



HAL
open science

Dispersion du pollen de maïs à longue distance : sources, transport, dépôt

Yves Brunet, Laurent L. Huber, Xavier Foueillassar, Jean-Pierre Pinty, Pierre Tulet

► To cite this version:

Yves Brunet, Laurent L. Huber, Xavier Foueillassar, Jean-Pierre Pinty, Pierre Tulet. Dispersion du pollen de maïs à longue distance : sources, transport, dépôt. Organismes génétiquement modifiés : aspects socio-économiques, alimentaires et environnementaux, Dec 2006, Paris, France. pp.63-65, 2006. hal-02817927

HAL Id: hal-02817927

<https://hal.inrae.fr/hal-02817927>

Submitted on 6 Jun 2020

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.

Dispersion du pollen de maïs à longue distance : sources, transport, dépôt

Présenté par : Yves BRUNET

Mail : Yves.Brunet@bordeaux.inra.fr

Titre du projet concerné, Coordonnateur et Responsables Scientifiques des équipes impliquées

Dispersion du pollen de maïs à longue distance : sources, transport, dépôt (2004-06),

Yves BRUNET¹, Laurent HUBER², Xavier FOUEILLASSAR³, Jean-Pierre PINTY⁴, Pierre TULET⁵

Projet soutenu dans le cadre de l'ACI 2004

¹UR1263 Écologie fonctionnelle et physique de l'environnement (EPHYSE), INRA, Bordeaux ;

²UMR 1091 Environnement et grandes cultures (EGC), INRA, Grignon ;

³Arvalis, Institut du Végétal, Montardon ;

⁴UMR 5560 Laboratoire d'Aérodynamique (LA), CNRS, Toulouse ;

⁵Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), Météo-France, Toulouse.

Mots Clefs : Pollen, maïs, émission, dispersion, transport, viabilité, longue distance, dépôt, fécondation, modélisation, mesures aéroportées

Résumé

Suite à des observations révélant la présence de pollen de maïs viable dans toute la couche limite atmosphérique (les 1-2 premiers km de l'atmosphère), ce projet s'intéresse à la problématique de la dispersion à (très) longue distance. Sur la base d'expérimentations en laboratoire, de mesures in situ, d'observations spatiales et de modélisation, il aborde l'ensemble des processus impliqués : localisation des sources, déterminisme de l'émission, viabilité dans l'atmosphère, transport à l'échelle régionale, dépôt et fécondation éventuelle. Les résultats obtenus permettent de caractériser la dispersion à longue distance, d'en comprendre les mécanismes et de quantifier ses conséquences en terme de dissémination génétique.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

1. Une caractérisation du transport et du dépôt de pollen de maïs à longue distance

Transport de pollen en altitude

Une série de mesures aériennes entreprises de 2002 à 2005 pendant la période de pollinisation du maïs visait à caractériser la présence éventuelle et la viabilité du pollen dans la couche limite atmosphérique (CLA, environ les 2 premiers km de l'atmosphère), au-dessus d'une vaste zone de mélange maïs-forêt (sud- Gironde, nord-Landes). A l'aide d'un dispositif original de piégeage de pollen, permettant de mesurer à la fois sa concentration dans l'air et sa viabilité, des résultats très clairs ont été obtenus : (1) en conditions convectives, fréquentes en juillet, on trouve du pollen dans toute la CLA, avec une concentration typique de 1 grain m⁻³ ; (2) les variations temporelles et verticales de concentration sont typiques d'une CLA, en présence d'une source surfacique active en milieu de journée ; (3) la viabilité décroît avec l'altitude et le temps écoulé depuis l'émission, tout en restant significative.

Viabilité du pollen dans l'atmosphère

Des mesures complémentaires réalisées en chambre climatisée en 2004, sur toute une gamme de températures et d'humidité, montrent que la durée de vie du pollen est étroitement liée au déficit de saturation de l'air, et donc à la vitesse de dessèchement du grain. Elles indiquent que les conditions thermohydriques rencontrées en altitude allongent sa durée de vie de plusieurs heures par rapport à ce qu'elle est au sol dans les conditions typiques de juillet.

Dépôt et fécondation à longue distance

Un dispositif d'une quinzaine de mini-parcelles pièges de maïs à grains blancs a été installé dans la région d'étude en 2005 et 2006. Chacun de ces essais se trouvait à plusieurs kilomètres de toute parcelle de maïs commercial, en terrain dégagé ou dans de petites clairières. Les résultats, confortés par électrophorèse, montrent l'existence systématique de fécondations à longue distance, avec un taux moyen allant de 0.05% à 0.25% (selon que les plants étaient ou non castrés).

Évaluation et gestion des impacts agri-environnementaux liés à la culture d'OGM

Flux de gènes intra- et interspécifiques

- 64 -

2. Vers une modélisation du transport de pollen à longue distance

Cartographie régionale des sources

Une cartographie des surfaces cultivées en maïs dans notre région d'étude a été réalisée à partir d'images SPOT acquises en 2003 à deux dates clés du cycle de croissance de cette culture (semis, le 30 mai, et LAI vert maximal, le 19 juillet). A une résolution de 20 m, ces images ont été traitées sous Système d'Information Géographique et combinées à des couches d'informations spatiales. La cartographie a servi à guider et interpréter les mesures aéroportées et va permettre d'alimenter la modélisation du transport à l'échelle régionale.

Emission du pollen de maïs : étude expérimentale et modélisation

Sur la base des données de concentration et de dépôt de pollen de maïs acquises à Grignon de 2004 à 2006 (avec chaque fois plusieurs dates de semis), une analyse de l'émission a été conduite en vue de sa modélisation, développée pour générer le terme source des modèles de transport pollinique. Deux types de modèles sont développés : biophysique et statistique (Marceau, 2006). La modélisation biophysique repose sur une estimation du potentiel d'émission durant la période de floraison (à partir du pic d'émission et de la dynamique journalière de floraison), puis de l'influence du climat (humidité relative, rayonnement global, pluie) sur ce potentiel (avec une paramétrisation climatique de l'écart entre émissions potentielle et réelle).

L'approche statistique repose sur les séries temporelles où l'émission est décomposée en tendance, période et résidus ; cette méthode permet d'identifier les journées durant lesquelles la concentration s'est écartée notablement de l'allure générale gaussienne.

Viabilité du pollen au voisinage de la source

Cinq expérimentations en plein champ ont été réalisées en 2005, avec une source constituée de 15 plants de maïs. A chacun des couples distance (0.5 m, 2 m, 4 m) - hauteur (0.1 m, 0.9 m, 2.1 m) ont été placés des capteurs de pollen (milieux de germination). La majorité des grains tombe à une distance inférieure à 2 m et leur viabilité diminue quand la distance à la source, ou la hauteur de capture, augmente. Le pollen viable, plus lourd, chute ainsi plus rapidement que le pollen non viable. Les mesures ont également montré qu'il fallait une vitesse minimale de 2 m s⁻¹ pour obtenir ce tri du pollen.

Vitesse de dépôt du pollen

Des travaux précédents avaient permis de développer une technique de mesure en chambre de la vitesse de sédimentation, puis de la relier à la teneur en eau du grain de pollen. Pendant ce projet, la technique a été validée par l'utilisation de billes de verre calibrées (Loubet et al., 2006).

Mise en place de la modélisation du transport à l'échelle régionale

Un programme de modélisation du transport de pollen à l'échelle régionale a été mis en place avec le code atmosphérique communautaire Méso-NH. Une première journée de validation a été choisie (10 juillet 2003) et fait l'objet d'un travail sur la dynamique et la thermique de l'atmosphère. Quatre nouveaux compartiments ont été introduits de manière à prendre en compte la dispersion de pollen (concentrations en pollen vivant et mort, teneurs en eau associées). La mise en place des fonctions d'émission, d'évolution de la teneur en eau des grains et des vitesses de dépôt se fera prochainement, au fur et à mesure de la finalisation des étapes précédentes.

Perspectives

Les perspectives du travail convergent vers l'utilisation de Méso-NH qui constituera le gros du travail dans l'année à venir. Deux phases de travail sont prévues : (1) une phase de validation du transport de pollen simulé par Méso-NH par rapport aux mesures aériennes effectuées sur la région landaise ; (2) une seconde phase consistant à évaluer numériquement les possibilités de parcours dans l'atmosphère du pollen et sa retombée à l'échelle de la région ; les simulations viseront en particulier à tester plusieurs types de conditions climatiques (plus ou moins convectives) et plusieurs types d'occupation du sol (champs de maïs de plus ou moins grande dimension, divers degrés de fragmentation ou de localisation des parcelles, etc).

Publications issues des travaux soutenus dans le cadre de l'ACI

Plusieurs articles sont en cours de rédaction sur les différentes composantes du projet. Ne sont mentionnées ici que quelques publications ou communications effectivement réalisées.

Brunet Y., 2006. On maize pollen transport in the atmospheric boundary layer. 27th Conference on Agricultural and Forest Meteorology, San Diego, CA, USA, 22-25 May 2006.

Brunet Y., 2006. Upscaling transfer processes from plant scale to regional scale: application to pollen dispersal. Workshop "Upscaling effects of genetically modified organisms to the landscape level", Brême, Allemagne, 30-31 January 2006.

Brunet Y., Foueillassar X., Audran A., Garrigou D., Dayau S., 2004. Evidence for long-range transport of viable maize pollen. 16th Conference on Biometeorology and Aerobiology, Vancouver, Canada, 23-27 August 2004. *Évaluation et gestion des impacts agri-environnementaux liés à la culture d'OGM Flux de gènes intra- et interspécifiques*

Foueillassar X., Audran A., Tardieu L., Loubet B., Brunet Y., 2005. Variation of viability and fecundation capacity of maize pollen with transport distance. Proceedings of GMCC-05, 2nd International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, Montpellier, 14-15 November 2005, 255-259.

Loubet B., Saint-Jean S., Jarosz N., Huber L., 2006. A method for measuring the settling velocity distribution of pollen. *Aerobiologia* (soumis).

Marceau A. 2006. Etude de l'émission du pollen de maïs. INRA, UMR Environnement et Grandes Cultures. Master professionnel de Bioinformatique et Biostatistique, Paris XI.