



Benjamin Coussy

© FNAMS

RAVAGEURS DE LA LUZERNE PORTE-GRAINE QUELLES NUISIBILITÉS EN PARCELLES DE MULTIPLICATION ?

Un nombre important de données de suivi d'insectes a été recueilli ces dernières années dans des parcelles de multiplication de semences de luzerne dans tous les bassins de production. Que retenir de l'analyse statistique réalisée sur ces données ?

En France, plusieurs insectes ravageurs peuvent s'attaquer à la luzerne au stade végétatif, floraison ou encore maturation des gousses. Les principaux insectes concernés sont les sitones (*Sitona lineatus* L.), les apions (*Holotrichapion pisi* Fabricius), les larves de phytonomes (*Hypera postica* Gyllenhal), les larves de négrils (*Colaspidea barbarum* Fabricius), les cécidomyies des fleurs (*Contarinia medicaginis* Kieffer), les pucerons (plusieurs espèces), les punaises mirides (*Lygus* spp. et *Adelphocoris lineolatus* Goeze), les tychius (*Tychius aureolus* Kiesenwetter) et les tordeuses (*Cydia medicaginis* Kuznetsov) (Figure 1).

Figure 1 - Période de présence des principaux ravageurs de la luzerne porte-graine

Ravageur	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Apion	← (forte) → (modérée)				
Phytonomes (larves)	← (forte) → (modérée)				
Puceron	← (forte) → (modérée)				
Cécidomyie des fleurs	← (forte) → (modérée)				
Négril (larves)		← (forte) → (modérée)			
Sitone		← (forte) → (modérée)			
Tychius		← (forte) → (modérée)			
Tordeuse			← (forte) → (modérée)		
Punaises			← (forte) → (modérée)		

← (forte) → (modérée) Forte présence

← (modérée) → (forte) Présence modérée

Les périodes sont données à titre indicatif car elles varient selon les années, les conditions météorologiques et les zones de production.

De nombreuses données disponibles à analyser

Dans le cadre de la biosurveillance des ravageurs de la luzerne porte-graine organisée par la FNAMS, des suivis de ces insectes ravageurs en parcelles de multiplication sont réalisés depuis de nombreuses années, avec en général une visite hebdomadaire par parcelle de mai à août. Les échantillonnages sont réalisés au filet fauchoir et les résultats sont toujours exprimés en nombre d'insectes pour 25 coups de filet, sauf pour les tordeuses qui sont suivies avec un piège à phéromone.

Les données de suivi collectées de 2006 à 2019 ont été étudiées, ce qui représente en tout 795 parcelles analysables. Le rendement moyen sur ces 795 parcelles était de 443 kg/ha (avec un écart-type de ± 252 kg/ha, correspondant à une majorité de parcelles comprises entre 191 et 695 kg/ha). L'analyse de ce jeu de données avait pour objectif d'évaluer quelles variables, parmi celles disponibles, avaient le plus d'effet sur le rendement grainier, mais aussi de préciser la nuisibilité des insectes ravageurs les plus problématiques sur cette culture. En tout, 40 variables explicatives étaient disponibles dans le jeu de données concernant les caractéristiques des parcelles (lieu, variété, surface, etc.), la conduite culturale, les populations d'insectes ravageurs et les données météorologiques. Plusieurs modèles statistiques (8 modèles) ont été élaborés, testés et comparés pour répondre à ces questions.

Quelles variables explicatives retenir ?

Parmi les différents modèles statistiques testés, les deux modèles présentant la meilleure qualité d'ajustement sont le " modèle linéaire mixte " et la " forêt aléatoire ". Néanmoins, leur qualité de prédiction reste très moyenne, c'est-à-dire que le rendement prédit mathématiquement pour une parcelle (à l'aide des variables explicatives) peut être imprécis, avec une imprécision de l'ordre de 150 à 200 kg/ha de semences de luzerne en fonction du modèle et de l'indicateur choisi (**Tableau I**). Cette imprécision vient principalement du fait que d'autres variables explicatives non disponibles pour notre analyse doivent être introduites dans les modèles pour donner une meilleure prédiction du rendement. Parmi les variables manquantes on peut, entre autres, mentionner la pollinisation et la qualité de fécondation, la pédologie des parcelles, la qualité de la récolte ou encore la présence de maladies.

La hiérarchisation des variables explicatives et la nuisibilité des ravageurs dans les modèles construits sont donc à considérer avec précaution, mais ce sont des bons indicateurs pour améliorer notre compréhension de l'élaboration du rendement grainier de la luzerne en France. Ainsi, sur l'ensemble des modèles testés (8 modèles) les variables explicatives du rendement qui ressortent le plus souvent sont le nombre de punaises mirides avant et après floraison, le nombre de tychius après floraison, le nombre de larves de phytonomes avant floraison (**Photo 1**), le bassin de production, la variété, l'agriculteur (ce qui équivaut à son expérience et sa conduite technique) et la T° C moyenne avant floraison.

Tableau I - Caractéristiques et qualité prédictive des deux meilleurs modèles statistiques retenus

La Root-Mean-Square Error (RMSE) ou Racine de l'Ecart Quadratique Moyen, et la Mean Absolute Error (MAE) ou Erreur Absolue Moyenne, sont des mesures fréquemment utilisées pour évaluer des différences entre les valeurs prédites par un modèle et les valeurs observées (vraies valeurs). La RMSE et la MAE sont toujours positives et une valeur de 0 (presque jamais atteinte en pratique) indique un ajustement parfait aux données. En général, une valeur de RMSE ou MAE plus petite indique donc une meilleure précision qu'une valeur de RMSE ou MAE plus élevée.

Dans cette étude, le modèle linéaire mixte est plus précis pour prédire le rendement d'une parcelle, mais la forêt aléatoire reste également intéressante à analyser car elle prend mieux en compte les interactions entre les variables explicatives du jeu de données.

Type de modèle	Nombre de variables explicatives	R ² ajusté	RMSE (kg/ha)	MAE (kg/ha)
Linéaire mixte	13	0,30	188	150
Forêt aléatoire	15	0,25	195	157

Photo 1 - Les trois principaux ravageurs de la luzerne porte-graine en terme de nuisibilité sur le rendement grainier



Punaise miride du genre *Lygus*



Tychius



Larve de phytonome

Punaises et tychius parmi les plus nuisibles

Les deux modèles statistiques les plus précis en termes de prédiction (modèle linéaire mixte et forêt aléatoire) (**Encadré**) permettent d'évaluer les effets individuels des insectes ravageurs les plus nuisibles pour le rendement (**Tableau II**). Ces modèles indiquent une nuisibilité toute particulière des punaises mirides lorsqu'observées pendant la floraison. Ces punaises observées après floraison sont moins nuisibles (elles ont vraisemblablement un effet plus marqué sur la germination à ce stade de la luzerne), néanmoins, on dénombre en général des populations de ce ravageur beaucoup plus importantes à partir du stade gousses vertes. Bien connu en luzerne, le tychius présente comme attendu une nuisibilité non négligeable sur le rendement grainier de cette espèce. Les larves de phytonomes sont moins nuisibles, mais des populations extrêmement élevées observées dans certains secteurs de production peuvent ponctuellement réduire le potentiel d'une parcelle.

L'analyse se poursuit

Les résultats de cette analyse, et en particulier en ce qui concerne la nuisibilité des insectes ravageurs (punaises, tychius, phytonome), sont à prendre avec précaution à cause de la précision des modèles utilisés. Pour expliquer les variations de rendement grainier, il est très important de prendre également en compte des facteurs comme la pollinisation (Ravenel et Hacquet, 2013) ou les conditions météorologiques. Ravenel (2018) a ainsi identifié qu'un excès d'eau en mai, au moment de la précoupe et lors de la repousse, est préjudiciable à la culture de luzerne porte-graine. Pendant l'été, une alimentation en eau excessive favorise le développement végétatif, entraînant de la verse et perturbant la pollinisation. En parallèle, un défaut de température ou de rayonnement va pénaliser le rendement. Mais attention également aux excès car des températures très élevées pendant la période estivale vont raccourcir la durée de floraison et favoriser l'avortement des gousses.

Les mécanismes expliquant l'élaboration du rendement grainier sont donc multiples et complexes, notamment à cause des nombreuses interactions qui peuvent exister entre eux, les travaux de recherche autour de la luzerne ont donc encore de beaux jours devant eux ! ■

Tableau II - Prédictions de perte de rendement pour chaque modèle en fonction du type de ravageur et du stade de la luzerne porte-graine

Insectes ravageurs en fonction du stade de la luzerne		Punaises en floraison		Tychius après floraison		Punaises après floraison		Larves de phytonomes avant floraison	
Nombre d'insectes en 25 coups de filet fauchoir		50 punaises	100 punaises	50 tychius	100 tychius	50 punaises	100 punaises	50 larves	100 larves
Perte de rendement estimée (kg/ha)	Modèle linéaire mixte	≈ -70	≈ -140	≈ -30	≈ -60	≈ -20	≈ -40	≈ -10	≈ -20
	Forêt aléatoire	≈ -100	≈ -160	≈ -60	≈ -70	≈ -40	≈ -80	≈ -0	≈ -25

Des modèles statistiques aux caractéristiques différentes, mais complémentaires

Le modèle linéaire mixte, comme son nom l'indique, réalise une prédiction linéaire : plus le nombre d'insectes augmente plus le rendement diminue, mais sans plafonnement (on pourrait donc avoir théoriquement des valeurs de rendement négatives, selon ce modèle). Le modèle en forêt aléatoire est plus juste biologiquement parlant car il réalise une prédiction non linéaire. Néanmoins, le premier modèle présente une qualité d'ajustement, c'est-à-dire une précision de prédiction, supérieure sur le jeu de données utilisé dans cette étude. Il est donc intéressant de prendre en compte les résultats des deux modèles pour l'interprétation de nuisibilité des ravageurs en luzerne.



Formation aux prélèvements et à l'identification des ravageurs de la luzerne porte-graine dans le Tarn.

© François Deneufbourg / FMMS

EN SAVOIR +

- Coussy, B. (2019) Ravageurs de la luzerne porte-graine - Que retenir de dix années de suivis en parcelles de multiplication ? Bulletin Semences n° 268
- Ravenel, C. (2018) Luzerne porte-graine - En Poitou-Charentes, les rendements d'un multiplicateur passionné observés à la loupe. Bulletin Semences n° 260
- Ravenel, C. & Hacquet, J. (2013) La luzerne a besoin de ses pollinisateurs. Bulletin Semences n° 232