

Fonction de dispersion

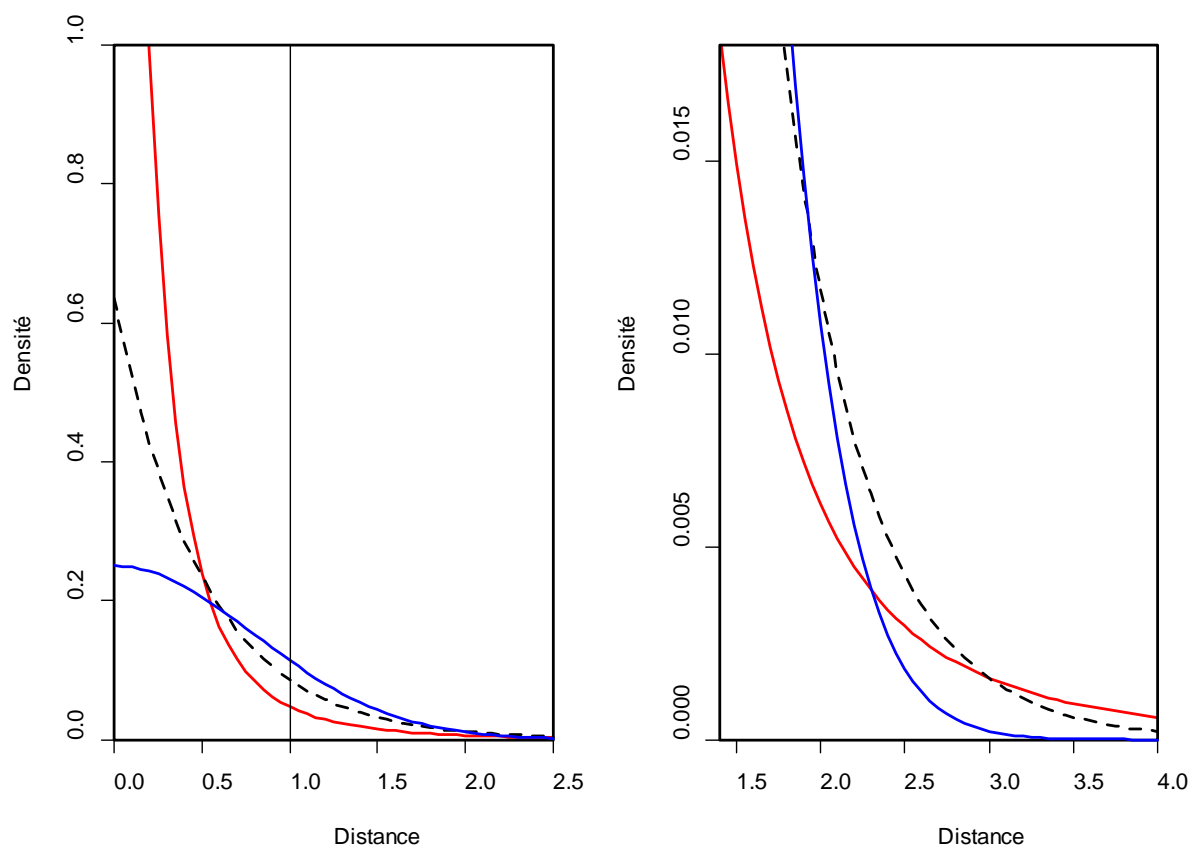
La propagation d'une maladie végétale résulte de la dispersion de l'inoculum. Les distances de dispersion de l'inoculum entre les hôtes infectieux et les hôtes sains jouent un rôle majeur dans le processus épidémique. La distribution statistique de la localisation de l'inoculum après dispersion à partir d'une source ponctuelle est représentée par la fonction de dispersion, ou noyau de dispersion. La fonction de dispersion est définie comme la densité de probabilité $k(x,y)$ qu'un pathogène issu d'une source située à l'origine (0,0) infecte un site situé en (x,y). C'est donc une densité de probabilité à deux dimensions. Les fonctions de dispersion les plus utilisées comprennent un paramètre d'échelle qui caractérise la distance moyenne de dispersion et peuvent comprendre des paramètres de forme qui caractérisent la décroissance de la densité de probabilité en fonction de la distance. Il existe de nombreux modèles de fonctions de dispersion. Trois exemples parmi les modèles les plus classiques sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Expression de trois modèles de fonctions de dispersion. Dans les formules, $d = \sqrt{x^2 + y^2}$ est la distance entre la source et le point (x,y) et Γ est la fonction gamma $\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt$.

Modèle	Expression	Distance moyenne
Exponentiel	$k(x, y) = \frac{a^2}{2\pi} \exp(-ad)$	$\frac{2}{a}$
Exponentiel puissance	$k(x, y) = \frac{ba^{2/b}}{2\pi\Gamma(2/b)} \exp(-ad)$	$\frac{1}{a^{1/b}} \frac{\Gamma(3/b)}{\Gamma(2/b)}$
Géométrique	$k(x, y) = \frac{(b-2)(b-1)}{2\pi a^2} \left(1 + \frac{d}{a}\right)^{-b}$	$\frac{2a}{b-3}$

Le modèle exponentiel puissance englobe le modèle exponentiel (b=1) et le modèle gaussien (b=2).

Ces 3 fonctions sont représentées sur la figure suivante.



Représentation graphique de trois fonctions de dispersion. Modèle exponentiel : courbes en tirets noirs ; modèle géométrique ($b=4$) : courbes rouges ; modèle gaussien : courbes bleues. Graphe de gauche : représentation des densités à partir de la source située à l'origine ; la ligne verticale représente la distance moyenne, égale à 1 unité pour les trois courbes. Graphe de droite : représentation des queues de distribution. Au-delà d'une certaine distance, le modèle exponentiel produit une densité supérieure à celle du modèle gaussien et inférieure à celle du modèle géométrique.

La fonction de dispersion géométrique est dite à queue lourde car elle décroît moins vite que l'exponentielle. La fonction de dispersion gaussienne, au contraire, est dite à queue légère car elle décroît plus vite que l'exponentielle. Les fonctions à queue lourde, qui produisent davantage d'événements de contamination à longue distance, s'ajustent souvent mieux aux observations que la fonction exponentielle ou les fonctions à queue légère.

Les fonctions présentées ci-dessus sont isotropes car la dispersion ne dépend que de la distance et non de la direction. Des paramètres d'anisotropie peuvent leur être ajoutés.

Références bibliographiques.

Les références suivantes contiennent des exemples de fonctions de dispersions qui ne sont pas tous appliqués à des agents pathogènes, mais qui peuvent facilement être généralisés.

Klein, E. K., Lavigne, C., Picault, H., Renard, M., & Gouyon, P.-H. (2005). Pollen dispersal of oilseed rape: estimation of the dispersal function and effects of field dimension. *Journal of Applied Ecology*, 43(1), 141–151. doi:10.1111/j.1365-2664.2005.01108.x

Laurence V. Madden, Gareth Hughes, and Frank van den Bosch. 2007. *The Study of Plant Disease Epidemics*. APS Press, St. Paul, MN. 432 pages.

Rieux, A., Soubeyrand, S., Bonnot, F., Klein, E. K., Ngando, J. E., Mehl, A., Ravigne, V., Carlier, J. & de Lapeyre de Bellaire, L. (2014). Long-Distance Wind-Dispersal of Spores in a Fungal Plant Pathogen: Estimation of Anisotropic Dispersal Kernels from an Extensive Field Experiment *PLoS ONE*, 9, e103225.

Sackett, K. E., & Mundt, C. C. (2005). Primary Disease Gradients of Wheat Stripe Rust in Large Field Plots. *Phytopathology*, 95(9), 983–991. doi:10.1094/PHYTO-95-0983

Stockmarr, A., Andreasen, V., & Ostergård, H. (2007). Dispersal distances for airborne spores based on deposition rates and stochastic modeling. *Phytopathology*, 97(10), 1325–30. doi:10.1094/PHYTO-97-10-1325