

Céréales à paille

Vers un modèle simulant l'invasion des pucerons des épis

Le puceron « des épis » des céréales est un ravageur occasionnellement grave du blé au printemps : en cas de fortes pullulations, il peut entraîner des baisses de rendement jusqu'à plusieurs dizaines de quintaux à l'hectare. Ses pullulations sont sporadiques et, *a priori*, difficilement prévisibles. Un outil de prévision de l'évolution des populations est en cours d'élaboration, qui ouvre de nouvelles perspectives.

Le puceron des épis - *Sitobion avenae* - peut provoquer d'importants dégâts sur céréales et en particulier sur blé tendre, en détournant une partie des nutriments nécessaires au bon remplissage des grains lorsqu'il pulule entre l'épiaison et la maturité des céréales. Sa nuisibilité est directement liée au nombre d'individus présents sur la plante à un stade phénologique donné.

***S. avenae* acquiert dès le printemps une capacité à se reproduire pouvant conduire à des pullulations importantes.**

Le puceron des épis détourne une partie des nutriments nécessaires au bon remplissage des grains.

La nuisibilité des pucerons est déterminée par leurs caractéristiques biologiques originales

Les pucerons présentent des caractéristiques biologiques originales, qui en font des organismes particulièrement bien adaptés à la colonisation et l'exploitation des plantes hôtes. Citons en particulier :

- leur potentiel de reproduction important dû à la parthénogénèse et à la viviparité, ainsi que leur grand pouvoir de dispersion du fait de la production de formes ailées,
- la possibilité de pratiquer deux stratégies de reproduction à l'automne (sexuée et parthénogénétique), ce qui maximise leurs chances de survie hivernale.

Différents facteurs interviennent dans la dynamique de croissance des populations de pucerons. Notamment, les conditions climatiques ont un rôle primordial dans leur prolifération et leur dissémination. Ces organismes (comme tous les insectes) ne pouvant pas réguler leur température interne, la température extérieure détermine la cinétique de leur métabolisme. La température a donc une influence directe sur la dynamique des populations de pucerons en déterminant leur taux d'accroissement. Celui-ci

est la synthèse de trois paramètres : durée de développement larvaire, fécondité et mortalité journalières. Un autre facteur influençant la dynamique des pucerons est le stade phénologique de la plante, qui joue considérablement sur le taux d'accroissement des pucerons. Enfin, lorsque les conditions deviennent défavorables (surpeuplement, baisse de la qualité nutritionnelle des plantes), les pucerons forment des ailés qui migrent vers d'autres parcelles.

Les pucerons peuvent pratiquer deux modes de reproduction : la parthénogénèse et la reproduction sexuée. La parthénogénèse est obligatoire pendant la belle saison (reproduction sans fécondation donnant 100 % de femelles : tous les individus sont génétiquement semblables à leur mère, ce sont des clones). Elle est associée à la viviparité (les petits naissent tous formés, ils s'alimentent et sont donc nuisibles immédia-

Le potentiel de multiplication et de dissémination des pucerons dépend essentiellement de la température extérieure et du stade phénologique de la plante.

tement). Pendant la mauvaise saison, une fraction de population de pucerons pratique la reproduction sexuée qui produit des œufs diapausants résistants au froid hivernal. La plus grande partie survit au

cours de l'hiver sous forme de populations parthénogénétiques. C'est particulièrement le cas de plusieurs espèces de pucerons des grandes





En conjuguant valeurs de températures et stade phénologique, on peut espérer suivre l'évolution de la population de pucerons.

cultures qui peuvent résister aux froids de l'hiver lorsque ces derniers sont modérés (jusqu'à -10 °C en température extrême). Cette double capacité de reproduction, conjuguée à la production en alternance de deux formes adultes, aptères et ailées, permet aux pucerons de coloniser très rapidement de vastes territoires. Car si l'aptère est sé-

L'hivernation de populations parthénogénétiques semble possible dans de nombreuses régions céréalières, en particulier quand les températures hivernales sont douces.

dentaire, le puceron ailé est un colonisateur qui peut parcourir de quelques mètres à plusieurs kilomètres en vol actif, voire davantage s'il est transporté par les courants aériens. En outre, au cours d'une année, une espèce comme *S. avenae* peut produire de 12 à 20 générations parthénogénétiques successives.

Un modèle basé sur les variations spatio-temporelles du cycle biologique de *S. avenae*

S. avenae effectue tout son développement annuel sur céréales en alternant du blé et de l'orge (hiver-printemps), au maïs (été-automne) et aux repousses de céréales (automne-hiver). Il peut également se multiplier sur certaines graminées fourragères ou adventices comme le dactyle et les pâturins. Il se reproduit essentiellement de manière asexuée (parthénogénétique) en France, y compris en hiver. Néanmoins une faible fraction de ses populations (2-3 %) peut hiverner sous forme d'œufs, en particulier dans les régions de l'Est et du Nord. On a montré que les conditions climatiques hivernales jouaient un rôle particulièrement déterminant dans les niveaux de populations au printemps suivant. Les populations parthénogénétiques de *S. avenae* sont d'autant plus abondantes au cours de l'hiver que ce dernier est doux, c'est-à-dire, d'une part selon l'année en fonction de la sévérité générale de l'hiver, d'autre part pour une année donnée, selon un gradient géographique Sud-Ouest/Nord-Est.



© J.-M. Rebausse, INRA

Les pullulations de *S. avenae* sont difficilement prévisibles du fait des multiples facteurs intervenant dans sa dynamique de population (vitesse de développement, pouvoir de dispersion, possibilités de survie hivernale).

Evaluation du risque

L'ensemble du processus démographique saisonnier de *S. avenae* (mars-juillet) à l'échelle de la France (en fait de l'Europe de l'Ouest...) peut ainsi être représenté par une « vague » de multiplication-dispersion, initiée par les populations parthénogénétiques hivernantes, et allant du Sud-Ouest au Nord-Est du fait du gradient climatique et des différences de phénologie du blé. Modéliser ce processus permettra de disposer d'une possibilité d'évaluation du risque puceron en temps réel et en tous points du territoire (encadré). ■

Pierre Taupin,
ARVALIS-Institut du végétal
p.taupin@arvalisinstitutduvegetal.fr

Charles-Antoine Dedryver,
INRA
charles-antoine.dedryver@rennes.inra.fr

Jean-Sébastien Pierre,
Université Rennes 1
jean-sebastien.pierre@univ-rennes1.fr

Comment l'invasion saisonnière de *S. avenae* est simulée à l'échelle de la France

L'INRA, l'Université de Rennes 1 et ARVALIS – Institut du végétal développent un modèle de prévision de développement des populations de pucerons des épis sur les céréales à paille au printemps, basé sur les variations du taux d'accroissement instantané des populations sur les plantes, et du taux de diffusion des populations ailées en migration. Il s'agit d'une modélisation explicite permettant de cartographier la vague dispersive printanière de *Sitobion avenae* à l'échelle continentale, sous l'effet des conditions agro-climatiques annuelles et de leurs variations locales (température, orientation des vents, abondance des repousses de blé d'hiver et d'autres types de réservoirs, phénologie des cultivars de blé). Ce modèle est en développement et donc non encore opérationnel. Il permettra d'anticiper les zones et les années à dégâts à l'échelle des grandes régions céréalières, et donc d'y optimiser les traitements insecticides en limitant leur emploi aux cas où ils sont nécessaires.