HAL open science

Recherche d'une méthode d'estimation des volumes de déchets de tonte des variétés de gazon en cours d'inscription au catalogue français

Vincent Gensollen, Stéphane Lassalvy, M. Benkedder, Corinne Berthuit, P. Bourdon, S. Charrier, C. Galbrun, Jean-Paul Sampoux, Christian Huyghe

To cite this version:

Vincent Gensollen, Stéphane Lassalvy, M. Benkedder, Corinne Berthuit, P. Bourdon, et al.. Recherche d'une méthode d'estimation des volumes de déchets de tonte des variétés de gazon en cours d'inscription au catalogue français. Innovations Agronomiques, 2016, 50, pp.123-129. 10.15454/1.472115081398131E12 . hal-01594914

HAL Id: hal-01594914

https://hal.science/hal-01594914v1

Submitted on 26 Sep 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Innovations Agronomiques 50 (2016), 123-129

Recherche dôune méthode dôestimation des volumes de déchets de tonte des variétés de gazon en cours dônscription au catalogue français

Gensollen V.[1], Lassalvy S.[1], Benkedder M.[2], Berthuit C.[1], Bourdon P.[3], Charrier S.[4], Galbrun C.[5], Sampoux J.P.[6], Huyghe C.[7]

[1] GEVES La Valette, 711 rue Jean-François Breton, 34090 Montpellier
[2] Polytech Lyon, Bât. Istil, 15 boulevard André Latarget, 69100 Villeurbanne
[3] Semences de France, La Ferme de l'Hermitage, Rue du Ghien, 59310 Beuvry la Forêt
[4] Barenbrug Recherche, route de Bourret, 82600 Mas Grenier
[5] DLF Trifolium France, ZA Les Pains, BP 2, 49320 Les Alleuds
[6] INRA, UR P3F, Centre de Poitou-Charentes, BP80006, 86600 Lusignan
[7] INRA, Direction Scientifique Agriculture, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07

Correspondance : vincent.gensollen@geves.fr

Résumé :

Ce travail a permis d'établir un mode opératoire simple pour évaluer la quantité de déchets de tonte d'une variété de gazon dans le but d'intégrer ce caractère dans les études VATE menées dans le cadre de l'inscription au catalogue officiel français. L'étude a porté sur 18 variétés issues de 7 espèces de gazon fréquemment utilisées. L'ensemble de ces variétés a été testé dans 4 essais au champ conduits dans des lieux différents.

Les résultats de cette expérimentation ont fait l'objet d'analyses statistiques intégrant différents caractères (hauteur de pousse, densité du gazon, finesse) et différents facteurs (lieux d'expérimentation, espèce) qui ont été mis en relation avec le poids de déchet de tonte des variétés.

Des analyses de données simples et multiples basées sur l'ACP ont été réalisées avec le logiciel R et ont permis de préciser l'influence des facteurs d'intérêts (lieu, espèce), ainsi que les liaisons entre caractères qui pouvaient être exploitées dans une étape de modélisation. Des procédures de sélection de variables (de type ascendante-descendante ou encore utilisant la régression PLS) ont permis d'identifier les facteurs et les variables les plus explicatives du poids de déchet de tonte.

Ce dernier a été modélisé grâce à une analyse de covariance, réalisée espèce par espèce, intégrant le facteur lieu et la hauteur de pousse estimée par une notation visuelle utilisant une échelle de 1 à 9. Un résultat important est que, pour une espèce donnée, la pente de la hauteur de pousse dans le modèle n'est pas significativement différente d'un lieu à l'autre.

A la suite de cette étude, la production de déchets de tonte est évaluée en routine et fait partie des caractères du protocole de Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale des variétés de gazon.

Mots-clefs : gazon, VATE (Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale), déchets de tonte, expérimentation au champ, analyse de données, sélection de variables, analyse de covariance.

Abstract: A method for estimating clipping biomass of turf varieties during French catalog registration procedures

This work aimed to determine a simple way to estimate the amount of grass clippings of a variety in order to take this character into account in the VCUS studies which lead to the registration in the official French catalog. The study dealt with 18 varieties from 7 commonly used species. These varieties were tested in 4 field trials conducted in different locations.

The results of this field experimentation were subjected to statistical analyses based on different characters (height, density, fineness of leaves) and on different parameters (testing grounds, species) which were related to the amount of clipping.

Simple and multiple factorial analyses inspired from PCA were performed with the R software. They made it possible to determine influence of location and species factors, and showed the correlations which could be exploited in a further modeling step. Some selection procedures (stepwise procedure based on AIC, or PLS regression) were used to identify factors and variables that were the most relevant to model the amount of clipping.

The latter was modeled with an analysis of covariance, performed for each species, and dealing with the location factor and the height growth characteristics, assessed on a 1 to 9 scale. One important result was that the slope of the height growth term in the model was the same for each location.

The amount of clipping is now routinely evaluated in the VCUS studies and is part of the VCUS protocol for turf grass varieties.

Keywords: turfgrass, VCUS (Value for cultivation, use and sustainability), grass clipping wastes, field trials, variables selection, analysis of covariance.

1. Introduction

Les collectivités et de plus en plus les particuliers sont sensibles au problème que pose la production de déchets de tonte. C'est une source d'importantes économies sur l'entretien du gazon et des espaces verts.

Les obtenteurs sélectionnent des variétés de gazons à faible croissance afin de limiter les déchets de tonte. La tendance baissière, de la vitesse de pousse en fonction de l'année d'inscription des variétés, est forte et significative au seuil de 1%. Cela a été démontré dans une étude conduite par l'ACVF et l'INRA de 2006 à 2009 (Sampoux *et al.*, 2009).

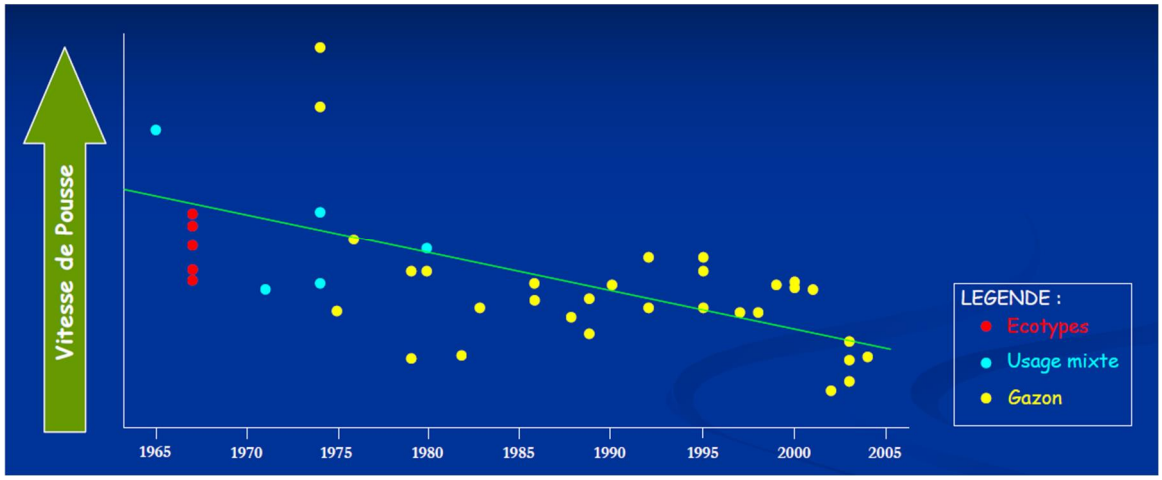


Figure 1 : Amélioration des variétés de gazons, représentée par la réduction de la vitesse de pousse, en fonction de la date d'inscription. Les écotypes, non améliorés, ont été arbitrairement assignés à l'année 1967. Source : Sampoux *et al.*, 2009.

La biomasse produite par un gazon est difficile à juger de manière simple et peu coûteuse. Or, cette estimation est nécessaire pour accélérer le progrès génétique sur ce critère.

L'objectif de ce travail était d'élaborer une méthode d'estimation des poids de déchets de tonte des variétés de gazon passant les épreuves VATE (Valeur Agronomique, Technologique et

Environnementale) du CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) en vue de leur inscription au catalogue officiel Français. **L'étude a bénéficié d'une subvention du Ministère de l'Agriculture (Appuis Méthodologiques aux Sections du CTPS).**

2. Matériels et Méthodes

Les échanges et rencontres entre participants au projet, Christophe Galbrun (DLF), Pierre Bourdon (CARNEAU), Stéphane Charrier (BARENBRUG), Jean-Paul Sampoux (INRA), Corinne Berthuit et Vincent Gensollen (GEVES), en s'appuyant sur les expériences des partenaires, et la consultation de références bibliographiques, ont permis d'élaborer un protocole pour la conduite des essais sur le terrain.

Dispositif expérimental

Les essais comportaient dix-huit variétés, toutes des témoins VATE, appartenant à sept espèces de gazon, présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Liste des espèces et des variétés utilisées dans cette étude.

Espèce	Variétés témoins avec année d'inscription
Fétuque élevée	Divina (2002), Amalia (1998), Villageoise (1990), Bardavinci (2007) et Palladio (2008)
Fétuque ovine	Reliant II (1999)
Fétuque rouge demi-traçante	Cézanne (1999) et Muzette (2000)
Fétuque rouge gazonnante	Bargreen (1990) et Musica (2003)
Fétuque rouge traçante	Salsa (1999) et Mystic (2000)
Pâturin des près	Cocktail (1991)
Ray-grass anglais	Bardorado (2003), Greenfair (1999), Escapade (2007), Plaisir (1996) et Stravinsky (2004)

L'implantation au champ des variétés a suivi, dans chaque lieu de l'expérimentation, un plan d'expérience en blocs complets randomisés à 3 répétitions avec des parcelles expérimentales d'une surface minimale de 3 m^2 pour produire une quantité de déchets de tonte suffisante pour permettre des mesures d'une bonne précision.

Tableau 2 : Lieux d'essais et modalités de conduite appliquées.

Lieux d'essais	Code du lieu	Date de semis	Fertilisation	Hauteur de tonte	Nb tontes pesées en 2011 et 2012
Carneau Orchies (59)	ORC	21 avril 2011	Juin août. Engrais à libération lente	3- 3,5 cm	9
DLF Les Alleuds (49)	ALE	19 mai 2011	Fin juin Engrais à libération lente	3 – 4 cm	10
Barenbrug Mas Grenier (42)	MGR	4 avril 2011	Juin et Octobre	4,5 cm	9
GEVES Montpellier (34)	MPL	13 avril 2011		3 cm	10

La fertilisation azotée (date de l'application, nature de l'engrais) et hauteur de coupe sont des points très importants du protocole de l'étude. Les participants, Christophe Galbrun (DLF), Pierre Bourdon (CARNEAU), Stéphane Charrier et Jérôme Goudin (BARENBRUG), Corinne Berthuit et Vincent Gensollen (GEVES) ont conduit leurs essais respectifs. Les pesées de tontes ont été réalisées par les

partenaires au printemps et à l'automne 2012 en plus de toutes les notations inscrites au protocole (Tableau 2).

Caractères mesurés

Dix caractères agronomiques potentiellement en relation avec le poids de déchet de tonte ou explicatifs de celui-ci ont été mesurés.

Ces caractères étaient la qualité de l'installation (INS), le comportement vis-à-vis des maladies, la couleur du feuillage (COU), la densité du gazon (DEN), la finesse du feuillage (FIN), l'estimation visuelle de la hauteur de pousse (HPV), la mesure de la hauteur de pousse (HPM), l'estimation visuelle des déchets de tonte (DTV), l'estimation de la surface de parcelle couverte par le gazon lors de la tonte (SPC) et l'Aspect Esthétique Global (AEG).

Validation des essais et analyse des données

Les méthodes employées ont visé à rechercher des caractères phénotypiques pertinents facilement mesurables et à même de permettre une estimation simple et fiable du poids de déchet de tonte et de permettre une comparaison correcte des variétés sur la base de ce critère.

Les outils statistiques mis en œuvre dans cette étude ont été des indicateurs de la précision des caractères mesurés : analyse de la variance variété + répétition avec son écart-type résiduel et son coefficient de variation en ce qui concerne les méthodes paramétriques, et le test de Friedman et la statistique non paramétrique du W de Kendall en ce qui concerne les méthodes non paramétriques.

Les liaisons entre les différents caractères et les relations de ces derniers ont été observées à l'aide de techniques d'analyses factorielles des données, telles que l'analyse en composantes principales, l'analyse factorielle multiple et les analyses de la variabilité inter et intra-espèces.

Le travail de modélisation s'est principalement appuyé sur le modèle linéaire (régression linéaire, analyse de la variance, analyse de la covariance), avec des outils connexes tel que le critère AIC ou la régression PLS pour la sélection de modèles.

3. Résultats :

Un premier travail d'exploration des données et de modélisation a été réalisé lieu par lieu en considérant toutes les espèces étudiées. Celui-ci a mené à l'observation d'une forte structuration des données par le facteur espèce. Cette hypothèse a été confirmée par des analyses factorielles inter et intra espèces. Pour le lieu d'Orchies (Figure 2), un des plus représentatifs de ce phénomène, la variabilité inter espèces représentait 67% de la variabilité totale contre 33% pour la variabilité intra espèces, avec une structuration des caractères agronomiques toutes variétés confondues proche voire identique à celle donnée par les seuls individus moyens de chaque espèce : forte opposition des variables de quantité de déchet de tonte (notamment PDTC avec les variables de qualité du gazon, densité DEN, finesse FIN et aspect esthétique global AEG), cette opposition ne se maintenant pas lorsqu'on considérait les données centrées par espèce.

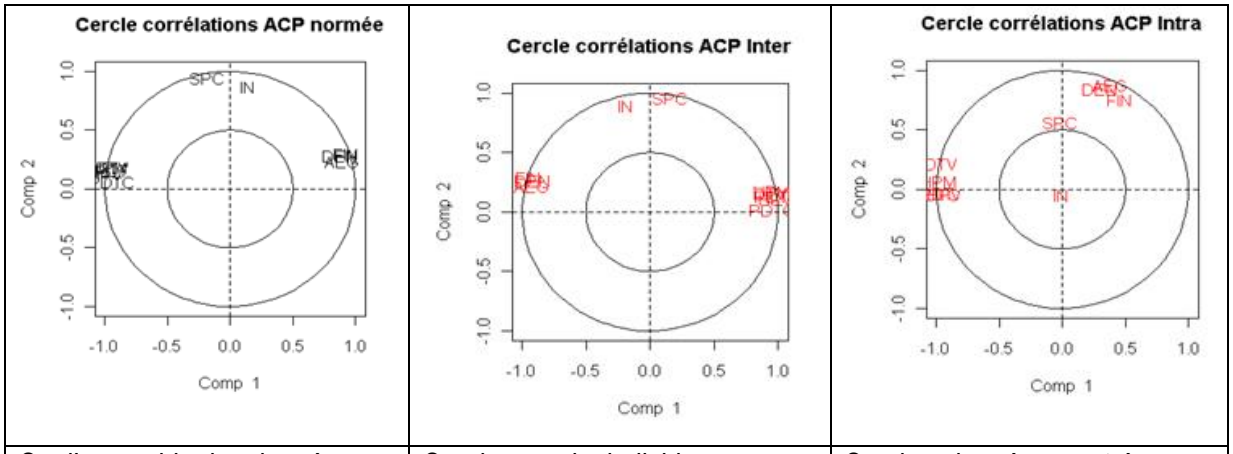
Stratégie espèce par espèce :

Pour ne pas observer des corrélations entre caractères agronomiques qui seraient dues à une structuration des données par le facteur espèce, le travail de modélisation a été mené espèce par espèce en prenant en compte les données issues de l'ensemble des lieux.

Les poids de déchets de tonte corrigés (PDTC) ont alors été modélisés par les hauteurs de déchets de tontes visuelles (HPV) ou mesurées (HPM), soit par un modèle d'analyse de covariance intégrant le facteur lieu et une des deux mesures de hauteur, soit par une régression simple n'intégrant qu'une des deux mesures de hauteur. Le résultat notable des analyses de covariance a été que les pentes entre le

poids de déchets de tonte, et suivant le modèle, chacune des deux mesures de hauteur n'étaient pas significativement différentes d'un lieu à l'autre.

Figure 2 : ACP menées sur les données du lieu Orchies



Sur l'ensemble des données.	Sur les seuls individus moyens des espèces.	Sur les données centrées par espèce.

Tableau 3 : Résultats de la modélisation pour les Ray-Grass Anglais

Modèle	Constante	Effet lieux	Pente (hauteur)	R^2	Kendall	Spearman	Pearson
Ancova lieux+HPV	-5288.10	-356.79(ALE) - 420.99(MGR) 619.63 (MPL) 158.15 (ORC)	175.83	0.99	0.98	0.99	0.91
Ancova lieux+HPM	-3796.38	- 1025.96(ALE) -256.72 (MGR) 2249.38 (MPL) -966.71 (ORC)	156.07	0.99	0.99	0.99	0.95
a*HPV+b	-6557.10	0	198.81	0.99	0.93	0.99	0.82
a*HPM+b	-8489.72	0	245.23	0.95	0.95	0.97	0.86

Le coefficient de détermination R^2 de chaque modèle a une valeur proche de 1 (Tableau 3), ce qui montre l'adéquation du modèle aux données. Les coefficients de corrélation de Pearson, Spearman et Kendall entre les valeurs observées de la réponse PDTC et ses valeurs prédites sont aussi très proches de 1. Les hauteurs de pousse mesurées, bien que théoriquement plus précises que les hauteurs de

pousse estimées visuellement, ne semblent pas apporter un gain d'information substantiel pour mieux estimer le poids de déchets de tonte.

Une approche PLS a permis d'exprimer la variable PDTC en fonction d'un plus grand nombre de caractères prédicteurs. L'effet des différents lieux d'expérimentation a été pris en compte dans le modèle sous la forme d'un codage binaire 0/1. Pour chaque caractère ou lieu, on a calculé l'indicateur VIP (Variance Importance in the Projection). Celui-ci indique le pouvoir explicatif de chaque prédicteur sur le PDTC, ce qui permet de classer ces variables par ordre de pouvoir explicatif décroissant. Un VIP supérieur à 0,8 dénote une influence notable du prédicteur sur le PDTC. Ainsi, le cas des Ray-Grass Anglais, illustré en Figure 3, montre que les variables les plus explicatives sont l'effet lieu et la hauteur de pousse. Le caractère le plus pertinent pour venir compléter le modèle serait la variable densité du couvert (DEN) avec un VIP supérieur au seuil de 0,8.

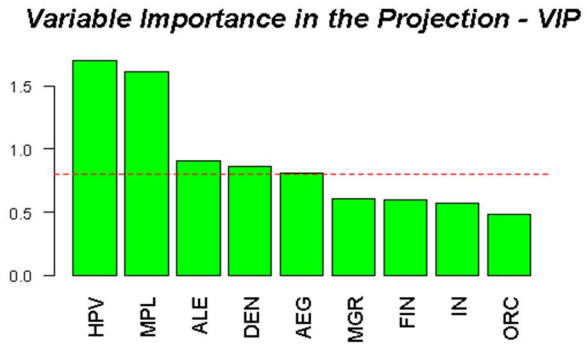


Figure 3 : Pouvoir explicatif de chaque variable sur le poids de déchet de tonte (VIP), cas du ray-grass anglais.

Des résultats comparables sont obtenus pour les autres espèces et démontrent que la hauteur de pousse visuelle, telle qu'elle a été définie dans le protocole d'expérimentation et mesurée en plein champ, est un bon indicateur de la masse de déchet de tonte. Toutefois, le matériel étudié étant constitué de variétés témoins parfois relativement anciennes et peu sélectionnées pour une hauteur de pousse faible. Est-ce que de ceci peut expliquer l'importance dans cette étude, de ce caractère pour prédire la production de déchets de tonte ? En conséquence, il est possible que les progrès de la sélection pour limiter la hauteur de pousse chez les variétés de gazon, conduise à intégrer d'autres critères tels que la densité pour continuer à discriminer les variétés

4. Conclusion

Cette étude a montré que l'utilisation de la hauteur de pousse visuelle peut permettre, dans un premier temps, d'évaluer la masse de déchets de tonte produite par les variétés de gazon. Néanmoins il faudra prévoir, lorsque le travail de sélection des variétés de gazon aura permis de créer des variétés moins poussantes, de reconsidérer cette orientation et de compléter le modèle par des informations supplémentaires, comme par exemple la densité du gazon. Le travail de modélisation a été conduit avec des modèles linéaires à effets fixes et il serait pertinent d'envisager des modèles à effets aléatoires (analyses mixtes) en s'inspirant de la démarche utilisée dans le secteur de la recherche clinique. De même, des tests de déviance pourraient être utilisés pour tester la significativité d'un paramètre plutôt que de se baser uniquement sur les valeurs de R^2 et de corrélations entre valeurs prédites et valeurs observées. Les résultats obtenus sont à consolider et des analyses statistiques complémentaires et la possibilité du regroupement des résultats des différents lieux d'expérimentation sont à envisager.

Le projet permet d'intégrer dans le cadre de l'étude en routine du CTPS, l'évaluation des déchets de tonte. Ainsi, il sera possible de décrire les variétés inscrites pour ce critère. Par la suite avec les experts du CTPS, nous mettrons au point un index « variétés durables », intégrant la production de déchets de tonte ainsi que la pérennité et les résistances aux maladies.

Références bibliographiques

Aamlid T.S., Gensollen V., 2013. Recent achievements in breeding for turf quality under biotic and abiotic stress. 30th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting, Vrnjacka Banja, Serbia, 12-16 May 2013.

Benkedder M., 2013. Recherche d'une méthode d'estimation des poids de déchets de tonte des variétés de gazon en cours d'inscription au Catalogue Français. Mémoire de fin d'étude, Polytech Lyon, filière Mathématiques Appliquées et Modélisation.

Gilliland T.J., Gensollen V., 2009. Review of the protocols used for assessment of DUS and VCU in Europe ï perspectives. XXVIII Meeting of the Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section, La Rochelle, 11-14 May 2009. Ouvrage édité en 2010 par Springer.

Sampoux J.P., Baudouin P., Bayle B., Béguier V., Bourdon P., Chosson J.F., de Bruijn K., Deneufbourg F., Galbrun C., Ghesquière M., Noël D., Tharel B., Viguié A., 2012. Breeding perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for turf usage: an assessment of genetic improvements in cultivars released in Europe, 1974-2004. Grass and Forage Science, 68, 33-48.

Sampoux J.P., 2009. Sustainable use of genetic diversity in forage and turf breeding. XXVIII Meeting of the Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section, La Rochelle, 11-14 May 2009. Ouvrage édité en 2010 par Springer 'sous presse'.

Sampoux J.P., Métral R., Ghesquière M., Baudouin P., Bayle B., Béguier V., Bourdon P., Chosson JF., de Bruijn K., Deneufbourg F., Galbrun C., Pietraszek W., Tarel B., Viguié A., 2009. Genetic improvement in rye-grass (*Lolium perenne*) from turf and forage breeding over the four past decades. XXVIII Meeting of the Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section, La Rochelle, 11-14 May 2009.

Ouvrage : Les variétés de Graminées à Gazon du Catalogue Officiel Français - Turfgrass Varieties from the French National List - 2009 2008 2007 et 2006 (Publication annuelle en 2 langues).

Protocole d'expérimentation graminées à gazon - essais de valeur agronomique et technologique. 2009. Publication GEVES. Version française et anglaise. Publication annuelle.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)