



**CENTRE TECHNIQUE HORTICOLE  
DE GEMBOUX - HORTIFORUM a.s.b.l.**

# **Etude du développement du feutre en fonction du type de tonte (mulching ou ramassage) et de la fertilisation**

## **Rapport intermédiaire 2005 - 2010**

Janvier 2011

Clément Van Daele

*Vitrine Gazon de Wallonie*

## Table des matières

1	OBJECTIF.....	3
2	MATERIELS ET METHODE.....	3
2.1	LOCALISATION.....	3
2.2	LES PARCELLES.....	3
2.3	OBJET DE L'ETUDE.....	3
2.4	METHODE D'OBSERVATIONS.....	3
2.5	METHODE D'ANALYSE STATISTIQUE.....	4
2.6	SCHEMA DES PARCELLES.....	4
3	PRESENTATION DES RESULTATS.....	5
3.1	SAISIES DES DONNEES.....	5
3.2	OBSERVATIONS.....	5
3.2.1	CALENDRIERS DES OPERATIONS.....	5
3.2.2	POIDS DES DECHETS DE TONTE.....	6
3.2.3	FORMATION DU FEUTRE.....	12
3.2.4	INTERPRETATION DES RESULTATS STATISTIQUES.....	13
3.2.5	COULEUR DU GAZON.....	14
3.2.6	MOUSSES ET ADVENTICES DANS LE GAZON.....	16
3.2.7	ILLUSTRATION.....	17
4	DISCUSSION ET CONCLUSIONS.....	18
5	ANNEXES.....	20

## Table des illustrations

### Les tableaux

Tableau 1 : Calendrier des dates de tonte.....	5
Tableau 2 : dates d'application des engrais – 2010.....	6
Tableau 3 : Poids (en kg) des déchets de tonte récoltés sur chaque parcelle : saisons 2005 → 2010.....	6
Tableau 4: Evolution moyenne de la quantité totale de déchets en fonction du traitement par rapport au témoin non fertilisé, exprimé en %.....	7
Tableau 5 : épaisseur de feutre mesurée pour les parcelles tondues avec ramassage et en tonte mulching.....	12
Tableau 6 : coloration moyenne en fonction du traitement.....	15

### Les photos

Photo 1 : Parcelle d'essai le 20 juillet 2005 .....	17
Photo 2 : parcelle de l'essai – septembre 2009 .....	17
Photo 3 : parcelle d'essai – début mai 2010.....	17
Photo 4 : coloration plus soutenue à gauche = parcelles mulching, en mai 2010.....	19

### Figures

Figure 1 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2005.....	9
Figure 2 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2006.....	9
Figure 3: Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement - 2007 .....	10
Figure 4 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2008.....	10
Figure 5: Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement –2009.....	11
Figure 6 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement –2010 .....	11
Figure 7 : évolution de la couleur du gazon en fonction du temps et du traitement - 2009 .....	14
Figure 8 : évolution de la couleur du gazon en fonction du temps et du traitement – 2010 ....	15

### Les annexes

Annexe 1 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2005.....	20
Annexe 2 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2006.....	21
Annexe 3 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2007.....	22
Annexe 4 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2008.....	23
Annexe 5 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2008 .....	24
Annexe 6 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation – 2009.....	25
Annexe 7 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2009 .....	26
Annexe 8 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2010.....	27
Annexe 9 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2010 .....	28

# **1 Objectif**

Observer l'évolution du feutre en fonction du type de tonte (ramassage des déchets ou mulching) et en fonction du mode de fractionnement de l'engrais entre 2005 et fin 2011.

## **2 Matériels et méthode**

### **2.1 Localisation**

Les parcelles d'essai sont situées sur le site Verlaine du Centre Technique Horticole de Gembloux, devant le parking principal de l'ISI.

### **2.2 Les parcelles**

Nombre de parcelles :  $2 * 9 = 18$  parcelles

Surface de l'essai :  $36 \text{ m} * 27 \text{ m} = 972 \text{ m}^2$

Dimension des parcelles :  $18 \text{ m} * 1,80 \text{ m} = 32,40 \text{ m}^2$

### **2.3 Objet de l'étude**

Deux modes d'entretien sont étudiés et comparés dans le cadre de cet essai :

- La tonte avec ramassage et évacuation des déchets
- La tonte mulching

La fertilisation est également une variable de l'essai. Trois types de fertilisation sont confrontés :

- Pas d'apport
- Un apport de 80 U d'azote par hectare et par an
- 2 apports de 60 U d'azote par ha, soit un total de 120 U d'azote par hectare et par an

L'engrais utilisé est l'engrais Scotts 22 – 5 – 10 (+ 2).

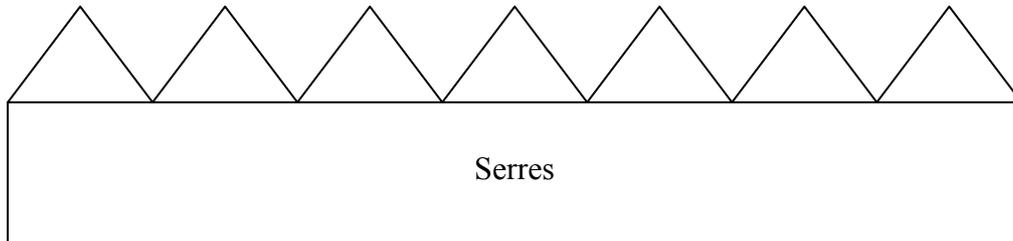
### **2.4 Méthode d'observations**

- Poids des déchets ramassés
- Estimation de l'envahissement par les mousses et adventices (tous les mois)
- Mesure de l'épaisseur du feutrage (tous les ans : mai et septembre)
- Esthétique (couleur et densité), avant chaque tonte,
  - La couleur : par comparaison avec la charte de couleur, noté ensuite en suivant une échelle variant de 1 (jaune paille) à 10 (vert très foncé).
  - La densité : par estimation visuelle noté ensuite sur une échelle variant de 1 (gazon quasi absent) à 10 (gazon totalement fermé, très dense).

## 2.5 Méthode d'analyse statistique

Nous avons effectué une analyse statistique des résultats intermédiaires à l'aide du logiciel Minitab 13. Nous avons réalisé une analyse de la variance à l'aide des tests de Tukey et de Fischer.

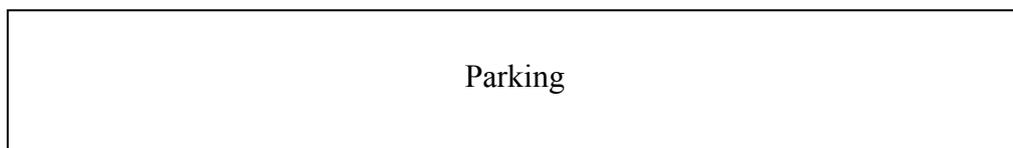
## 2.6 Schéma des parcelles



Tonte mulching

<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°18	<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°9
<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°17	<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°8
<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°16	<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°7
<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°15	<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°6
<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°14	<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°5
<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°13	<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°4
<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°12	<b>Fertilisé en 2 apports</b> Parcelle n°3
<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°11	<b>Fertilisé en 1 apport</b> Parcelle n°2
<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°10	<b>Non fertilisé</b> Parcelle n°1

Tonte avec ramassage et évacuation des déchets



### **3 Présentation des résultats**

#### **3.1 Saisies des données**

Lors de chaque tonte, nous avons relevé les observations à effectuer et nous les avons reportées dans des tableaux de saisies de données.

#### **3.2 Observations**

##### **3.2.1 Calendriers des opérations**

Nous avons choisi de tondre régulièrement les parcelles en fonction de l'importance de la pousse. Les dates précises des jours de tonte se trouvent dans le tableau 1 ci-après.

**Tableau 1 : Calendrier des dates de tonte.**

<b>2005</b>	
<b>Juillet</b>	13/07/05 – 19/07/05 – 27/07/2005
<b>Août</b>	03/08/05 – 09/08/05 – 16/08/05 – 22/08/05 – 31/08/05
<b>Septembre</b>	08/09/05 – 13/09/05 – 22/09/05
<b>Octobre</b>	04/10/05 – 12/10/05
<b>2006</b>	
<b>Avril</b>	06/04/2006 – 19/04/2006 – 27/04/2006
<b>Mai</b>	04/05/2006 – 11/05/2006 – 23/05/2006
<b>Juin</b>	13/06/2006 – 20/06/2006 – 27/06/2006
<b>Juillet</b>	04/07/2006 – 12/07/2006
<b>Août</b>	09/08/2006 – 31/08/2006
<b>Septembre</b>	14/09/2006 – 28/09/2006
<b>2007</b>	
<b>Avril</b>	18/04/2007 – 25/04/2007 -
<b>Mai</b>	10/05/2007 – 23/05/2007 – 30/03/2007
<b>Juin</b>	6/06/2007 – 12/06/2007 – 28/06/2007
<b>Juillet</b>	11/07/2007 – 19/07/2007 – 19/07/2007 – 31/07/2007
<b>Août</b>	6/08/2007 – 13/08/2007 – 22/08/2007
<b>Septembre</b>	04/09/2007 – 10/09/2007 – 25/09/2007
<b>2008</b>	
<b>Avril</b>	10/04/2008 – 22/04/2008
<b>Mai</b>	06/05/2008
<b>Juin</b>	02/06/2008 – 30/06/2008
<b>Juillet</b>	10/07/2008 – 17/07/2008 – 28/07/2008
<b>Août</b>	06/08/2008 – 13/08/2008 – 21/08/2008 – 27/08/2008
<b>Septembre</b>	02/09/2008 – 24/09/2008
<b>Octobre</b>	13/10/2008
<b>Novembre</b>	17/11/2008

2009	
Avril	21/04/09
Mai	05/05/09 – 12/05/09 – 29/05/09
Juin	10/06/09 – 18/06/09
Juillet	16/07/09
Août	4/08/09
Septembre	08/09/09 – 23/09/09
2010	
Avril	09/04/10 – 29/04/10
Mai	18/05/10 – 27/05/10
Juin	08/06/10 – 22/06/10
Juillet	19/07/10
Août	10/08/10 – 23/08/10
Septembre	06/09/10 – 15/09/10
Octobre	05/10/10 – 26/10/10

Tableau 2 : dates d'application des engrais – 2010

Date	Apport
14/05/10	F1 et 1 <sup>er</sup> apport F2
06/09/10	2 <sup>nd</sup> apport F2

### 3.2.2 Poids des déchets de tonte

Tableau 3 : Poids (en kg) des déchets de tonte récoltés sur chaque parcelle : saisons 2005 → 2010

Traitement	Parcelle	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Groupe NF (non fertilisé)	n°10	20,05	24,3	30,85	26,35	17,95	15,85
	n°14	19,4	19,65	24,8	23,05	12,3	11,15
	n°18	12,6	13,95	16,5	19,55	13,45	8,40
	<b>Moy.</b>	<b>17,35</b>	<b>19,30</b>	<b>24,05</b>	<b>22,98</b>	<b>14,57</b>	<b>11,80</b>
Groupe F1 (fertilisé en 1 apport)	n°11	33,7	38,4	34,9	36,3	24,75	21,35
	n°13	38,45	42,1	35,1	37,65	22,65	22,60
	n°16	28,9	28,4	21,25	31,95	18,95	15,40
	<b>Moy.</b>	<b>33,68</b>	<b>36,30</b>	<b>30,42</b>	<b>35,30</b>	<b>22,12</b>	<b>19,78</b>
Groupe F2 (fertilisé en 2 apports)	n°12	33,1	38,25	34,1	35,1	28,1	26,90
	n°15	28,75	25,4	21,9	30,4	25,2	25,00
	n°17	24,55	25,45	20,3	29,15	24,8	24,30
	<b>Moy.</b>	<b>28,80</b>	<b>29,70</b>	<b>25,43</b>	<b>31,55</b>	<b>26,03</b>	<b>25,40</b>

**Tableau 4: Evolution moyenne de la quantité totale de déchets en fonction du traitement par rapport au témoin non fertilisé, exprimé en %**

Traitement	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NF	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
F1	167,92	188,08	126,47	153,59	151,83	167,66
F2	165,99	153,89	105,75	137,27	178,72	215,25

En regardant le tableau 4 ci-dessus et les graphiques ci-dessous, nous observons que, au cours d'une même année, tous les traitements suivent la même tendance de production, dépendantes des conditions de développement (précipitations et température essentiellement), mais à des niveaux différents. Le fractionnement de l'apport d'engrais conditionne la quantité totale de déchets produits. De 2005 à 2008, l'apport en 1 fraction (80 unités d'azote) est le traitement qui entraîne la plus grosse production de déchets et cela, tout au long de la saison. Par ordre décroissant, suivent les parcelles amendées en 2 fractions (2 fois 60 unités d'azote) et enfin les non fertilisées. On peut observer sur les graphiques que l'apport fractionné en 2 apports favorise une production plus homogène (moins sensible aux à-coups lors des conditions favorables).

En 2009 et en 2010, ce sont les parcelles recevant de l'engrais en 2 fractions qui produisent d'avantage que le groupe fertilisé en 1 apport. Cette observation a également été observée sur d'autres essais (Voir l'essai : Etablissement d'un itinéraire technique de maîtrise de l'azote – 2009).

Les graphiques nous montrent également de très grandes différences dans la répartition de la production des déchets de tonte d'une année à l'autre. Aucune tendance ne ressort de ces graphiques.

**2005** : nous avons observé une production relativement constante. Les courbes des traitements F1 et F2 sont très proches.

**2006** : un important pic de production a été enregistré en fin de saison, entre août et septembre. La courbe de production du traitement F1 est la plus élevée, vient ensuite F2 et NF.

**2007** : production en dents de scie, avec deux pics plus marqués fin juin et début septembre. La courbe de production du traitement F1 est la plus élevée, vient ensuite F2 et NF.

**2008** : la production totale a été très importante, la plus élevée pour les groupes fertilisés (F1 et F2). Nous pouvons observer sur le graphique 2008, un pic de production très important en juillet août avec une chute temporaire très brutale début août. La courbe de production du traitement F1 est la plus élevée sauf en fin de saison où F2 passe au-dessus. Le groupe NF reste bien en dessous.

**2009** : la production totale est redescendue à un niveau inférieur à celui de 2005. Les conditions climatiques exceptionnelles, marquées par des températures élevées et l'absence de précipitations ont fortement limité la croissance des gazons au cours de la période estivale. La production s'est principalement déroulée sur les deux premiers mois de végétation (mi-avril à mi-juin). La courbe du traitement F2 montre la plus grande production en début et fin de saison. Le traitement F1 repasse temporairement au-dessus de la mi-juillet à la mi-août.

**2010** : la production totale de déchets de tonte fut exceptionnellement basse, bien en dessous de toutes les valeurs enregistrées actuellement. On remarque à ce titre que la production journalière ne dépasse jamais 0,3 kg/jour, or des valeurs de 0,5 à 0,6 étaient parfois mesurées les années précédentes. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette chute de production :

- un hiver long et rigoureux (neige jusqu'au mois de mars),
- une fin d'hiver et un printemps très secs avec un vent d'est soutenu, combiné à des périodes d'ensoleillement très intenses en avril notamment (enregistrement d'un bilan radiatif de 16358 J/cm<sup>2</sup>, ce qui n'avait pas été observé entre 1989 et 1950<sup>1</sup>). Suite à ces conditions, nous avons constaté de nombreux dégâts dans les gazons et ces essais n'ont pas été épargnés : zones sèches ou « brûlées ».
- un traitement sélectif a été effectué au mois de mai afin d'éliminer les adventices présentes en nombre sur la parcelle d'essai. Ce traitement, associé aux conditions météo difficiles ont augmenté le stress du gazon et a freiné son développement. Nous constatons un effondrement de la production lors des 10 jours suivant l'application. Mais d'autre part, avec la disparition des adventices, le poids de déchets ramassés a naturellement chuté, les adventices produisant plus de biomasse que le gazon.

Enfin, nous observons vers le 10 septembre que le traitement F2 présente une production supérieure suite à l'application de la seconde fraction d'engrais.

---

<sup>1</sup> Donnée provenant du poste climatologique d'Ernage-Gembloux

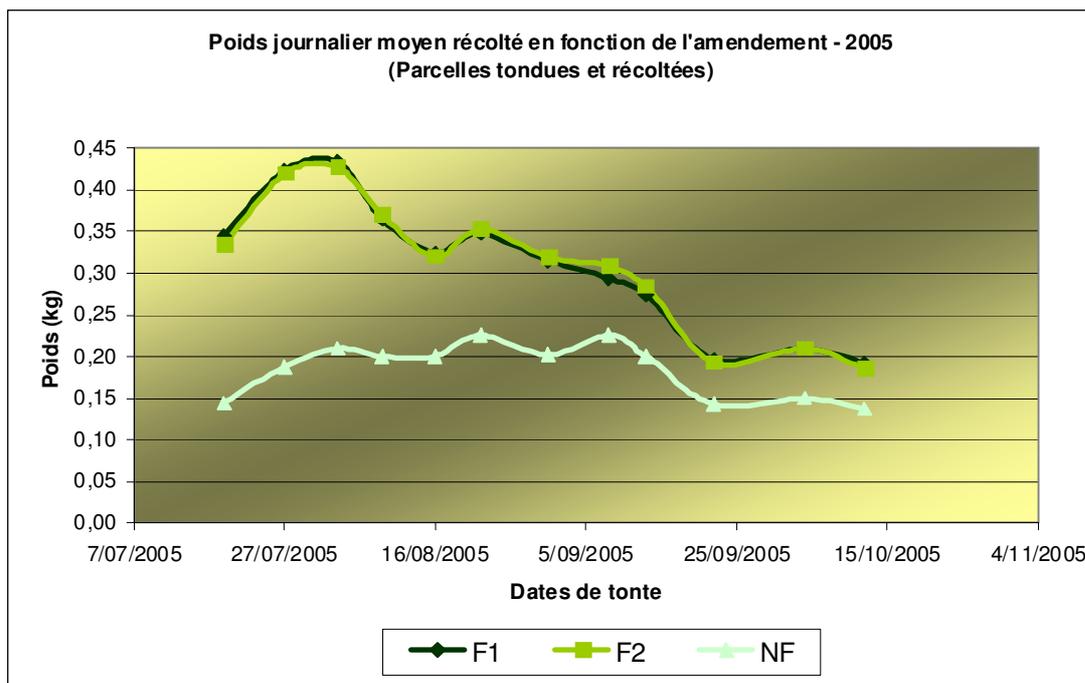


Figure 1 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2005

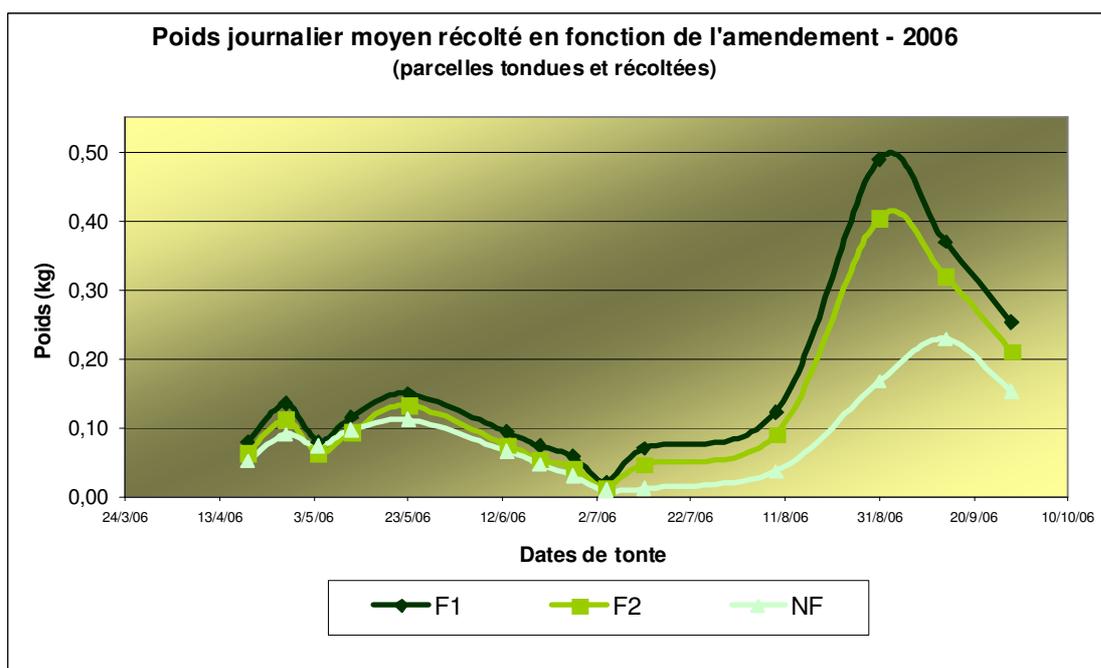


Figure 2 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2006

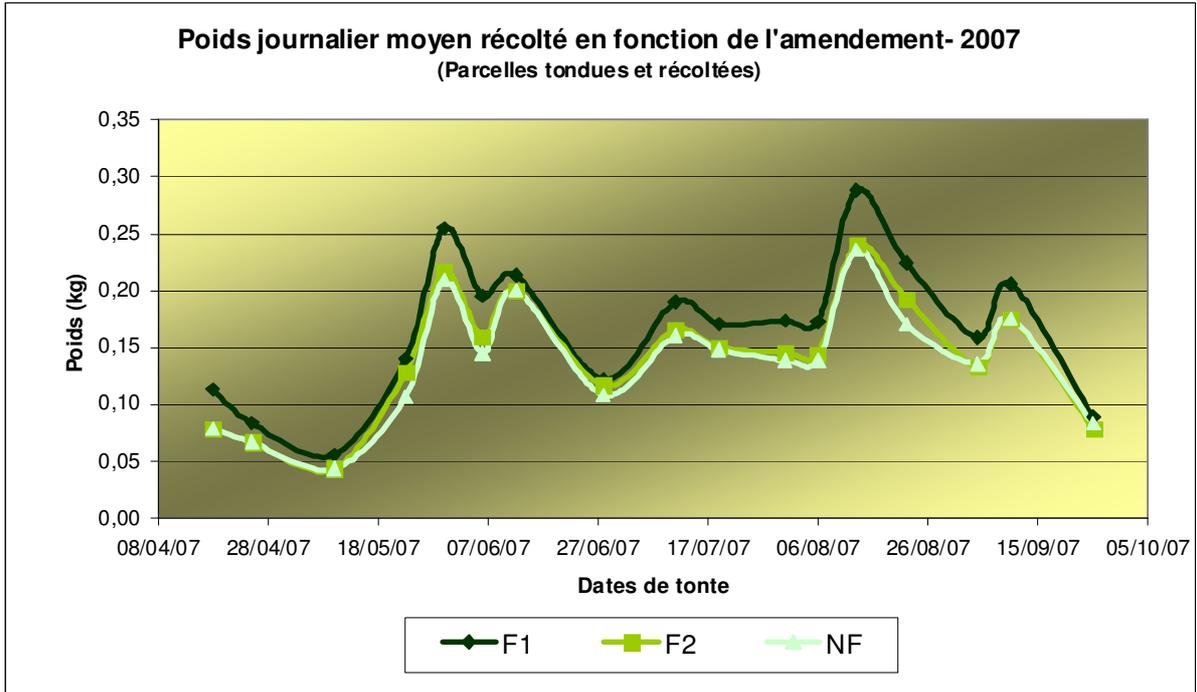


Figure 3: Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement - 2007

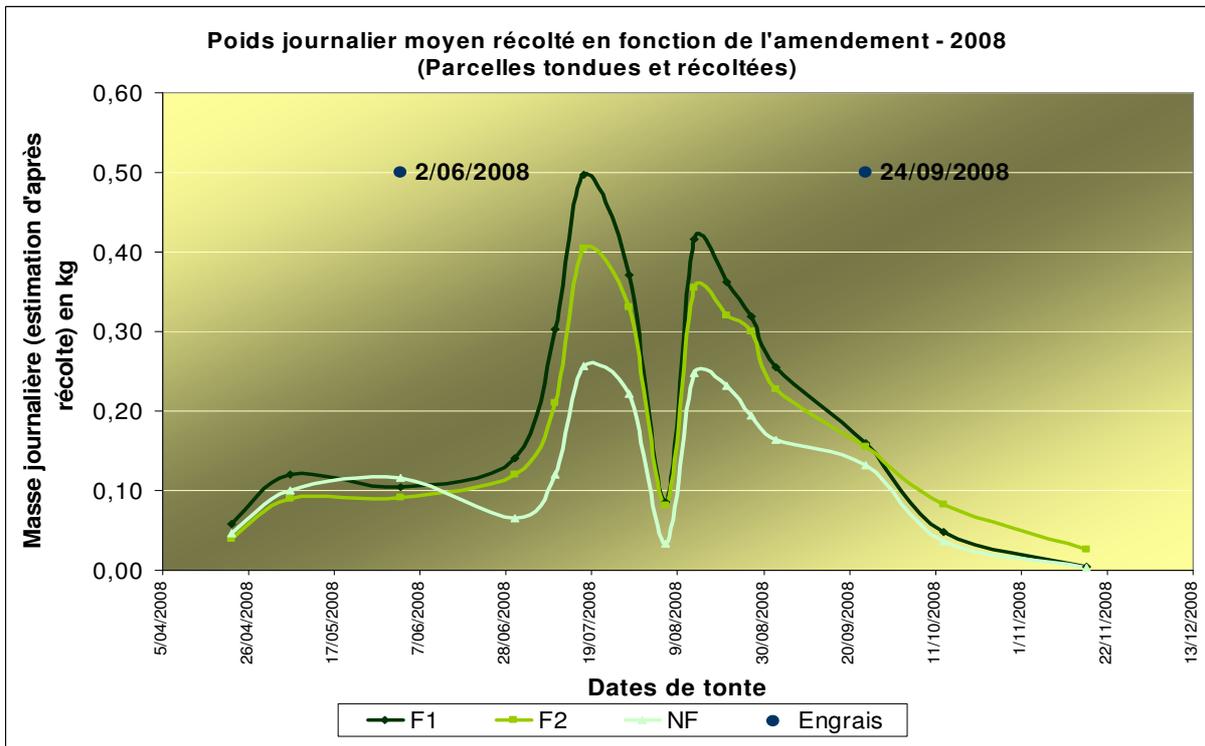


Figure 4 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement – 2008

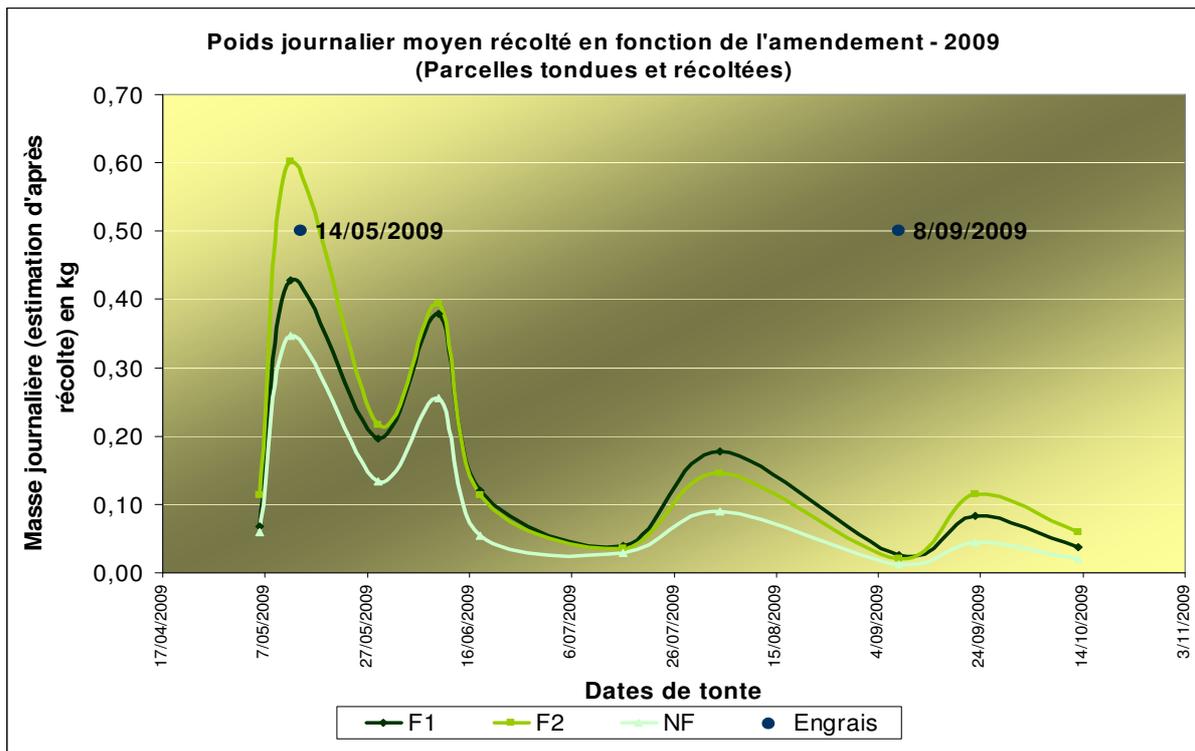


Figure 5: Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement –2009

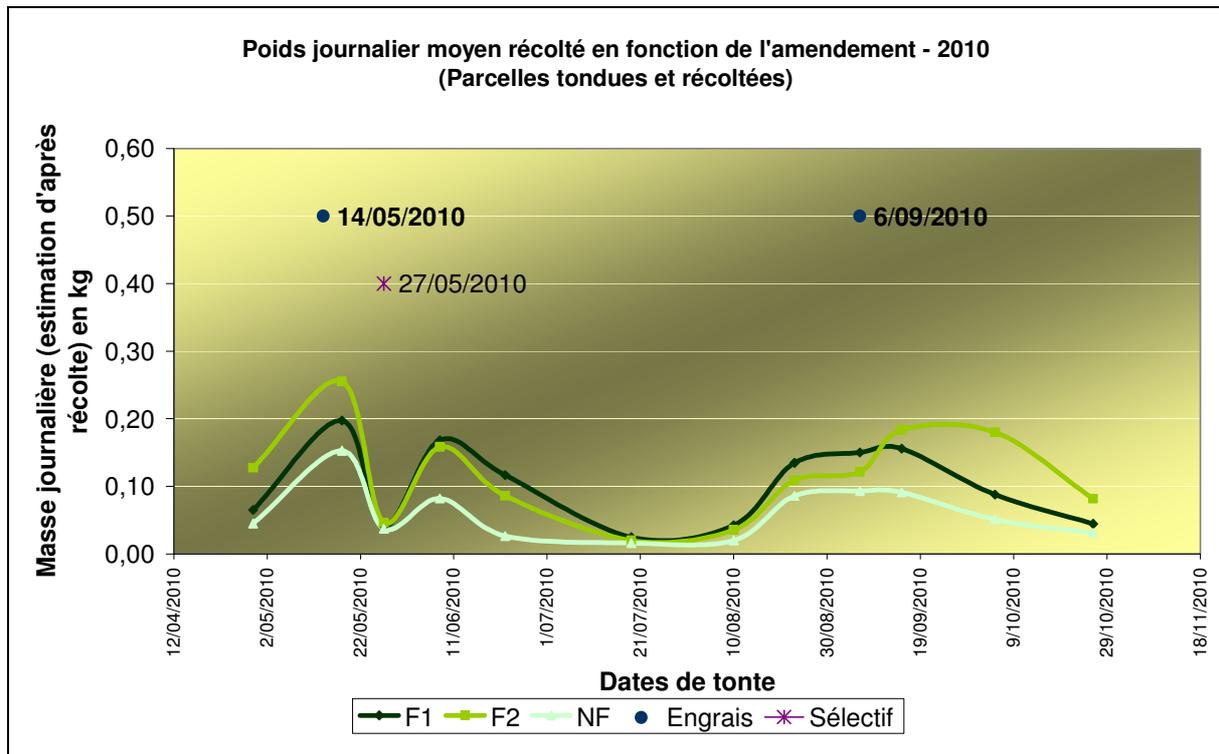


Figure 6 : Estimation du poids journalier de déchets de tonte récolté en fonction de l'amendement –2010

### 3.2.3 *Formation du feutre*

Notre essai comporte 6 traitements :

- RNF : tonte avec ramassage, non fertilisé
- RF1 : tonte avec ramassage, fertilisé en un apport (80 unités d'azote)
- RF2 : tonte avec ramassage, fertilisé en 2 apports (2 fois 60 unités d'azote)
- MNF : tonte mulching, non fertilisé
- MF1 : tonte mulching, fertilisé en un apport (80 unités d'azote)
- MF2 : tonte mulching, fertilisé en 2 apports (2 fois 60 unités d'azote)

**Tableau 5 : épaisseur de feutre mesurée pour les parcelles tondues avec ramassage et en tonte mulching**

<b>Traitement</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>Traitement</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>RNF</b>	1,00	1,36	1,50	2,50	<b>MNF</b>	2,00	2,12	1,83	2,50
<b>RNF</b>	0,50	2,08	1,50	1,75	<b>MNF</b>	1,00	1,98	1,50	1,75
<b>RNF</b>	0,00	1,02	1,17	1,00	<b>MNF</b>	0,20	1,16	1,50	2,00
<b>Moyenne</b>	0,50	1,49	1,39	1,75	<b>Moyenne</b>	1,07	1,75	1,61	2,08
<b>RF1</b>	0,00	2,40	2,33	2,25	<b>MF1</b>	2,00	2,44	2,00	2,00
<b>RF1</b>	1,50	2,42	2,50	2,75	<b>MF1</b>	1,00	2,16	1,50	2,75
<b>RF1</b>	0,50	2,10	1,83	2,00	<b>MF1</b>	0,00	1,24	0,83	1,25
<b>Moyenne</b>	0,67	2,31	2,22	2,33	<b>Moyenne</b>	1,00	1,95	1,44	2,00
<b>RF2</b>	0,30	2,48	2,50	2,25	<b>MF2</b>	2,00	2,74	1,83	2,00
<b>RF2</b>	1,00	1,90	2,17	2,65	<b>MF2</b>	0,50	2,10	1,83	1,25
<b>RF2</b>	0,00	1,44	1,67	1,75	<b>MF2</b>	0,00	1,66	1,67	1,25
<b>Moyenne</b>	0,43	1,94	2,11	2,22	<b>Moyenne</b>	0,83	2,17	1,78	1,50

La littérature rapporte qu'il faut +/- 4 ans avant d'avoir un développement de feutre dans un gazon entretenu. Installé en 2005, nous avons enregistré les premières observations de feutre au printemps 2007, soit 3 ans après l'installation des parcelles d'essai.

En 2007, nous pouvions faire les observations suivantes :

- Toutes les parcelles n'ont pas encore développé de feutre.
- L'épaisseur moyenne du feutre développé sur les parcelles mulching est supérieure aux parcelles tondues.
- Sur les parcelles soumises à la tonte mulching, nous pouvons croire que l'épaisseur du feutre augmente si l'on diminue l'apport d'azote. Cette remarque n'est pas valable pour les parcelles traitées par tonte & évacuation.

En 2008, les mesures attestent du développement conséquent du feutre sur toutes les parcelles.

En 2009, la présence de feutre se confirme, mais l'épaisseur moyenne mesurée est inférieure à celle de 2008.

En 2010, l'épaisseur de feutre a augmenté dans toutes les parcelles, peu importe le traitement.

### 3.2.4 Interprétation des résultats statistiques

Les résultats des tests statistiques se trouvent en annexe.

#### ➤ **Production de déchets de tonte en fonction du fractionnement de l'engrais.**

En 2005, d'après les tests de Tukey et de Fischer, il y a une différence significative entre les moyennes des groupes non fertilisé (NF) et fertilisé en un apport (F1) ainsi qu'entre les moyennes des groupes non fertilisé (NF) et fertilisé en 2 apports (F2).

Par contre, il n'y a pas de différence significative d'un point de vue statistique entre les moyennes des groupes fertilisés en un apport (F1) et fertilisés en 2 apports (F2).

En 2006, la seule différence significative existe entre les moyennes des groupes NF et F1. Pour le reste, il n'y a pas de différence d'un point de vue statistique.

En 2007, aucune différence significative n'a été mesurée.

En 2008, l'analyse statistique révèle une différence très significative entre les productions de déchets de tonte des parcelles non fertilisées et des parcelles fertilisées en un apport.

Par contre, il n'existe aucune différence significative entre les parcelles non fertilisées et celles fertilisées en 2 apports, de même qu'aucune différence n'est à signaler entre les parcelles fertilisées en 1 ou 2 apports.

L'année 2009 s'est caractérisée par une différence très hautement significative entre les parcelles non fertilisées et les parcelles fertilisées en 2 apports, et une différence significative entre les parcelles non-fertilisées et fertilisées en 1 apport (Annexe 8).

En 2010, les résultats statistiques sont proches de ceux enregistrés en 2009. Nous obtenons une différence très hautement significative entre les parcelles non fertilisées et les parcelles fertilisées en 2 apports. Par contre la différence est presque significative entre les parcelles non fertilisées et fertilisées en 1 apport (annexe).

#### ➤ **Développement du feutre en fonction du traitement**

Actuellement, les tests statistiques (annexe 7 & 9) ne font apparaître aucune différence significative entre les différents traitements. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusion quant à l'influence du traitement sur l'épaisseur du feutre mesuré.

Cependant, en 2009 et 2010, nous remarquons que, contrairement à ce qui est généralement admis, l'épaisseur de feutre mesurée sur parcelles fertilisées et ramassées (RF1 et RF2) ont des valeurs légèrement supérieures aux autres. La littérature spécialisée confirme cette possibilité et explique cette conséquence par l'augmentation accrue de l'activité biologique du sol par l'apport régulier de matière organique (les déchets de tonte laissés sur place). Ainsi les organismes détritivores présents en nombre plus important que dans les gazons dont la tonte est ramassée, permettent d'améliorer la dégradation du feutre qui se forme naturellement.

### 3.2.5 Couleur du gazon

En 2005, 2006 et 2007, les parcelles non fertilisées sont apparues plus claires que les autres, notamment fin juin. Par contre, il n'y pas de différence entre les parcelles fertilisées en 1 ou en 2 apports.

De même, nous n'avions pas observé de différence de coloration entre les parcelles entretenues par mulching et celles entretenues par tonte avec évacuation des déchets sauf début septembre où les parcelles « mulching » paraissaient sensiblement plus foncés que les parcelles tondues.

En 2008, des différences au niveau de la coloration des gazons sont clairement apparues surtout durant le mois suivant l'application des engrais. D'une manière générale les parcelles entretenues en tonte mulching sont apparues plus colorées que les parcelles avec ramassage des déchets. Les parcelles non fertilisées avec ramassage des déchets étaient de loin les moins colorées. Le groupe non fertilisé en tonte mulching a présenté une coloration plus foncée tout au long de la saison.

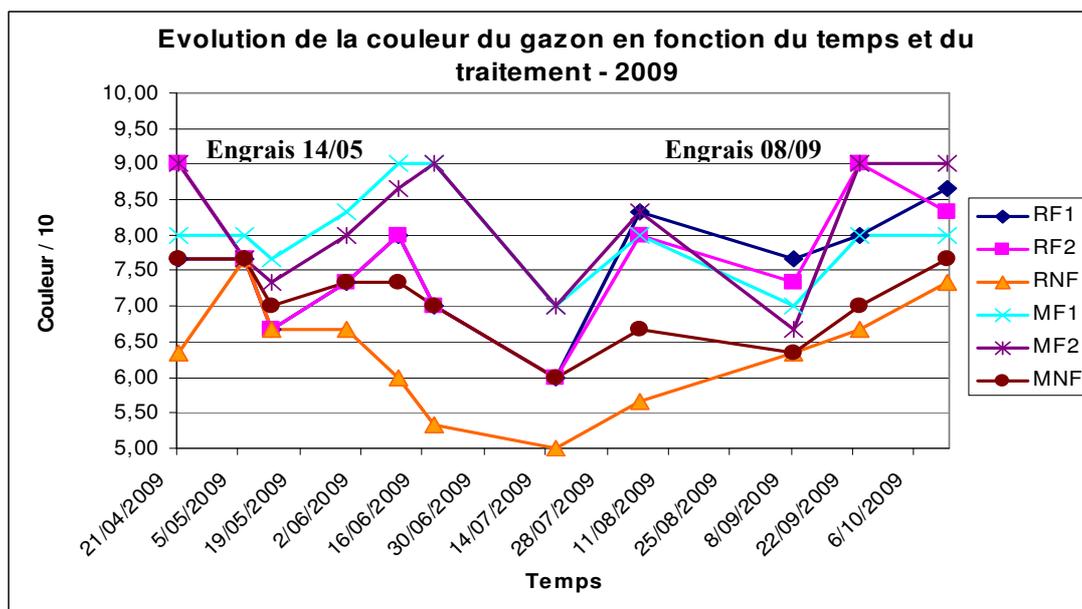
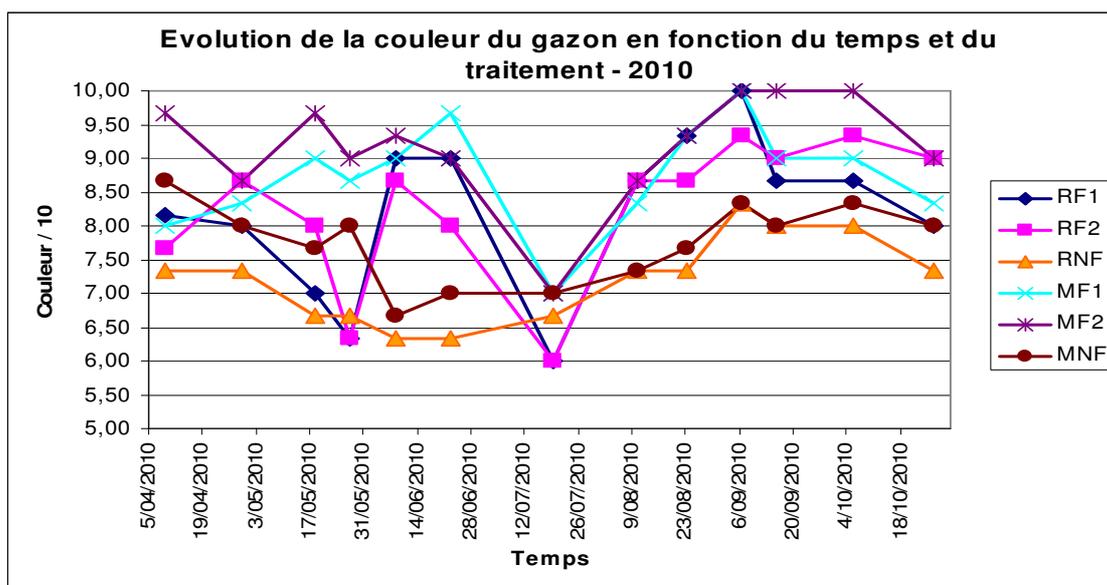


Figure 7 : évolution de la couleur du gazon en fonction du temps et du traitement - 2009

En 2009, comme nous pouvons le voir sur le graphe ci-dessus, la coloration des différentes parcelles ont toutes dépréciées durant la période estivale exceptionnelle de cette année. Nous remarquons également que le mode d'entretien tonte avec ramassage non fertilisé (RNF) présente la moins bonne coloration de l'essai durant toute la saison de végétation. Par ordre croissant de coloration moyenne sur l'année, nous pouvons classer les traitements de la manière suivante :

**Tableau 6 : coloration moyenne en fonction du traitement**

Traitement	Coloration moyenne
RNF	6,33
MNF	7,06
RF1	7,55
RF2	7,67
MF1	8,00
MF2	8,15



**Figure 8 : évolution de la couleur du gazon en fonction du temps et du traitement – 2010**

En 2010, nous observons également une dépréciation esthétique durant la période estivale. Mais comme expliqué plus haut, des zones de gazon ont été localement brûlées par l’ensoleillement exceptionnel, et ce dès le mois d’avril. Le traitement tonte avec ramassage sans fertilisation est globalement le moins bon durant toute la saison, mais à l’inverse des autres traitements, il se maintient, même durant la période estivale, dépassant même les traitements ramassages avec fertilisation avec 1 et 2 apports. Le traitement tonte mulching sans fertilisation (MNF) reste supérieur à son équivalent ramassé (RNF), et ne se déprécie pas non plus lors de la période estivale.

Nous pouvons déduire ce maintien d’esthétique (bien que globalement inférieur aux autres traitements) par le développement d’un système racinaire plus profond pour aller chercher les éléments nutritifs et l’eau. Cette adaptation permet aux gazons de ces traitements de ne pas souffrir de la sécheresse. Cependant cette hypothèse ne semble pas totalement se confirmer à la vue du tableau de 2009, où la chute de coloration est moins nette qu’en 2010. Nous vérifierons cet élément lors de la prochaine saison.

L’esthétique des gazons selon leur traitement reste le même qu’en 2009 (voir ci-dessous)

**Tableau 7 : coloration moyenne en fonction du traitement**

Traitement	Coloration moyenne
RNF	7,21
MNF	7,74
RF1	8,22
RF2	8,26
MF1	8,74
MF2	9,18

### 3.2.6 *Mousses et adventices dans le gazon*

A partir de la première semaine du mois d'août 2005, nous avons observé l'apparition d'adventices sur les parcelles. Ces adventices sont apparues en premier sur les parcelles entretenues par mulching. Par contre, l'envahissement en adventices était totalement indépendant du type de fertilisation appliqué sur ces parcelles.

Au printemps 2006, nous avons également observé l'apparition d'adventices sur les parcelles. Cet envahissement était indépendant du type de fertilisation ou du type de tonte (mulching ou ramassage des déchets).

En 2007, quelques adventices sont apparues, réparties de manière aléatoire sur l'ensemble des parcelles. Un traitement au Bofix a été réalisé début juillet afin de retrouver un gazon « propre » mi-juillet. Fin août, des champignons ont fructifiés sur les parcelles d'essai pour disparaître vers la mi-septembre.

En 2008, de la mousse a envahi la majorité des parcelles, mais dans des proportions encore acceptables. Les parcelles non fertilisées ont davantage été touchées. Il en va de même pour les adventices. Les parcelles les plus envahies par la mousse et les adventices sont les parcelles non fertilisées dont les déchets étaient ramassés. Les principales adventices rencontrées sont le trèfle (*Trifolium repens*), la grande brunelle (*Prunella vulgaris*), la renoncule rampant (*Ranunculus repens*), et dans une moindre mesure, la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) la pâquerette (*Bellis perennis*) et le pissenlit (*Taraxacum officinale*).

Les observations 2009 sont similaires à celles de 2008.

L'envahissement de la parcelle d'essai devenant trop importante, nous avons décidé d'effectuer un traitement sélectif localisé à l'aide de Bofix + Primus le 27 mai 2010. L'efficacité du traitement a été jugée bonne. Elle fera l'objet d'une appréciation à plus long terme lors de la saison 2011.

### 3.2.7 *Illustration*



**Photo 1 : Parcelle d'essai le 20 juillet 2005**



**Photo 2 : parcelle de l'essai – septembre 2009**



**Photo 3 : parcelle d'essai – début mai 2010**

Nous remarquons sur la photo 3, que le gazon a souffert d'un début de saison sec et présente une coloration claire.

## **4 Discussion et conclusions**

Cet essai entamé en 2005 prévu jusqu'à l'automne 2011, étudie la formation du feutre en fonction du type de tonte : mulching ou ramassage et selon l'apport d'engrais : non fertilisé (NF), fertilisé en un apport (F1) et fertilisé en 2 apports (F2).

Après cinq années d'essai, le feutre s'est installé sur toutes les parcelles, mais pour le moment, l'influence de la fertilisation et du type de tonte sur la formation du feutre n'est pas encore démontrée statistiquement. Toutefois, nous remarquons que lors des saisons 2009 et 2010, l'épaisseur de feutre mesurée sur les parcelles fertilisées et ramassées était supérieure aux parcelles entretenues en tonte mulching. L'activité biologique des sols qui est supérieure dans les terrains entretenus en mulching, permettrait de dégrader plus efficacement le feutre en formation.

Concernant la production de déchets de tonte. De 2005 à 2008, les parcelles soumises au traitement avec 1 application produisaient plus de déchet que celles soumises à 2 applications. La tendance s'est inversée sur les deux dernières saisons (2009-2010) où les parcelles fertilisées par deux applications ont produit plus de déchets. Cette tendance avait également été observée dans un autre essai (Voir l'essai : Etablissement d'un itinéraire technique de maîtrise de l'azote – 2009).

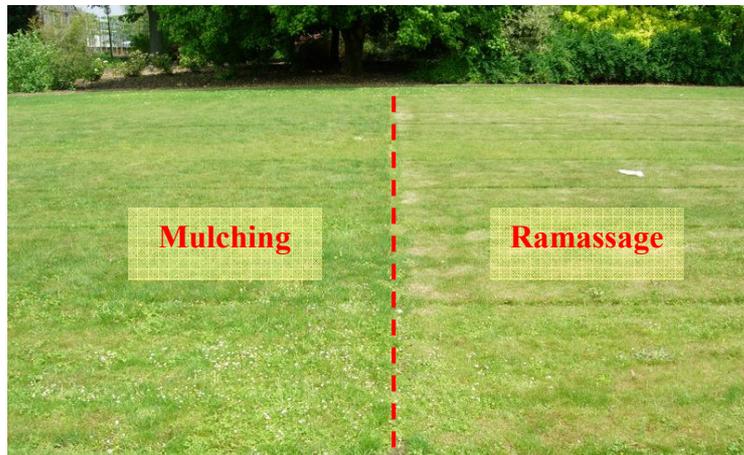
Nous n'expliquons pas ce retournement de situation, même si à première vue, il semble logique que les parcelles fertilisées en 2 applications recevant plus d'éléments nutritifs que celles fertilisées en 1 application (2 fois 60 Unités azote, contre une fois 80 Unités). Les conditions météorologiques particulières de ces deux saisons (hiver rigoureux, saison estivale chaude et sèche pour 2009, saison printanière sèche et très lumineuse pour 2010) peuvent également avoir influencé le développement du gazon, mais dans une proportion non quantifiable.

L'analyse statistique de la production de déchets de tonte révèle une différence très hautement significative entre les traitements F2 et NF, et une différence significative entre F1 et NF. Par contre, il n'existe pas de différence significative entre les traitements F1 et F2.

Nos observations de mousses et adventices font apparaître que les parcelles non fertilisées sont beaucoup plus sujettes à l'invasion que les parcelles fertilisées, entre lesquelles nous n'avons pas remarqué de différence. Un traitement sélectif pour lutter contre les adventices a été réalisé au printemps 2010. Ce traitement explique peut être en partie la baisse de moyenne de déchet durant cette saison : les adventices produisant une biomasse supérieure à celle des graminées à gazon.

Pour ce qui est de la couleur, d'une manière générale, les parcelles entretenues en tonte mulching sont plus colorées que les parcelles où les déchets de tonte sont évacués. La différence est très nette entre parcelles non fertilisées : les déchets de tonte finement hachés et

laissés sur place apportent une quantité de nutriments non négligeable (certains auteurs parlent d'un apport de 100 unités d'azote/are !).



**Photo 4 : coloration plus soutenue à gauche = parcelles mulching, en mai 2010**

La différence se marque également lors de périodes plus sèches : le gazon entretenu en tonte mulching conserve un plus bel aspect. En 2010 nous avons remarqué que les parcelles non fertilisées (ramassées et mulchées) souffrent moins de la sécheresse estivale. Ces gazons devant développer un système racinaire plus important peuvent de cette manière mieux exploiter les ressources hydriques du sol.

Nous avons également observé que les parcelles fertilisées en 2 apports présentaient un très bel aspect, équivalent ou légèrement inférieur à l'apport unique, mais en fin de saison, les parcelles ayant reçu un second apport en septembre affichent de plus belles couleurs que les parcelles fertilisées une seule fois.

## 5 Annexes

### Annexe 1 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2005

Analyse statistique : tests de Tukey et de Fisher  
Logiciel : Minitab 13

#### One-way ANOVA: Poids des déchets annuels versus Type de fertilisation

Source	DF	SS	MS	F	P
Type de	2	421,7	210,9	10,89	0,010
Error	6	116,2	19,4		
Total	8	537,9			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
F1	3	33,683	4,775
F2	3	28,800	4,275
NF	3	17,350	4,126

Pooled StDev = 4,401

16,0      24,0      32,0

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	F1	F2
F2	-6,144 15,911	
NF	5,306 27,361	0,422 22,478

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,109  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,448

Intervals for (column level mean) - (row level mean) ✓

	F1	F2
F2	-3,913 13,680	
NF	7,537 25,130	2,653 20,247

**Annexe 2 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2006**

Analyse statistique : tests de Tukey et de Fisher

Logiciel : Minitab 13

**One-way ANOVA: Poids déchets annuels versus Type de fertilisation**

Analysis of Variance for Poids dé					
Source	DF	SS	MS	F	P
Type de	2	440,7	220,4	5,01	0,053
Error	6	263,9	44,0		
Total	8	704,6			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
F1	3	36,300	7,087
F2	3	29,700	7,405
NF	3	19,300	5,184

Pooled StDev = 6,631

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	F1	F2
F2	-10,02 23,22	
NF	0,38 33,62	-6,22 27,02

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,109  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,448

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	F1	F2
F2	-6,65 19,85	
NF	3,75 30,25	-2,85 23,65

**Annexe 3 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2007**

Analyse statistique : tests de Tukey et de Fisher

Logiciel : Minitab 13

Feuille de travail en cours : mulching2005-2007.MTW

ANOVA à un facteur contrôlé : Poids des to en fonction de fertilisatio

Source	DL	SC	CM	F	P
fertilis	2	67,3	33,6	0,59	0,585
Erreur	6	343,8	57,3		
Total	8	411,1			

Niveau	N	Moyenne	EcartType
F1	3	30,417	7,939
F2	3	25,433	7,548
NF	3	24,050	7,204

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Ecart-type groupé = 7,570

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500  
Taux d'erreur individuel = 0,0220

valeur critique = 4,34

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	F1	F2
F2	-13,98 23,95	
NF	-12,60 25,33	-17,58 20,35

Comparaisons deux à deux de Fisher

Taux d'erreur famille = 0,109  
Taux d'erreur individuel = 0,0500

valeur critique = 2,448

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	F1	F2
F2	-10,15 20,11	
NF	-8,76 21,50	-13,75 16,51

Annexe 4 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2008

Analyse statistique : tests de Tukey et de Fisher

Logiciel : Minitab 13

13/01/2009 9:46:55

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.

Feuille de travail en cours : Feuille de travail 2

ANOVA à un facteur contrôlé : Poids en fonction de Fertilisation

Analyse de variance pour Poids

Source	DL	SC	CM	F	P
Fertilis	2	239,2	119,6	11,85	0,008
Erreur	6	60,6	10,1		
Total	8	299,7			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	IC
F1	3	35,300	2,979	(-----*-----)
F2	3	31,550	3,137	(-----*-----)
NF	3	22,983	3,400	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 3,177

24,0      30,0      36,0

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500

Taux d'erreur individuel = 0,0220

Valeur critique = 4,34

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	F1	F2
F2	-4,210 11,710	
NF	4,356 20,277	0,606 16,527

**Annexe 5 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2008**

13/01/2009 10:18:07

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.  
 Enregistrement du fichier sous : C:\Documents and Settings\user\Bureau\GAZON\Essais GAZON\fe

**ANOVA à un facteur contrôlé : Feutre en fonction de Traitement**

Analyse de variance pour Feutre

Source	DL	SC	CM	F	P
Traitement	5	1,278	0,256	0,99	0,465
Erreur	12	3,109	0,259		
Total	17	4,387			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
 Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	IC
MF1	3	1,9467	0,6278	(-----*-----)
MF2	3	2,1667	0,5431	(-----*-----)
MNF	3	1,7533	0,5186	(-----*-----)
RF1	3	2,3067	0,1793	(-----*-----)
RF2	3	1,9400	0,5212	(-----*-----)
RNF	3	1,4867	0,5412	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 0,5090

1,20      1,80      2,40      3,00

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500  
 Taux d'erreur individuel = 0,00569

Valeur critique = 4,75

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	MF1	MF2	MNF	RF1	RF2
MF2	-1,6160 1,1760				
MNF	-1,2026 1,5893	-0,9826 1,8093			
RF1	-1,7560 1,0360	-1,5360 1,2560	-1,9493 0,8426		
RF2	-1,3893 1,4026	-1,1693 1,6226	-1,5826 1,2093	-1,0293 1,7626	
RNF	-0,9360 1,8560	-0,7160 2,0760	-1,1293 1,6626	-0,5760 2,2160	-0,9426 1,8493

Annexe 6 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation – 2009

6/01/2010 16:18:26

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.

Feuille de travail en cours : Feuille de travail 1

ANOVA à un facteur contrôlé : Poids en fonction de Fertilisation

Analyse de variance pour Poids

Source	DL	SC	CM	F	P
Fertilis	2	203,83	101,91	14,71	0,005
Erreur	6	41,57	6,93		
Total	8	245,39			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	IC individuel à 95% pour la moyenne			
F1	3	22,117	2,937	(-----*-----)			
F2	3	26,033	1,801	(-----*-----)			
NF	3	14,567	2,986	(-----*-----)			
Ecart-type groupé =			2,632	12,0	18,0	24,0	30,0

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500

Taux d'erreur individuel = 0,0220

Valeur critique = 4,34

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	F1	F2
F2	-10,512 2,678	
NF	0,955 14,145	4,872 18,062

**Annexe 7 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2009**

**22/10/2009 9:22:20**

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.

**ANOVA à un facteur contrôlé : Ep feutre en fonction de Traitement**

Analyse de variance pour Ep feutr

Source	DL	SC	CM	F	P
Traitement	5	1,789	0,358	2,97	0,057
Erreur	12	1,443	0,120		
Total	17	3,233			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	IC
MF1	3	1,4433	0,5871	(-----*-----)
MF2	3	1,7767	0,0924	(-----*-----)
MNF	3	1,6100	0,1905	(-----*-----)
RF1	3	2,2200	0,3483	(-----*-----)
RF2	3	2,1133	0,4179	(-----*-----)
RNF	3	1,3900	0,1905	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 0,3468

1,00      1,50      2,00      2,50

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500  
Taux d'erreur individuel = 0,00569

Valeur critique = 4,75

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	MF1	MF2	MNF	RF1	RF2
MF2	-1,2845 0,6178				
MNF	-1,1178 0,7845	-0,7845 1,1178			
RF1	-1,7278 0,1745	-1,3945 0,5078	-1,5611 0,3411		
RF2	-1,6211 0,2811	-1,2878 0,6145	-1,4545 0,4478	-0,8445 1,0578	
RNF	-0,8978 1,0045	-0,5645 1,3378	-0,7311 1,1711	-0,1211 1,7811	-0,2278 1,6745

**Annexe 8 : analyse statistique des déchets de tonte ramassés en fonction de la fertilisation - 2010**

11/01/2011 13:00:02

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.

**ANOVA à un facteur contrôlé : poids en fonction de traitement**

Analyse de variance pour poids

Source	DL	SC	CM	F	P
traiteme	2	280,2	140,1	13,65	0,006
Erreur	6	61,6	10,3		
Total	8	341,8			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
F1	3	19,783	3,847
F2	3	25,400	1,345
NF	3	11,800	3,767

Ecart-type groupé =	3,204	14,0	21,0	28,0
---------------------	-------	------	------	------

Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500

Taux d'erreur individuel = 0,0220

Valeur critique = 4,34

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	F1	F2
F2	-13,646 2,412	
NF	-0,046 16,012	5,571 21,629

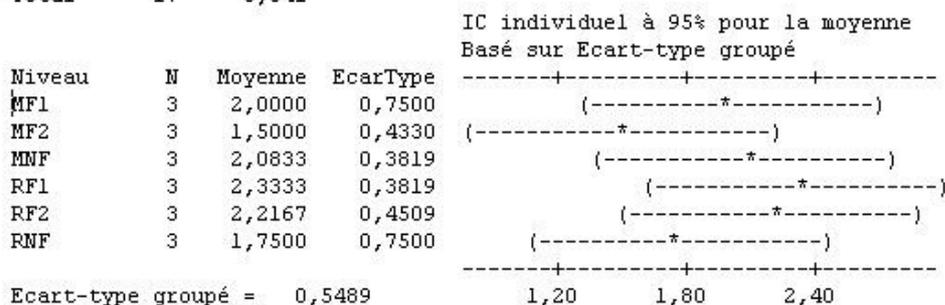
## Annexe 9 : analyse statistique du développement du feutre en fonction du traitement - 2010

11/01/2011 13:06:23

Bienvenue dans Minitab, appuyez sur F1 pour obtenir l'aide.  
 Enregistrement du fichier sous : C:\Program Files\MTB13FR\Donnees\Mulching 2010 - feutre.MPJ

### ANOVA à un facteur contrôlé : Epaisseur en fonction de Traitement

Analyse de variance pour Epaisseur				
Source	DL	SC	CM	
Traitement	5	1,426	0,285	F 0,95 P 0,486
Erreur	12	3,615	0,301	
Total	17	5,041		



Comparaisons deux à deux de Tukey

Taux d'erreur famille = 0,0500  
 Taux d'erreur individuel = 0,00569

Valeur critique = 4,75

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	MF1	MF2	MNF	RF1	RF2
MF2	-1,0052 2,0052				
MNF	-1,5885 1,4219	-2,0885 0,9219			
RF1	-1,8385 1,1719	-2,3385 0,6719	-1,7552 1,2552		
RF2	-1,7219 1,2885	-2,2219 0,7885	-1,6385 1,3719	-1,3885 1,6219	
RNF	-1,2552 1,7552	-1,7552 1,2552	-1,1719 1,8385	-0,9219 2,0885	-1,0385 1,9719