse racinaire et la masse sèche foliaire entre ces 2 traitements. À une seule date, soit le 17 juillet, le gazon traité avec l'urée (T2) avait une qualité plus élevée que celui traité avec le nitrate (T3). Cependant, à une seule date, soit le 19 juin, le gazon traité avec le nitrate (T3) avait un niveau d'azote foliaire plus élevé que celui traité avec l'urée (T2). En 2016, aux 2 sites aucune différence significative n'a été notée entre T2 et T3 pour toutes les prises de données.

4.7.3 Urée 5 applications vs Nitrate 5 applications (T4 vs T5)

En 2015, au Site 1, seul l'indice de chlorophylle a montré des différences significatives. En effet, le 18 septembre, les parcelles traitées avec de l'urée (T4) avaient un indice plus élevé que celles traitées avec du nitrate (T5). En 2016, le traitement d'urée en 5 applications (T4) a eu une masse racinaire significativement supérieure au traitement de nitrates en 5 applications (T5).

T1	Urée 200 kg N/ha en 8 applications
T2	Urée 200 kg N/ha en 6 applications
T3	Nitrate 200 kg N/ha en 6 applications
T4	Urée 200 kg N/ha en 5 applications
T5	Nitrate 200 kg N/ha en 5 applications
T6	FRN 50 kg N/ha +120 kg urée, 3 app

Au Site 2, le 2 juillet 2015, le traitement à l'urée (T4) avait un taux d'azote foliaire plus élevé que le traitement au nitrate (T5). Cependant, le 15 juillet, le traitement au nitrate (T5) avait un indice de chlorophylle plus élevé que le traitement à l'urée (T4), toujours pour le même nombre d'applications. Le traitement au nitrate (T5) a présenté une masse foliaire plus élevée à une reprise (31 juillet). Cependant, à 5 reprises (entre la mi-juin à la fin août), ce même traitement au nitrate (T5) démontrait une qualité significativement inférieure au traitement à l'urée (T4). En 2016, seule la qualité a montré des résultats significatifs. En effet, le 20 mai, les parcelles traitées avec de l'urée (T4) avaient une cote de qualité plus élevée que celles traitées avec le nitrate (T5).

4.7.4 Urée 6 applications vs Urée 5 applications (T2 vs T4)

Au Site 1 en 2015, la qualité du gazon du traitement Urée 6 applications (T2) a été supérieure à celle du traitement Urée 5 applications (T4) le 8 juillet. Mais le 23 juillet, le traitement Urée 5 applications (T4) était de qualité supérieure. Le niveau d'azote foliaire a été supérieur à 3 reprises pour le traitement Urée 5 applications (T4) : le 21 mai, le 19 juin et le 17 juillet. Mais le 2 juillet, c'est le traitement Urée 6 applications (T2) qui avait un niveau d'azote foliaire et un indice de chlorophylle supérieurs. En 2016, seule la masse racinaire a démontré des différences significatives. En effet, l'urée en 5 applications (T4) a montré une masse racinaire plus élevée que le traitement d'urée en 6 applications (T2).

Au Site 2, le traitement Urée 5 applications (T4) a démontré un niveau d'azote foliaire et une masse sèche foliaire supérieurs le 31 juillet. De plus, les 18 juin, 24 juillet et 28 août 2015, ce même traitement avait une qualité et un indice de chlorophylle plus élevés que ceux du traitement Urée 6 applications (T2). En 2016, l'azote foliaire et la qualité du gazon ont également eu des différences significatives à une date soit le 20 mai où T4 était supérieur au T2.

4.7.5 Nitrate 6 applications vs Nitrate 5 applications (T3 vs T5)

Au Site 1, le 2 juillet 2015, l'indice de chlorophylle, le niveau d'azote foliaire de même que la qualité du gazon étaient supérieurs pour le traitement Nitrate 6 applications (T3). La qualité a également été supérieure pour ce traitement la semaine suivante (8 juillet). Cependant, les 17 et 23 juillet, c'est le traitement Nitrate 5 applications (T5) qui avait une qualité supérieure. Par contre, en 2016, aucune différence n'a été constatée entre les 2 traitements pour toutes les prises de données.

Au Site 2, le 3 juillet 2015, l'indice de chlorophylle, le niveau d'azote foliaire de même que la qualité du gazon étaient supérieurs pour le traitement Nitrate 6 applications (T3). La qualité a également été supérieure pour ce traitement à la prise de données suivante (15 juillet). En 2016, la résistance du gazon a été significativement supérieure pour le traitement de nitrate en 6 applications (T3) vs le nitrate en 5 applications (T5).

4.7.6 FRN et 3 applications d'urée (T6) vs Tous

En 2015 au Site 1, de la 3^{ème} prise de données jusqu'à la mi-juillet, le gazon du traitement T6 a montré des résultats généralement plus bas que les autres traitements, surtout en ce qui concerne la qualité, l'azote foliaire et l'indice de chlorophylle. Cependant, de la fin juillet jusqu'à la fin de la saison, il était équivalent à la plupart des autres traitements et ce, peu importe le paramètre mesuré. Le traitement T6 a démontré une masse racinaire significativement supérieure à tous les traitements, sauf pour le T4 auquel il était semblable. Finalement, à une seule date, soit le 4 mai, T6 a eu une qualité significativement supérieure à T2.

Comme au Site 1 en 2015, de la 3^{ème} prise de données jusqu'à la mi-juillet, le gazon du traitement T6 a montré des résultats généralement plus bas que les autres traitements, surtout en ce qui concerne la qualité, l'azote foliaire et l'indice de chlorophylle. Cependant, de la fin juillet jusqu'à la fin de la saison, il était équivalent à la plupart des autres traitements et ce, peu importe le paramètre mesuré. Le T6 a eu une masse racinaire significativement supérieure au Témoin T1. En 2016, aucune tendance n'est ressortie.

T1	Urée 200 kg N/ha en 8 applications
T2	Urée 200 kg N/ha en 6 applications
T3	Nitrate 200 kg N/ha en 6 applications
T4	Urée 200 kg N/ha en 5 applications
T5	Nitrate 200 kg N/ha en 5 applications
T6	FRN 50 kg N/ha +120 kg urée, 3 app

4.8 Discussion du volet Entretien

À la première année, aux 2 sites, la comparaison des sources d'azote à la même dose n'a pas démontré assez de résultats significatifs continus pour faire ressortir une recommandation précise. Par contre, l'un des 2 sites le traitement à l'urée (T4) a eu à 5 reprises durant l'été une qualité supérieure au traitement avec nitrate (T5). Les précipitations fréquentes de 2015 peuvent avoir davantage lessivé l'azote sous forme nitrate et favorisé, dans ces conditions, un engrais à base d'urée. Ceci n'est toutefois pas ressorti entre les traitements T2 (Urée 6 applications) et T3 (Nitrate 6 applications) et T3 (Nitrate 6 applications).

T1	Urée 200 kg N/ha en 8 applications
T2	Urée 200 kg N/ha en 6 applications
T3	Nitrate 200 kg N/ha en 6 applications
T4	Urée 200 kg N/ha en 5 applications
T5	Nitrate 200 kg N/ha en 5 applications
T6	FRN 50 kg N/ha +120 kg urée, 3 app

À la deuxième année du projet, en ce qui concerne la comparaison des sources d'azote, le Témoin n'a eu aucune différence significative avec tous les autres traitements pour ce qui est des données foliaires (masse, chlorophylle, % azote) et racinaires (masse et résistance). L'urée en 8 applications ne démontrait pas, dans le cadre de ce projet, un avantage aux autres traitements. En comparant la source d'urée en 6 applications (T2) vs le nitrate également en 6 applications (T3) en 2016, aucune différence significative n'est ressortie ce qui permet de croire que pour ce nombre d'applications, les 2 types d'azote s'équivalent. Sans que ce ne soit significatif, il est intéressant de noter que le nitrate appliqué en 6 et 5 fois (T3 et T5) ont montré une masse foliaire plus élevée que pour l'urée (T2 et T4). Au Site 2, la source de nitrates en 6 applications (T3) a été supérieure (mais non significative) pour la masse foliaire, racinaire et résistance. Le peu de précipitation en 2016 vs 2015 et les températures chaudes peuvent avoir favorisé l'assimilation du nitrate par le gazon, tandis que l'urée peut avoir subi davantage de perte volatile puisque non enfouie. Cependant, cette tendance de supériorité pour le nitrate vs urée ne se retrouve pas en comparant les 2 sources appliquées en 5 applications (T4 et T5). En effet, aux 2 sites, c'est plutôt la source d'urée (T4) qui a montré des résultats supérieurs, non significatifs, au nitrate (T5) pour la masse foliaire, racinaire (significatif Site 1) et résistance. En résumé, le nitrate aurait été favorisé lors de plus petites doses mais en 6 applications alors que l'urée aurait été favorisée lorsqu'appliquée à plus grande dose mais en 5 applications.

Pour ce qui est en lien avec les doses d'azote, à la première année du projet, la comparaison des doses d'azote pour la même source d'azote n'a pas montré assez de résultats significatifs constants pour faire ressortir une recommandation précise. Cependant, le fait que le traitement Témoin T1 est le seul qui a démontré à quelques reprises des résultats supérieurs à tous les autres, pour les paramètres foliaires, peut démontrer que le fractionnement des doses reste une pratique recommandable, selon le but recherché. C'est le seul traitement qui a reçu 3 doses tôt au printemps (de la mi-mai à la mi-juin), période de croissance active pour le gazon. En 2016, le traitement Témoin (urée en 8 applications) a, comme en 2015, montré des résultats supérieurs ou équivalents aux autres traitements pour les données foliaires (qualité, chlorophylle, % azote et masse), mais inférieurs ou équivalents en ce qui concerne les données racinaires soient les masses racinaires et la résistance du gazon lors de la récolte. Cela permet d'avancer qu'une application fréquente de doses d'azote peut bénéficier au système foliaire au détriment du système racinaire. Dans une situation de production agricole de gazon en plaques, le rendement relié étant la résistance de la plaque, cette information est pertinente.

Toujours en comparant les doses d'azote T2 et T4 (6 vs 5 applications) pour l'urée, les résultats en 2015 au Site 1 ont parfois démontré des données supérieures pour T2 et parfois pour T4 sans qu'il n'y ait de constante. Ceci a aussi été le cas en 2016 puisque la majorité des

données ne montraient pas de différence entre les 2 doses. Cependant, l'urée en 5 applications (T4) a montré au Site 1 une masse racinaire plus élevée que T2 (en 6 applications). Mais ceci ne s'est pas répercuté sur la résistance lors de la récolte, qui était équivalente. Cependant, puisqu'au Site 2, autant en 2015 qu'en 2016, le T4 a montré des résultats généralement supérieurs au T2, voire parfois significatifs, il pourrait être possible d'avancer qu'un passage moins fréquent, mais avec des doses plus élevées en urée (ne dépassant pas 40 kgN/ha) permettrait d'obtenir un gazon de bonne qualité.

En comparant maintenant les **doses** d'application mais pour le nitrate (T3 vs T5), les résultats diffèrent de ceux pour l'urée. En effet, les données racinaires (masses et résistance) et quelques données foliaires ont été, pour les 2 sites, supérieures pour le nitrates en 6 applications (T3) vs le nitrate en 5 applications (T5). Puisque le nitrate est assimilable plus rapidement que l'urée, il pourrait être possible d'avancer que des doses plus petites mais plus fréquentes favorisent une meilleure assimilation par le gazon.

T1	Urée 200 kg N/ha en 8 applications
T2	Urée 200 kg N/ha en 6 applications
T3	Nitrate 200 kg N/ha en 6 applications
T4	Urée 200 kg N/ha en 5 applications
T5	Nitrate 200 kg N/ha en 5 applications
T6	FRN 50 kg N/ha +120 kg urée, 3 app

Aux 2 sites, sans être significatif, c'est le traitement T3 (nitrates en 6 applications) qui a eu une résistance des plaques plus élevée que tous les autres traitements.

Finalement, en comparant l'engrais à libération lente FRN (T6) à tous les autres traitements, puisqu'il a démontré des résultats inférieurs à tous les autres traitements à la 1^{ère} année de projet, il pourrait être avancé que son utilisation n'est pas recommandée. Par contre, il est intéressant de noter que pour les 2 sites et pour les 2 années du projet, le T6 a montré des masses racinaires équivalentes ou supérieures à tous les traitements. Cependant, ceci ne s'est pas répercuté sur la résistance des plaques lors de la récolte. Ce traitement pourrait être envisageable dans une situation où le passage de la machinerie n'est pas possible ou non recommandé étant donné qu'il a tout de même permis une récolte de gazon vendable, au même titre que les autres traitements.

4.9 Coûts du volet Entretien

Pour ce qui est des coûts pour le volet Semis, voici un comparatif de ce qu'ils pourraient être. L'engrais à libération lente FRN coûte le double des engrais urée et nitrate à l'achat mais puisqu'il requiert moins de passage par la suite, son coût total d'utilisation est le moins élevé, incluant les 3 passages de l'urée. À cause du coût plus élevé du NAC mais surtout de son plus faible pourcentage d'azote, c'est ce produit qui revient le plus cher/ha, avec 6 applications.

Tableau 9 : Évaluation des coûts des traitements du Volet Entretien*

	% N	Nb application 2015	Nb application 2016	\$ / tonne *	\$ / kg	Dose de l'engrais (Kg/ha)	\$ / ha	Nb passage total	\$ / passage / ha	Coût total (\$/ha)
T1 Urée	46	8	1	663	0,663	434	287,74	9	10	377,74
T2 Urée	46	6	1	663	0,663	434	287,74	7	10	357,74
T3 Nitrate	27	6	1	628	0,628	740	464,72	7	10	534,72
T4 Urée	46	5	1	663	0,663	434	287,74	6	10	347,74
T5 Nitrate	27	5	1	628	0,628	740	464,72	6	10	524,72
T6 FRN + urée	44 + 46	4	1	970 + 663	0,97+ 0,663	113 + 261	282,65 (109,61+ 173,04	5	10	332,65

* Référence : prix approximatif de 2015

5 Activités de diffusion de l'information

Pendant le déroulement du projet, des activités de diffusion des résultats ont eu lieu et ont permis de divulguer l'information à différents intervenants de l'industrie. Les résultats préliminaires ont été présentés aux membres de *l'Association des producteurs de gazon du Québec* (APGQ) en mars 2016. Le rapport d'étape a été déposé sur le site internet de l'IQDHO et sur le site d'*Agri-Réseau Horticulture ornementale*. Le rapport final sera déposé sur ces 2 sites également. Une activité est prévue à l'automne 2017 avec l'APGQ pour présenter les résultats finaux. Un article technique sera soumis à la revue pour professionnels *Québec Vert*. Dans chacune des activités de diffusion, la participation financière du MAPAQ est mentionnée.

6 Conclusion

Les objectifs du volet Semis ont été atteints puisqu'il a été possible d'évaluer l'effet de l'utilisation d'engrais à libération lente et l'effet de la diminution du taux d'azote, sur la croissance du pâturin du Kentucky en production, lors du semis.

Au semis, l'utilisation des engrais à libération lente lors du semis peut donner des résultats semblables à la recommandation actuellement dans les gazonnières, soit Urée 60 kg/ha. L'utilisation d'une dose de 45 kg N/ha au semis pour tous les traitements, urée et engrais à libération est suffisante et a donné les mêmes résultats qu'une dose de 60 kg N/ha. Ceci permet une économie mais également une réduction possible de l'azote perdu et non assimilé par le gazon lors du semis. Les tendances observées pour les engrais à libération lente pourraient permettre d'avancer que le développement foliaire de traitements à dose plus élevée (60 kg N/ha) s'est fait au détriment du développement racinaire lors de l'année du semis. Bien que le recouvrement foliaire reste important pour limiter le ruissellement et la présence de mauvaises herbes, une dose plus faible d'engrais lors du semis du gazon, soit de 45 kg N/ha, pourrait être suffisante pour produire une masse racinaire adéquate, ce qui est important dans la production du gazon en plaques. Les résultats tentent à démontrer qu'il pourrait y avoir un impact sur la réduction des quantités d'azote appliquées au moment du semis.

Les objectifs du volet Entretien ont été atteints puisqu'il a été possible d'évaluer l'effet de l'utilisation de différentes formes d'azote et de différentes fréquences d'application d'azote sur la croissance du pâturin du Kentucky lors de la phase Entretien de la production. Un fractionnement des doses d'azote à appliquer est bénéfique pour le développement du gazon si on compare traitement à libération lente vs les autres traitements. Le projet n'a pas fait ressortir une source d'azote supérieure à une autre pour la production du gazon durant la phase Entretien. Cependant, selon les conditions météorologiques, l'utilisation d'un ou de l'autre serait souhaités. Exemple, en période de canicule et sans précipitation, l'utilisation du nitrate semble plus adéquate tandis que lors de précipitations plus fréquentes, l'utilisation de l'urée serait davantage recommandée. Un fractionnement de l'azote, à des applications plus fréquentes semble être davantage bénéfique en début de saison et en fin de saison. La pratique recommandée dans le CRAAQ semble être adéquate pour la production foliaire du gazon, ce qui était l'objectif de l'étude scientifique sur laquelle elle a été basée. Cependant, puisque le Témoin T1 a montré une masse racinaire et une résistance semblable aux autres traitements, il est possible de croire que les résultats aériens positifs (chlorophylle, qualité, etc.) se sont faits aux dépens du développement des racines et que 8 passages ne seraient pas nécessaires. Il serait plutôt recommandé de favoriser plus d'application d'engrais printemps (ex. début mai, 20 mai et 20 juin), 1 durant l'été (si pas de canicule), et 2 à 3 à l'automne. Il est ainsi important de considérer les conditions météorologiques pour les applications afin de s'assurer d'une utilisation optimale de l'azote et une réduction maximal des pertes dans l'environnement.

Ce projet était une première étape à la réalisation d'essais de fertilisation dans la production de gazon en plaques pour la révision des grilles du CRAAQ. Ce projet permet aux producteurs de gazon en plaques d'acquérir des connaissances sur les formes d'engrais à utiliser, notamment les engrais à libération lente, au semis et durant la phase entretien. Les résultats pourront leur permettre de faire des choix plus éclairés sur la fertilisation azotée de la culture, permettant une meilleure rentabilité par une meilleure gestion de l'azote, une meilleure croissance du gazon et une diminution des pertes de rendement. Un gazon en production qui est en bonne croissance sera plus compétitif envers les mauvaises herbes et nécessitera moins d'herbicides.

7 Remerciements

Nous aimerions remercier le *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* pour leur aide financière apportée dans le cadre du *Programme d'appui financier aux regroupements et associations de producteurs désignées*.

Nous aimerions remercier notre partenaire l'Université Laval et plus particulièrement Dr Guillaume Grégoire pour sa collaboration et l'analyse statistique des données.

Un remerciement particulier aux 2 producteurs participants :

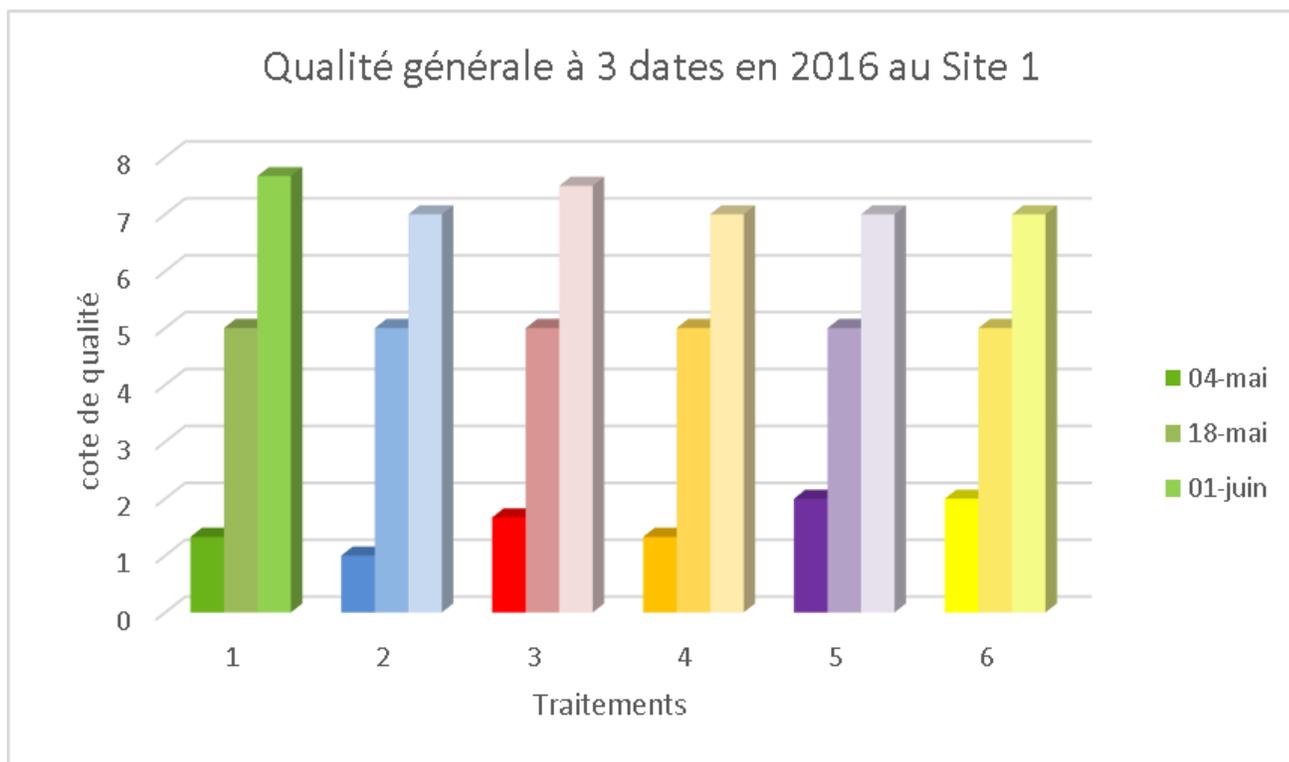
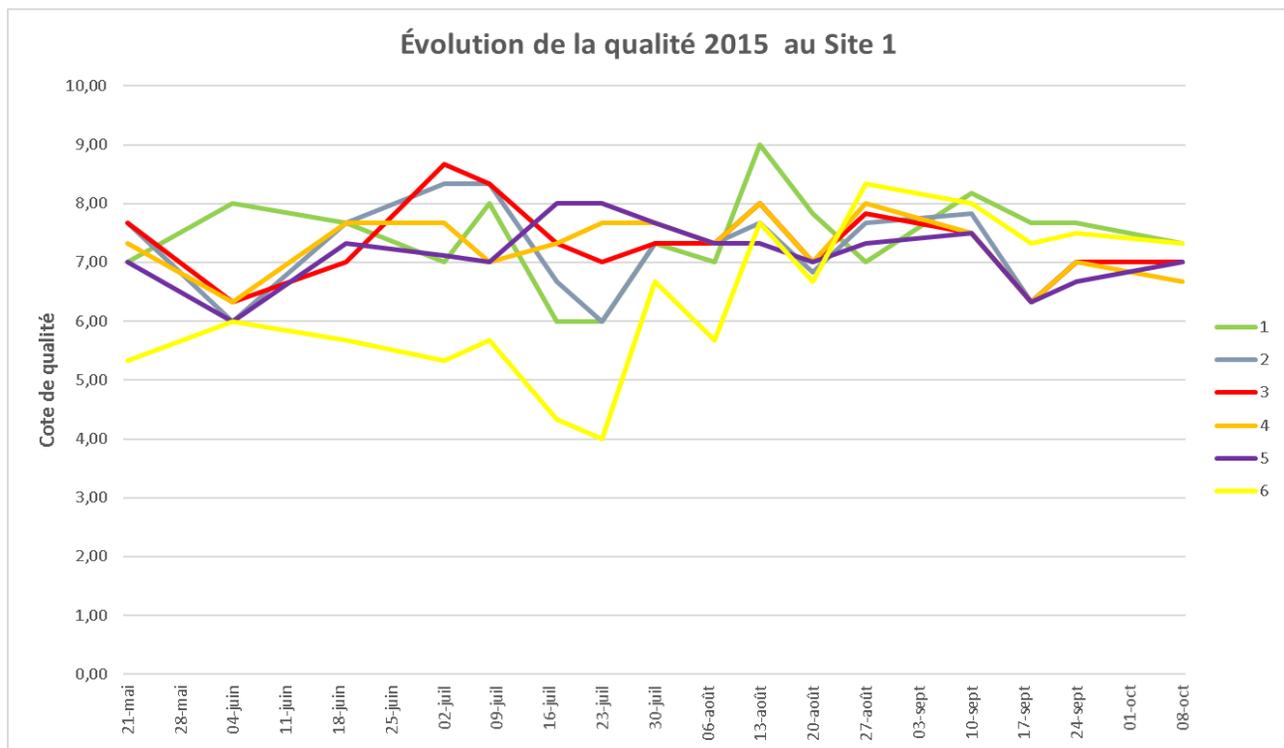
- *Gazonnière Vigneault*
- *Les Arpents Verts de l'Estrie*

Nous remercions aussi sincèrement nos collègues de l'IQDHO, Nicolas Authier, Marie-Claude Lavoie et Émilie Lemaire pour leur importante contribution au projet.

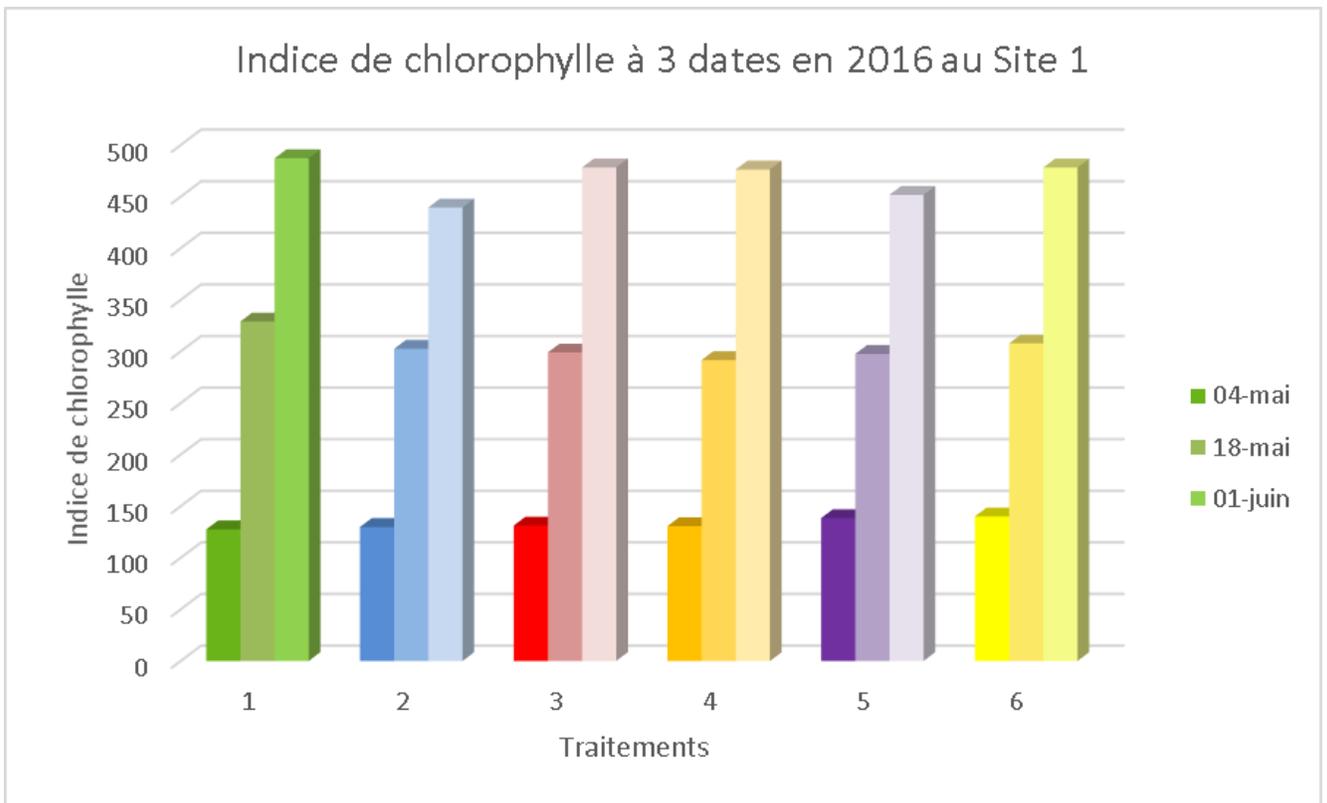
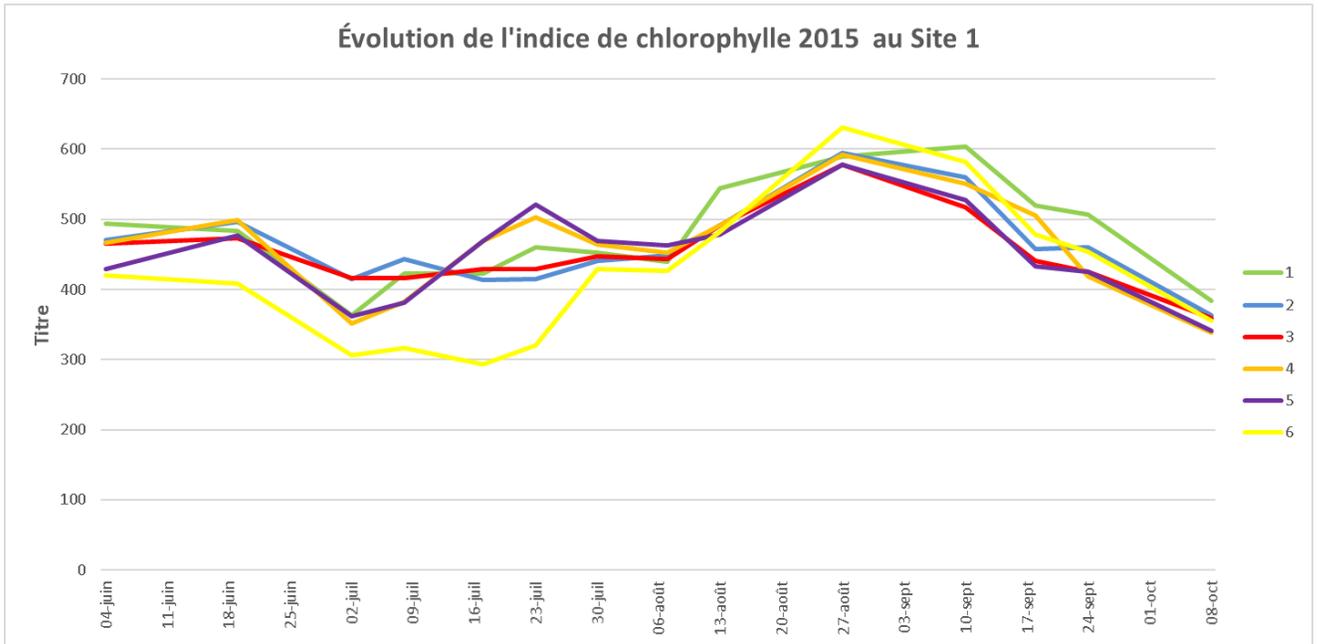
Finalement, merci à l'APGQ et à M. Alain Déjourdy pour leur collaboration.

Annexe 1 : Graphiques Volet Entretien 2015 et 2016

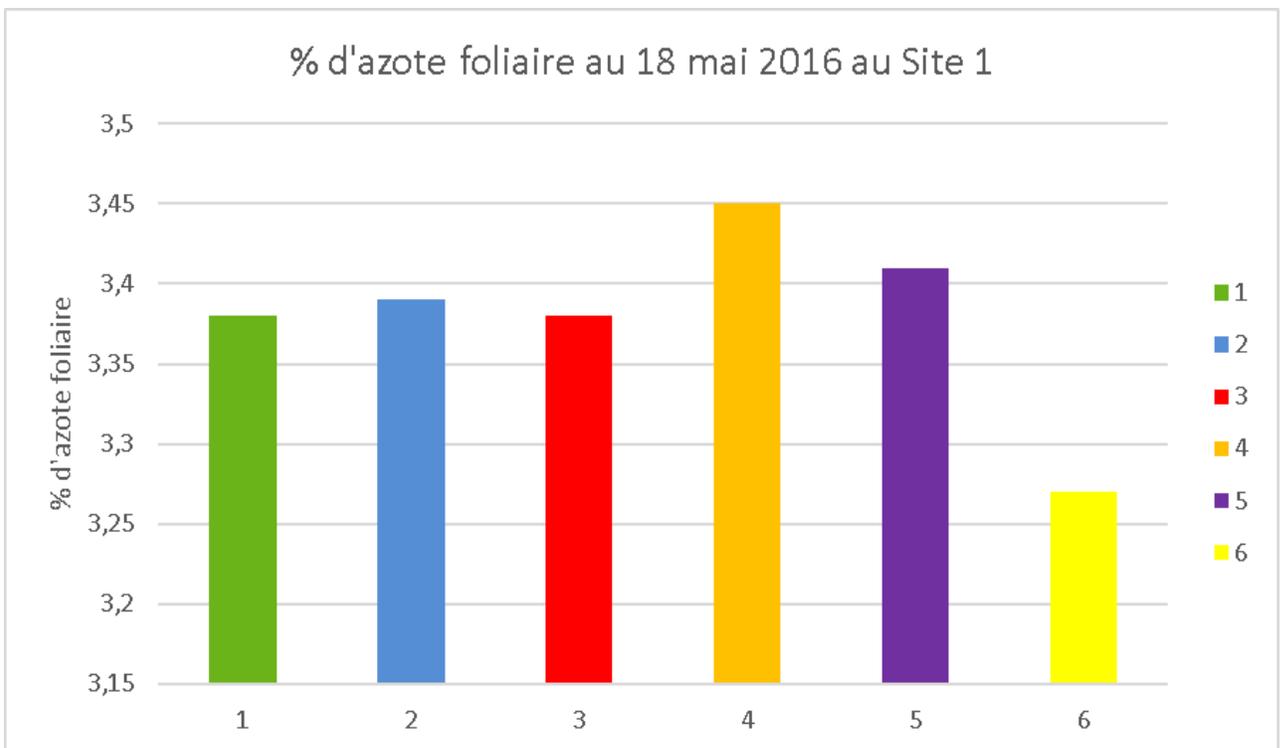
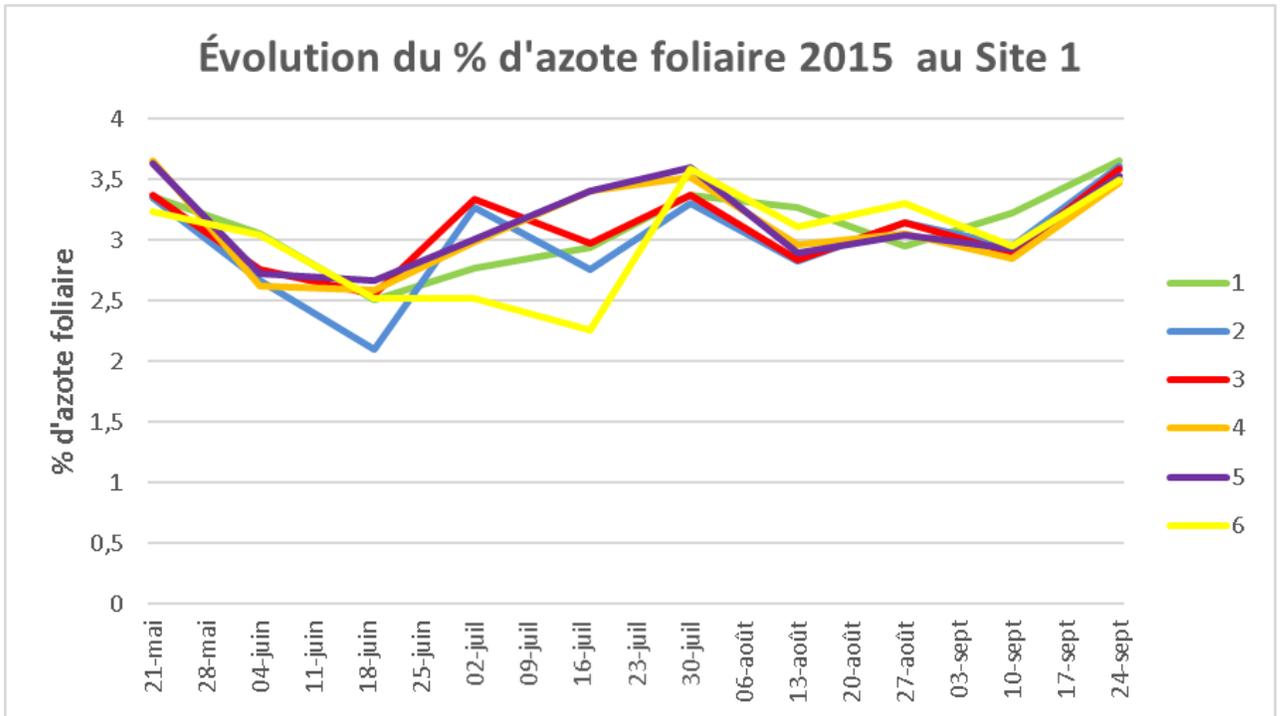
Graphiques 6 : Site 1 - Qualité générale 2015 et 2016



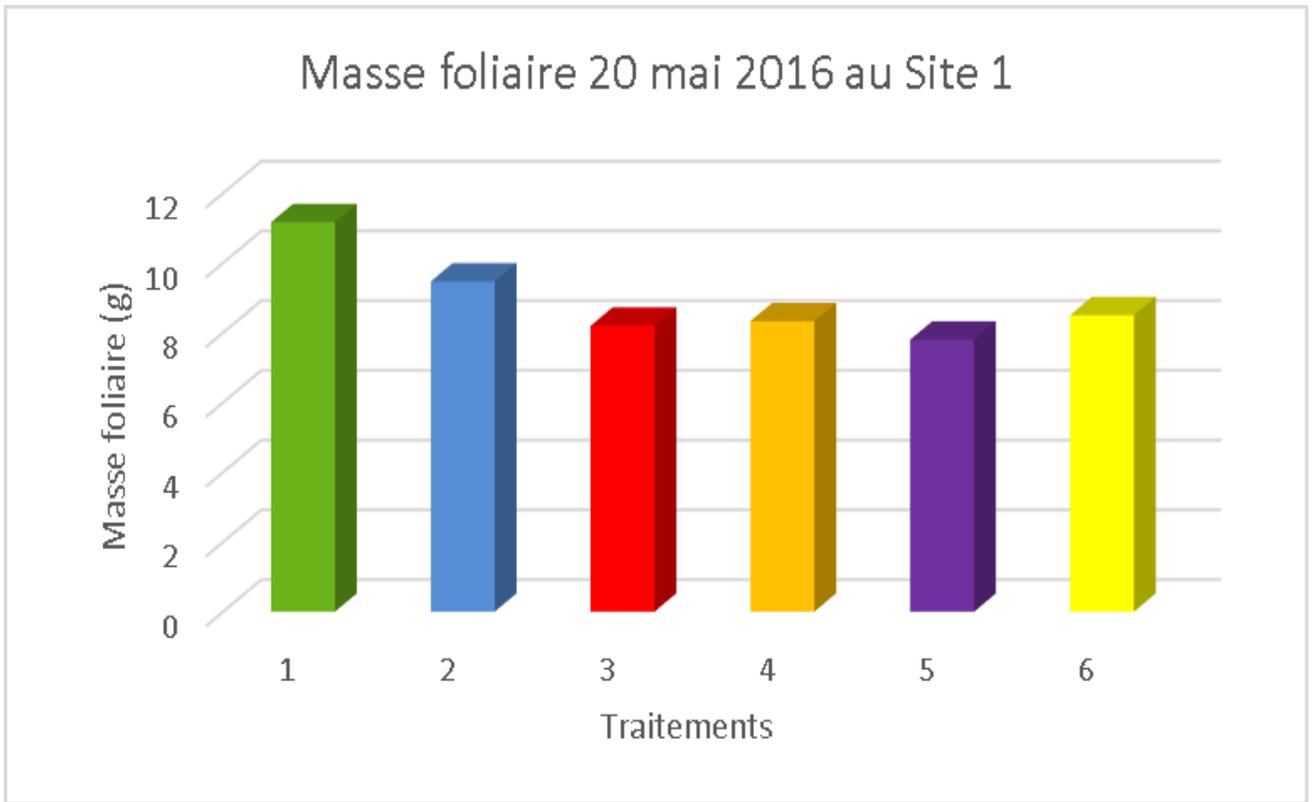
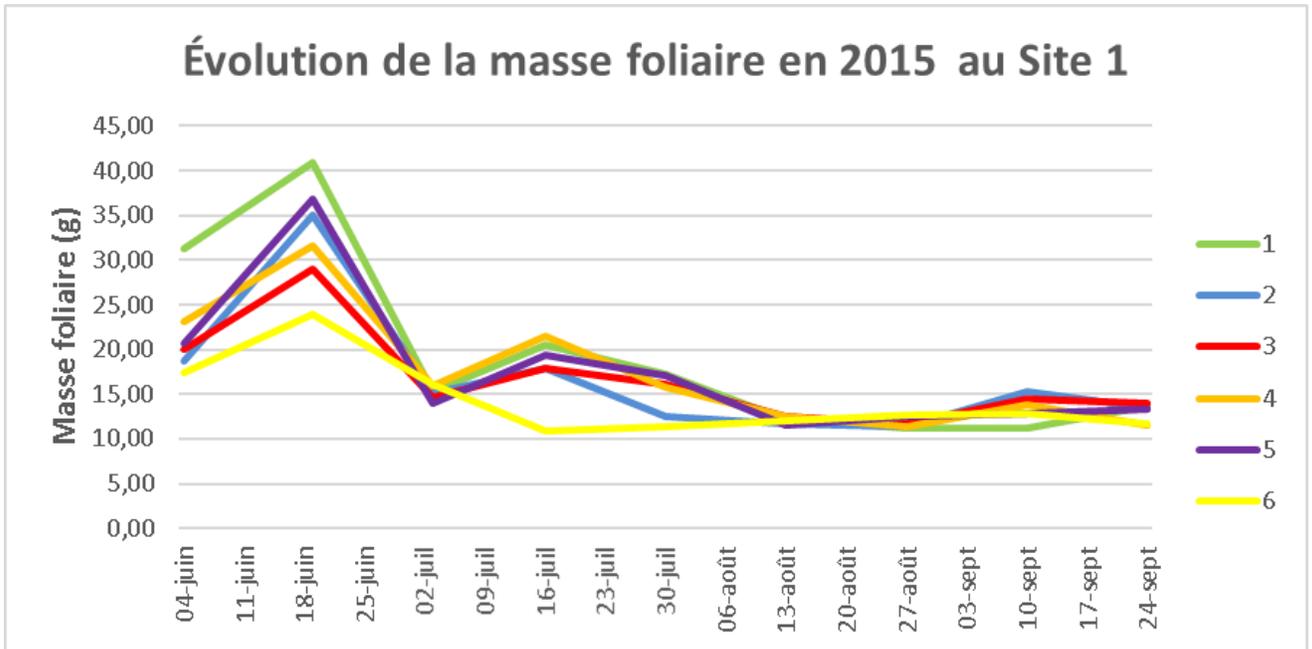
Graphiques 7 : Site 1 - Indice de chlorophylle 2015 et 2016



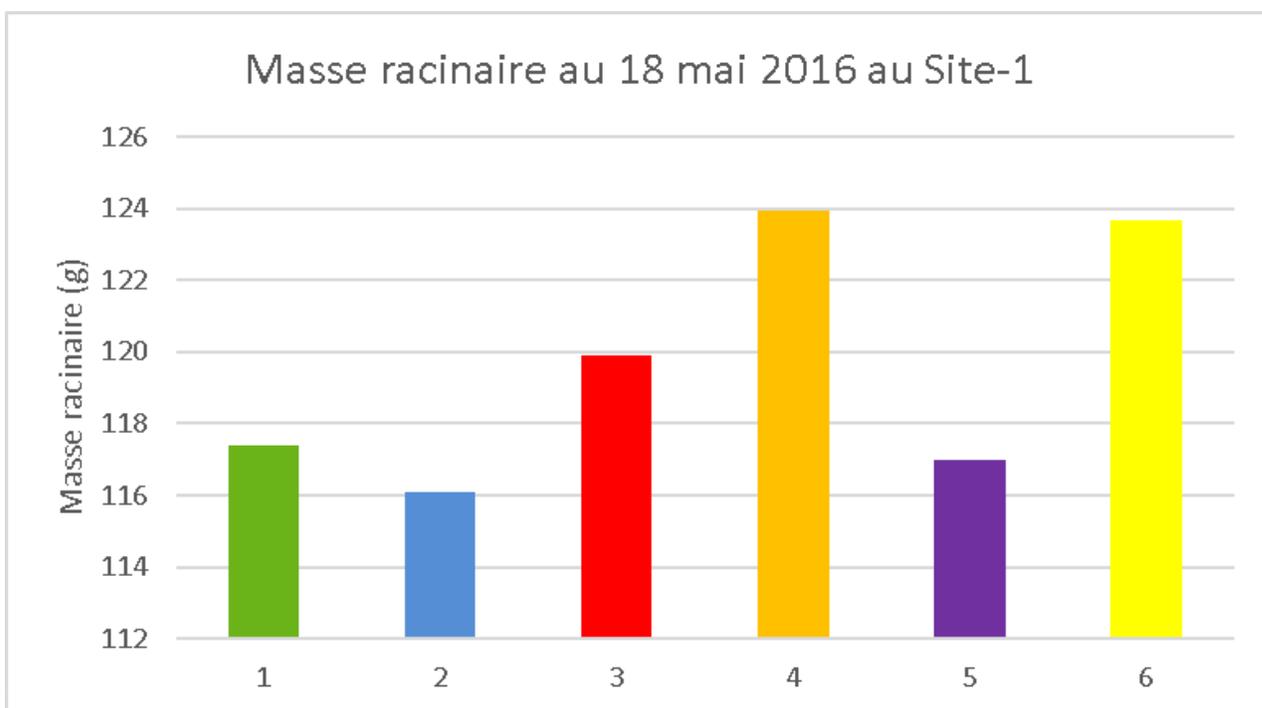
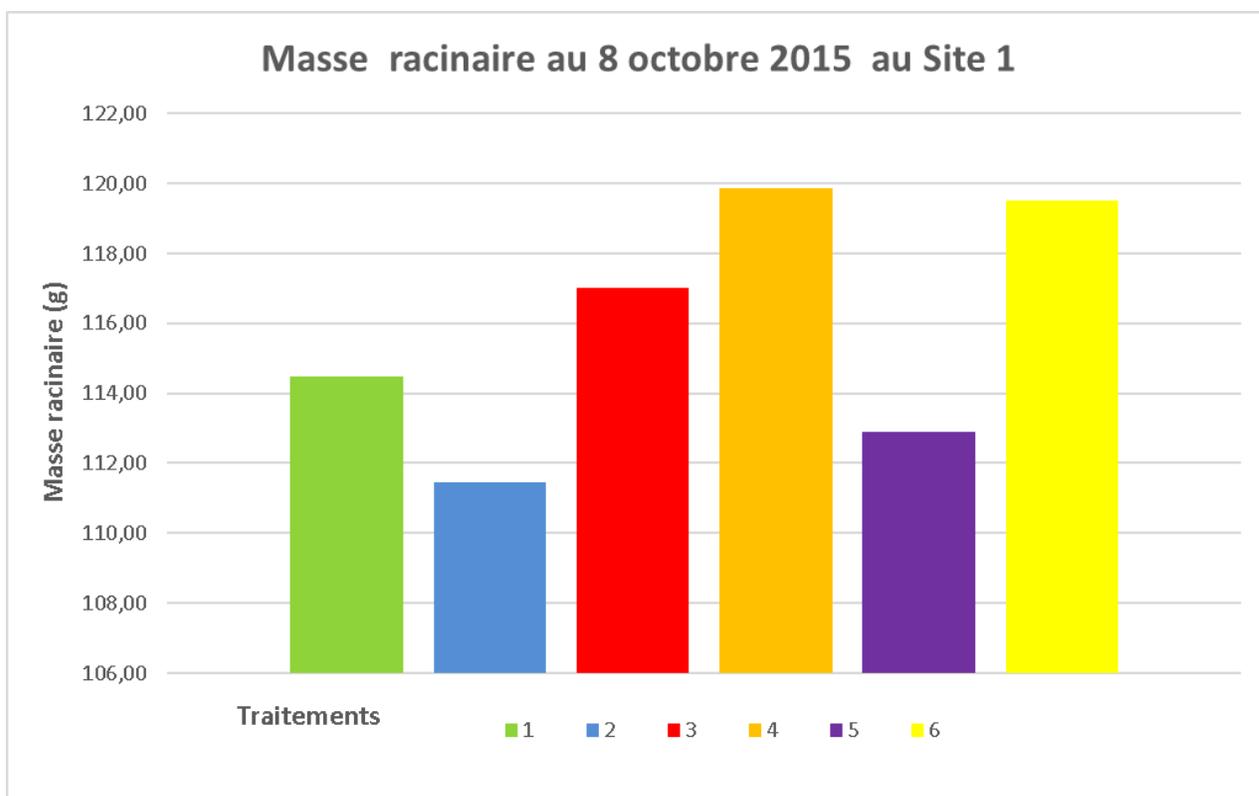
Graphiques 8 : Site 1 - Pourcentage d'azote foliaire 2015 et 2016



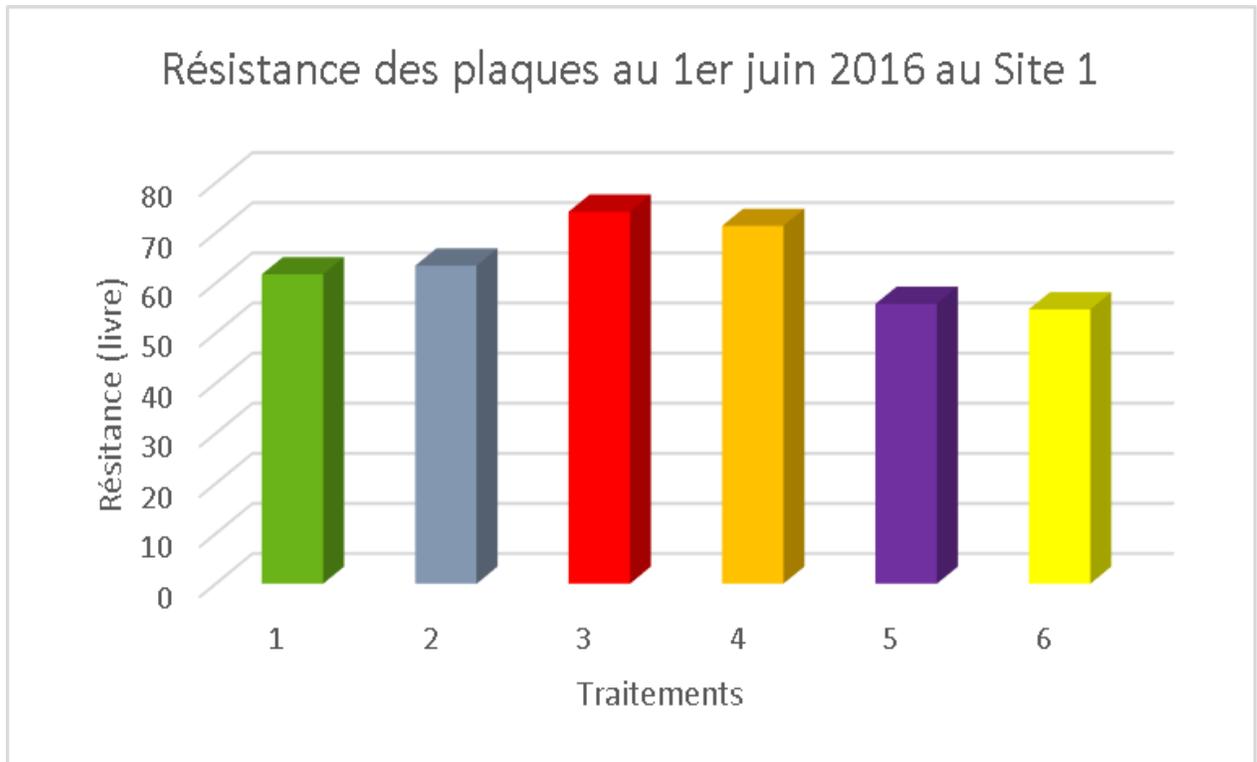
Graphiques 9 : Site 1 - Masse foliaire 2015 et 2016



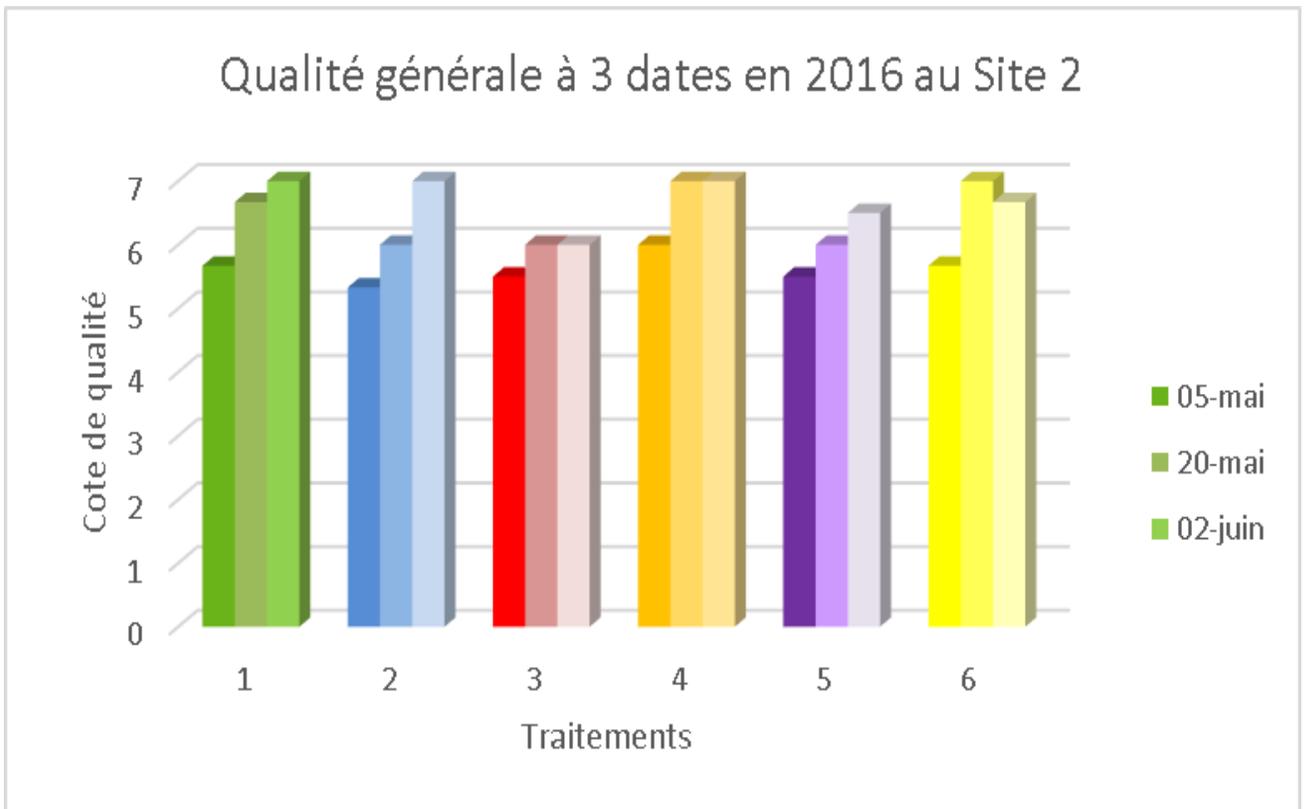
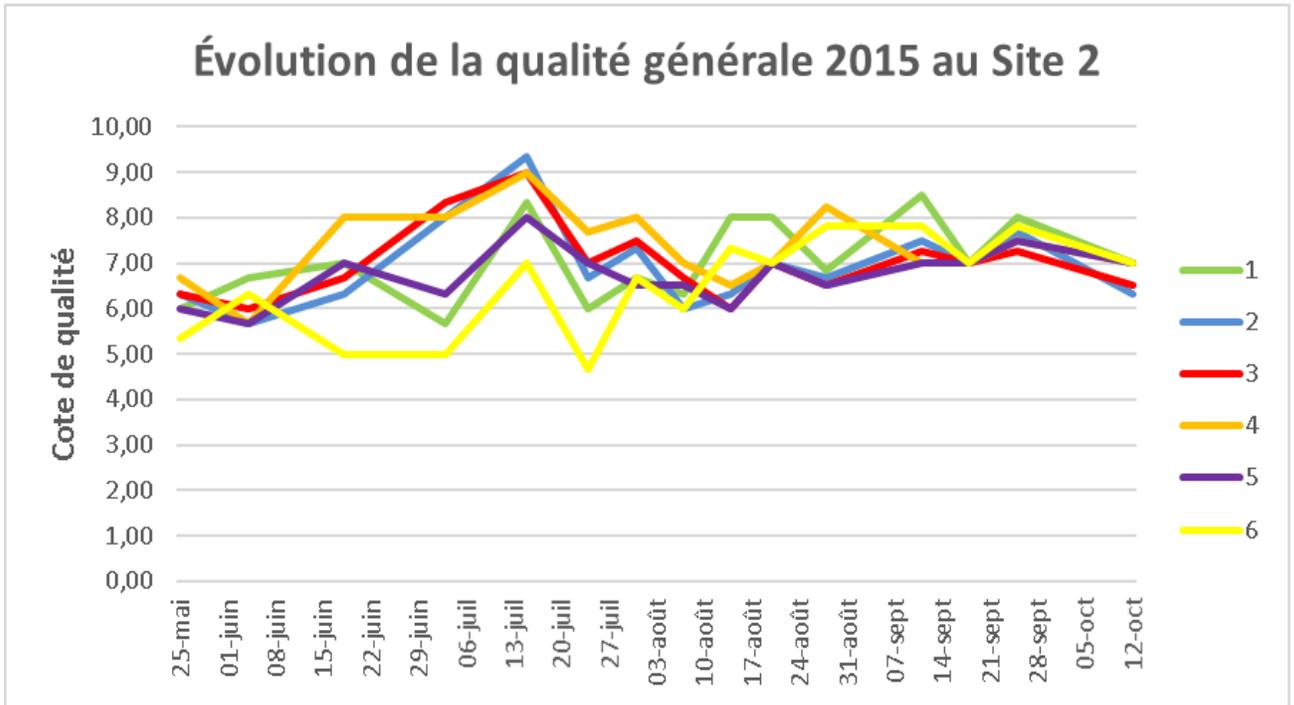
Graphiques 10 : Site 1 - Masse racinaire 2015 et 2016



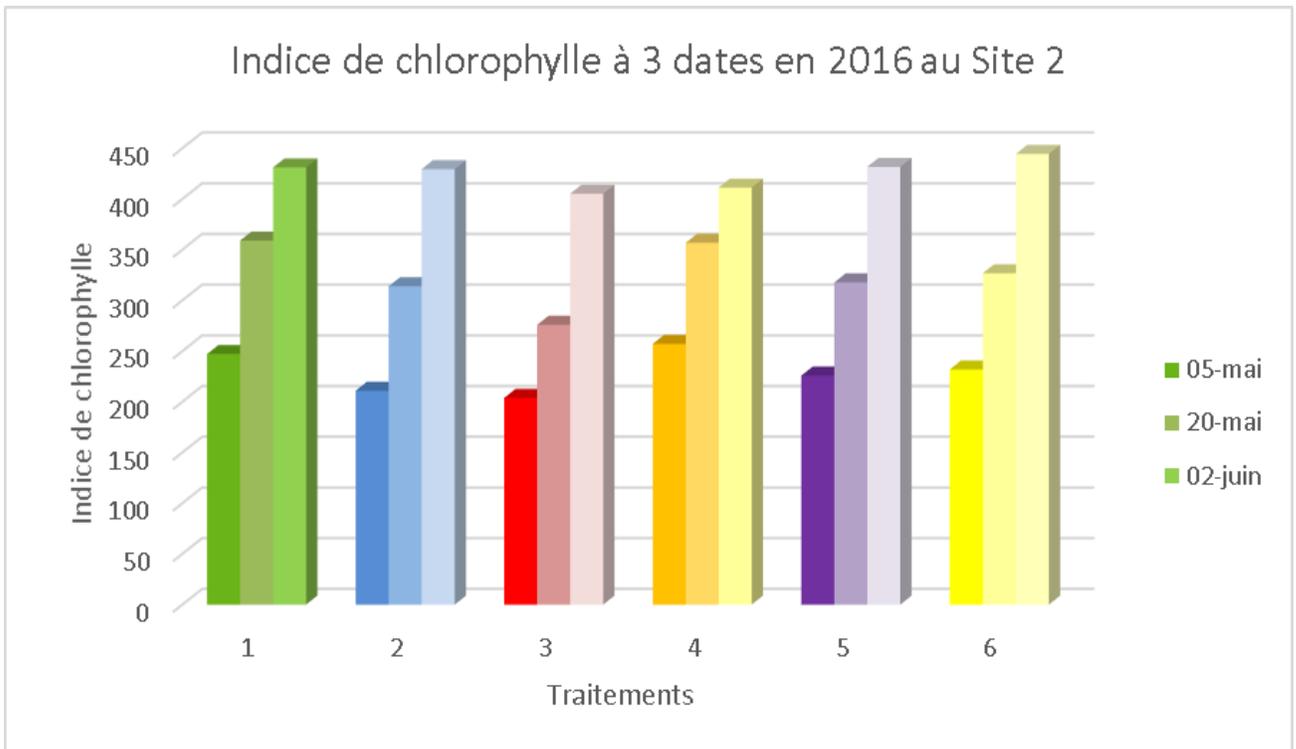
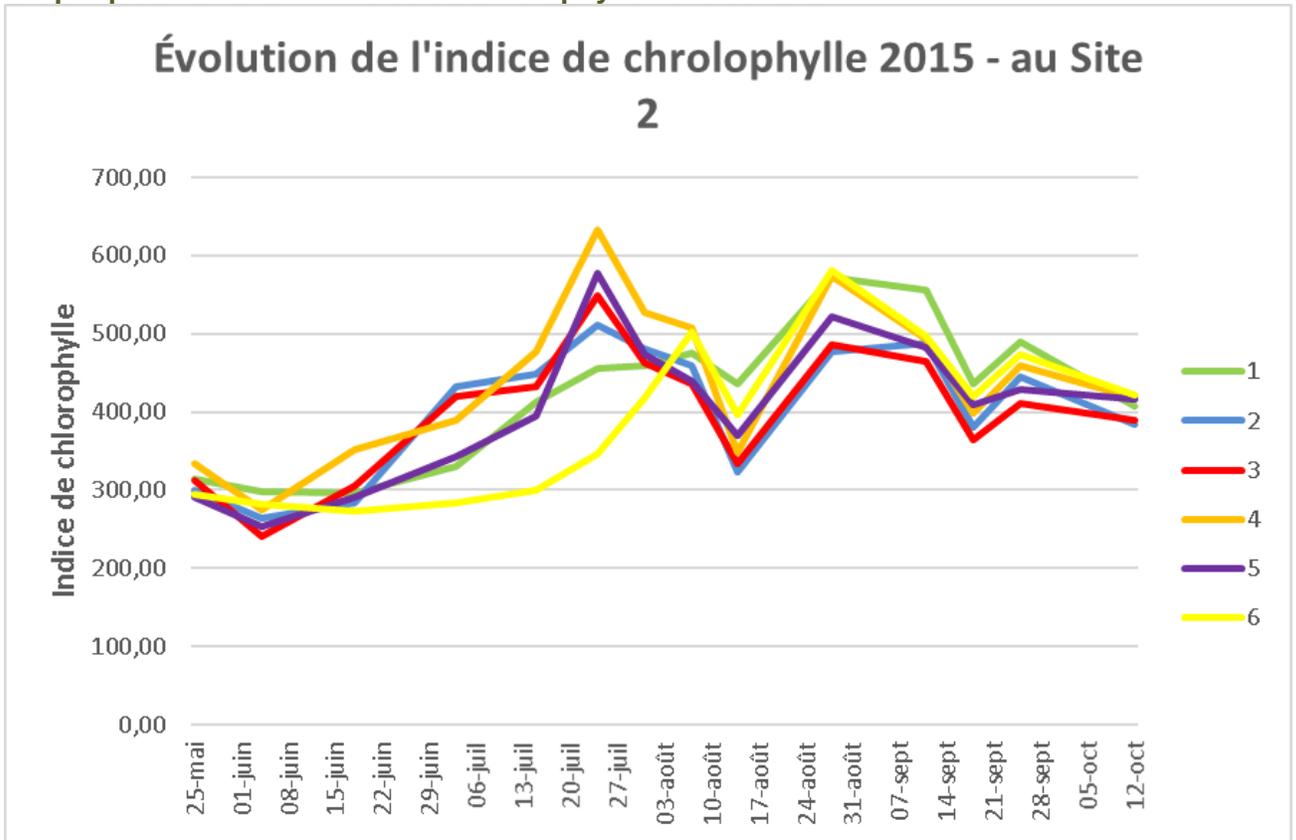
Graphique 11 : Site 1 - Résistance des plaques 2015 et 2016



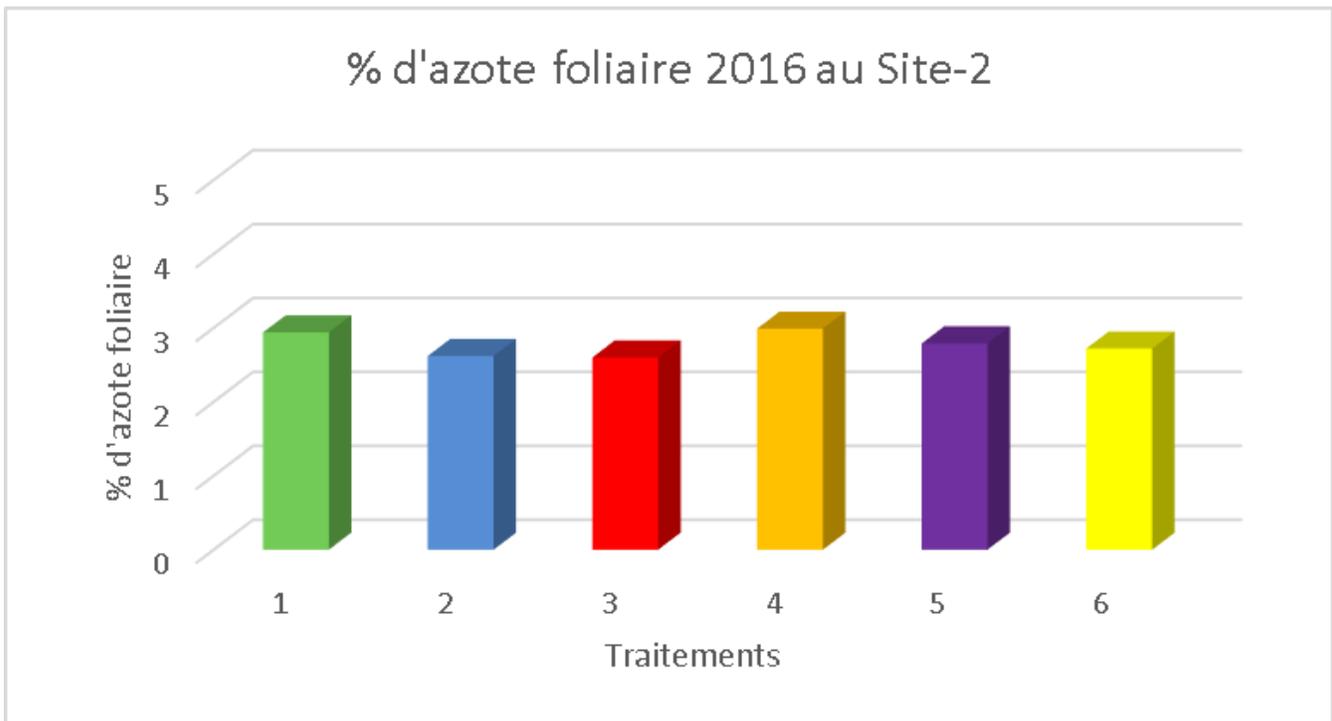
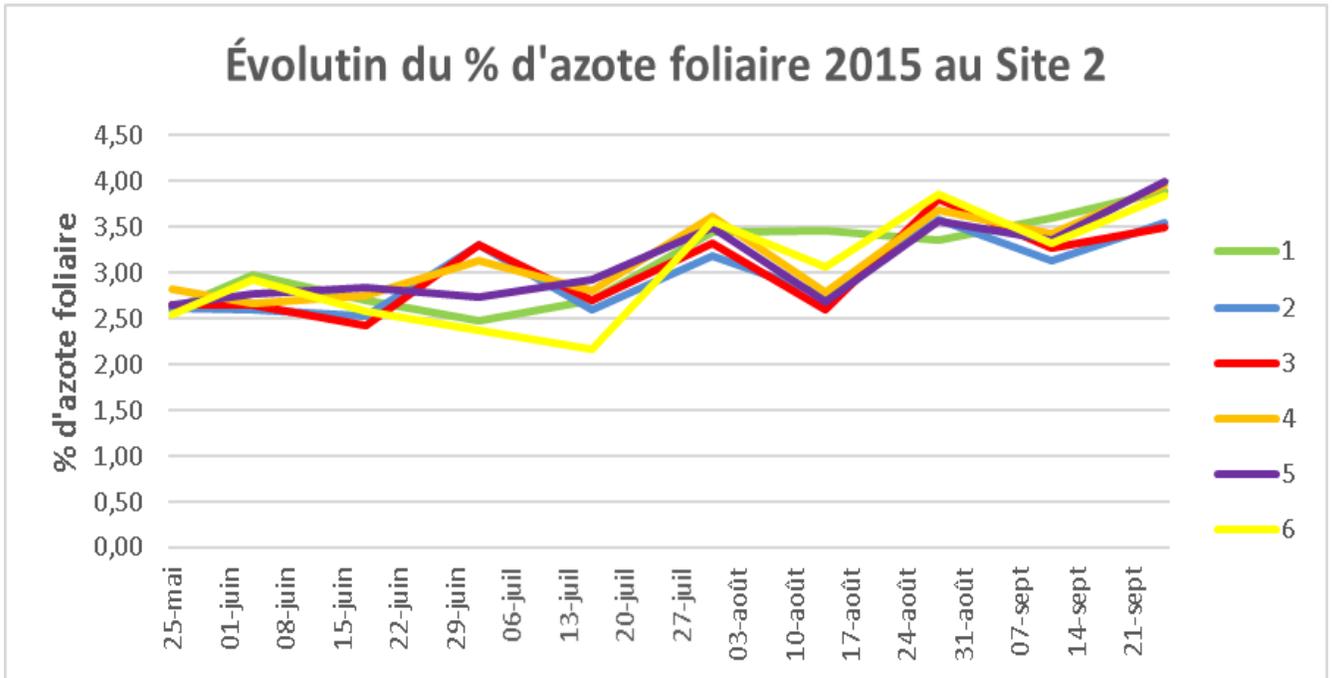
Graphiques 12 : Site 2 - Qualité générale 2015 et 2016



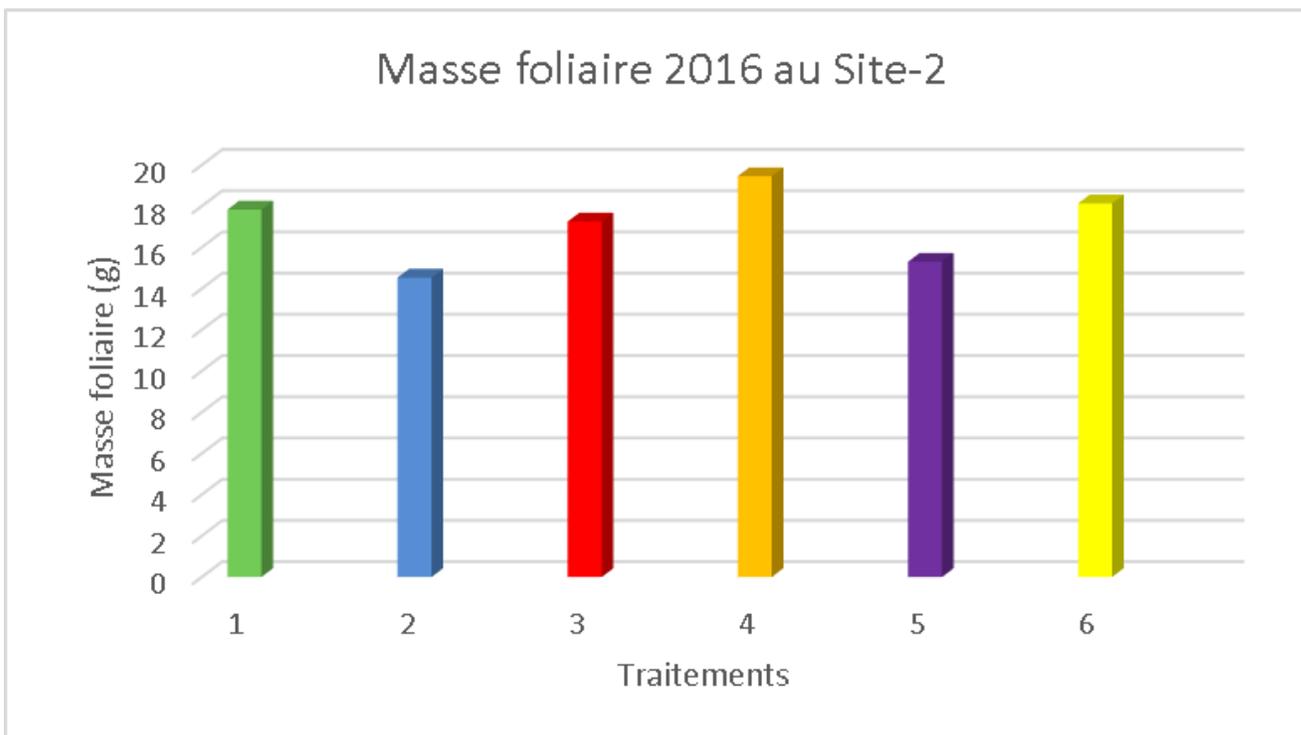
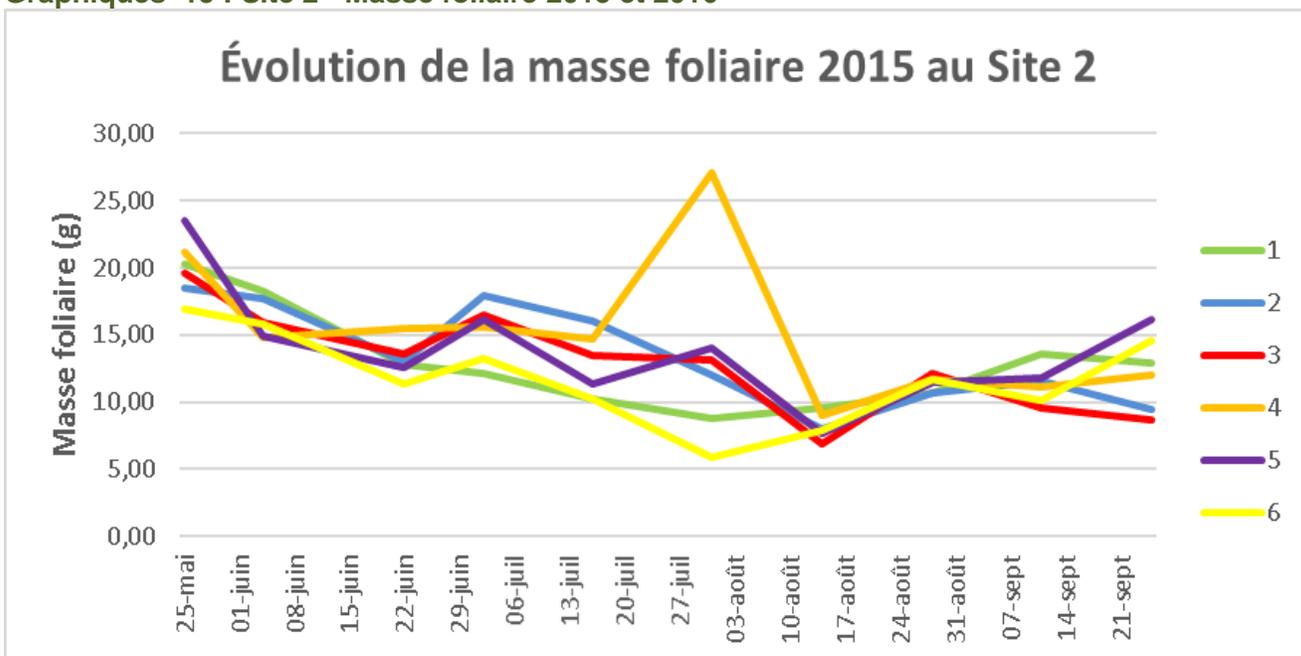
Graphiques 13 : Site 2 - Indice de chlorophylle 2015 et 2016



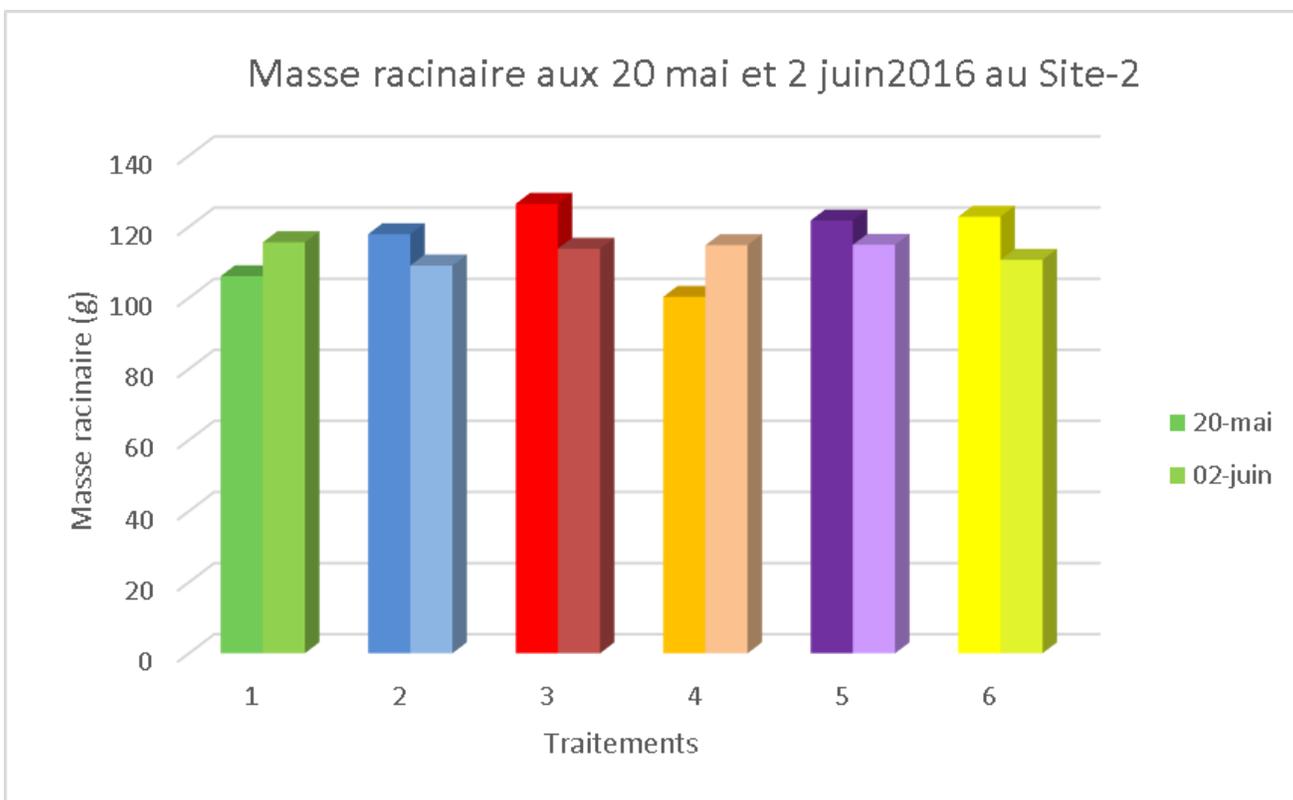
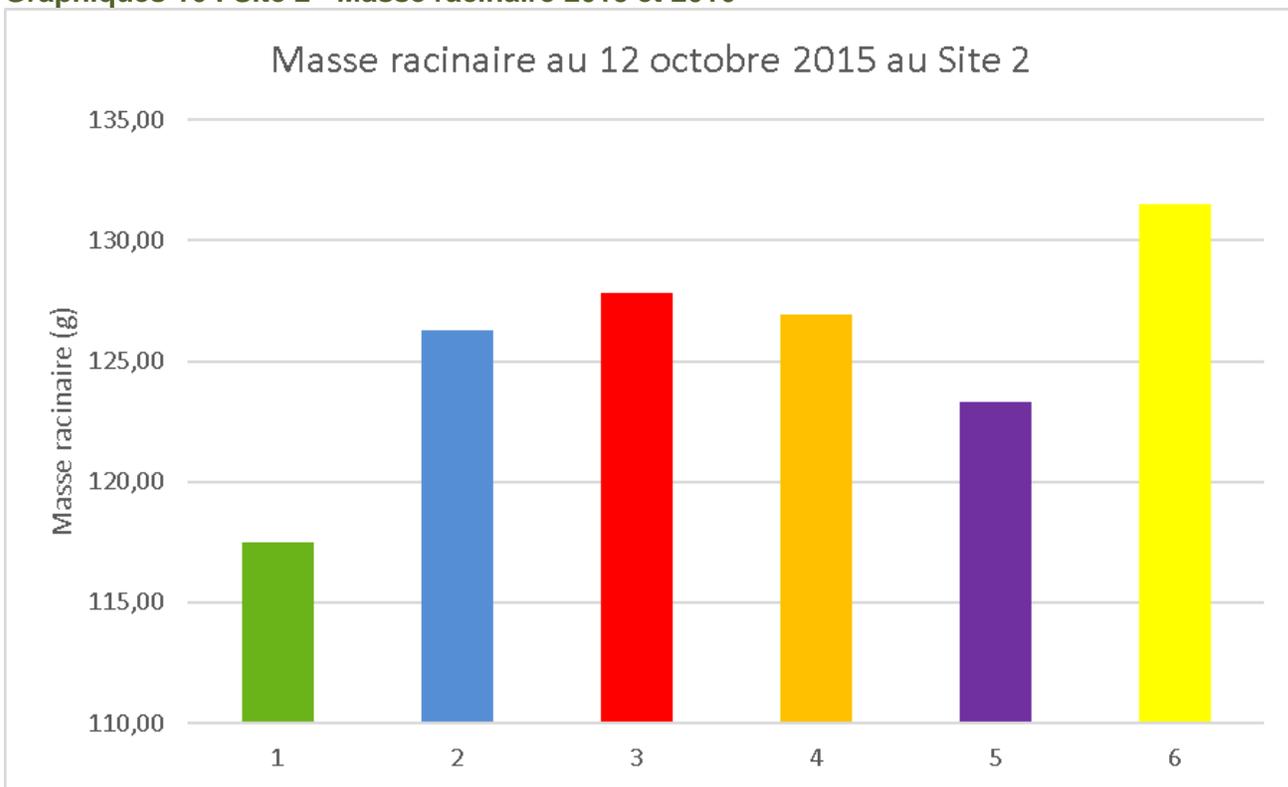
Graphiques 14 : Site 2 - Pourcentage d'azote foliaire



Graphiques 15 : Site 2 - Masse foliaire 2015 et 2016



Graphiques 16 : Site 2 - Masse racinaire 2015 et 2016



Graphique 17 : Site 2 – Résistance 2016

