uninews
Numéro 12

Les odeurs au service des plantes

OLFACTOMÈTRE
Un outil qui a du flair

AUTO-DÉFENSE
Maïs, ravageurs & Co

PÉTUNIA
Un parfum qui ensorcelle

Mise au parfum

Des effluves végétales emplissent l'atmosphère estivale. Tantôt parfum, tantôt poison, elles attirent ou éloignent des insectes de tout poil. Régie par des mécanismes très complexes, la communication olfactive entre plantes et invertébrés passionne les chercheurs de l'Institut de biologie. Rencontre avec le professeur Ted Turlings, chef du Laboratoire d'écologie chimique et directeur du Pôle de recherche national (NCCR) «Survie des plantes».

Quelle est l'importance des odeurs dans le monde végétal?
Elle est primordiale car les odeurs contribuent à la survie des plantes. En diffusant des parfums, les fleurs attirent des insectes pollinisateurs qui assurent la reproduction et les échanges génétiques. Lorsqu'elles sont attaquées par des chenilles ou d'autres phytophages, les feuilles et les racines émettent également un signal olfactif qui attire les prédateurs de ces ravageurs. C'est un peu comme si les plantes lançaient un appel à l'aide!

Vous travaillez principalement sur les relations tritrophiques. De quoi s'agit-il?
Ce sont les trois niveaux de consommation dans la chaîne alimentaire. Les plantes constituent le premier niveau, les chenilles sont par exemple le deuxième et les guêpes qui parasitent les chenilles représentent le troisième. Notre travail consiste à aider le troisième niveau à trouver ses proies, en stimulant la plante à émettre des odeurs d'alerte.

Comment parvenez-vous à capturer et analyser des odeurs?
Notre laboratoire a inventé et mis au point un appareil de mesure baptisé «olfactomètre à six bras». Il nous permet de tester la réactivité des prédateurs aux odeurs émises par les plantes. Les molécules olfactives sont piégées dans une poudre absorbante, dont elles sont ensuite extraites pour analyse.

Vos recherches ont-elles des applications directes dans l'industrie?
Nous travaillons principalement sur le maïs. Aider cette céréale à mieux se défendre contre ses ravageurs est un défi qui intéresse bien sûr l'industrie agrochimique. Nous collaborons aussi depuis peu avec des entreprises spécialisées dans les arômes et les parfums. Il est en effet possible d'augmenter la production de substances parfumées grâce aux insectes phytophages.

Dans quel cadre plus général s'inscrivent vos travaux?
Ils s'inscrivent dans le cadre des recherches en écologie chimique, qui concernent bien sûr les interactions entre plantes et insectes, mais aussi les phéromones et les odeurs humaines. Autant de sujets qui sont au programme de la 25e rencontre annuelle de la Société internationale d'écologie chimique (ISCE). Ce colloque, qui aura lieu du 23 au 27 août 2009 à Neuchâtel, accueillera plus de 300 spécialistes du monde entier.

En savoir plus:
ted.turlings@unine.ch
www2.unine.ch/plantsurvival
www2.unine.ch/entomo

Ted Turlings

Une invention géniale : l'olfactomètre à six bras

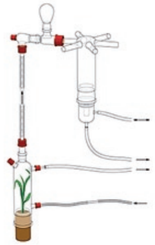
En 2001, Ted Turlings et ses collaborateurs ont inventé un appareil permettant de visualiser l'interaction plantes-insectes par les signaux olfactifs et d'analyser les odeurs émises par les plantes. L'olfactomètre à six bras est aujourd'hui construit aux Etats-Unis pour les laboratoires du monde entier. Eclairage.

Comment ça marche ?
Le principe est relativement simple ! L'appareil est composé de six bras au bout desquels sont disposées des plantes émettrices. Ces végétaux sont stimulés ou non par des ravageurs, modifiés génétiquement ou traités chimiquement de façon à produire davantage de substances olfactives. Les bras laissés vides servent de témoin. Un certain nombre de prédateurs est ensuite relâché dans le conduit central : les chercheurs observent la façon dont ceux-ci s'orientent vers les bras, en réaction aux quantités d'odeurs émises. Dans le même temps, les molécules odorantes sont piégées sur un substrat, qui pourra être analysé en laboratoire.
Deux types d'olfactomètre ont été mis au point pour la recherche sur le maïs, l'un pour tester les odeurs aériennes, l'autre pour les odeurs souterraines.

Capturer les odeurs
Les bras de l'olfactomètre sont chacun équipés d'un filtre capable d'emprisonner les odeurs émises par les plantes. Il s'agit d'une poudre très absorbante dont les substances olfactives sont ensuite extraites à l'aide de solvants. Les chercheurs séparent les différentes molécules avec un chromatographe en phase gazeuse, puis les identifient dans un spectromètre de masse, en les comparant à des substances de références.

Nouveau service
Dans le cadre du réseau « Swiss plant science web », et grâce à un financement fédéral, différentes plateformes d'analyses seront créées prochainement dans les universités suisses. Zurich assurera les analyses génétiques, Lausanne se chargera des analyses biomoléculaires, tandis qu'un tout nouveau service analytique chimique verra le jour fin 2009 à Neuchâtel.

L'olfactomètre souterrain
Grâce à cet outil, fabriqué avec l'aide d'une entreprise neuchâteloise, l'équipe de Ted Turlings a pu mettre en évidence en première mondiale que les racines du maïs sont capables tout comme les feuilles d'émettre des signaux d'alerte en présence d'insectes phytophages. Attaquées par les larves souterraines du coléoptère *Diabrotica*, les racines produisent en abondance du caryophyllène, une substance olfactive qui attire les nématodes, des vers minuscules qui parasitent et tuent les coléoptères nuisibles.



L'olfactomètre aérien
De facture assez complexe, cet appareil est conçu pour étudier le rôle des odeurs émises par les feuilles et les tiges dans les relations tritrophiques. Les résultats sont éloquents : les odeurs émises par le maïs en présence des chenilles ravageuses attirent de façon irrésistible les petites guêpes parasitoïdes libérées au cœur de l'appareil.

Aux USA, Ivan Hiltpold déverse des nématodes à proximité des plants de maïs infestés de *Diabrotica*, afin de tester la capacité des racines à attirer les prédateurs.

Du laboratoire aux champs de maïs

Au niveau mondial, la culture du maïs représente des enjeux économiques colossaux. Dans un tel contexte, la compréhension des mécanismes de défense naturelle des plantes est primordiale. L'Université de Neuchâtel participe de plain-pied à la lutte contre le coléoptère ravageur des racines *Diabrotica virgifera*. Historique et perspectives.

Diabrotica est la bête noire des agriculteurs américains. Chaque année, les dégâts occasionnés outre-Atlantique par ses larves voraces se chiffrent à un milliard de dollars. En 1992, l'insecte est signalé pour la première fois en Europe : il a profité du séjour des soldats américains dans les Balkans pour s'introduire en douce sur le Vieux Continent et s'y étendre allègrement. En 2000, une autre population du ravageur est découverte aux alentours de l'aéroport de Milan. Elle s'étend aujourd'hui jusqu'au Tessin. En 2007, l'animal a débarqué en Allemagne et en France, via l'aéroport de Bâle-Mulhouse cette fois. Pas de doute, la conquête de l'Europe est en marche.

Le maïs européen résiste mieux

Pour contrer *Diabrotica*, les laboratoires sont en effervescence. A Neuchâtel, l'équipe de Ted Turlings a découvert la capacité du maïs à se défendre naturellement : les racines blessées émettent une molécule odorante, le caryophyllène, qui attire des nématodes prédateurs du petit coléoptère. Autre découverte étonnante : les chercheurs ont constaté que les maïs européens émettent davantage de caryophyllène que les variétés américaines. Elles sont par conséquent plus résistantes aux attaques du ravageur.

Modifications génétiques

En 2006, le gène du caryophyllène du maïs est identifié par une équipe du *Max Planck Institute for Chemical Ecology* de Iéna, en Allemagne, avec laquelle collaborent étroitement nos chercheurs. Il est aussi identifié chez l'origan, une plante qui produit la molécule olfactive en grande quantité.
En concertation avec l'équipe allemande, les biologistes neuchâtelois décident alors d'introduire le gène de l'origan dans un maïs américain. Au laboratoire, les résultats ne se font pas attendre : le maïs génétiquement modifié attire davantage de nématodes. Testée en plein champ aux Etats-Unis et en Hongrie, la méthode s'avère tout aussi prometteuse. Et ne laisse pas indifférents le monde économique et l'industrie agrochimique. *Diabrotica* n'a plus qu'à bien se tenir…

En savoir plus :

ted.turlings@unine.ch

Degenhardt J., Hiltpold I. et al. (2009). *Restoring a maize root signal that attracts insect-killing nematodes boosts the control of a major pest*, PNAS, in press

Le parfum, message d'amour entre sphinx et pétunias

Couleurs pétantes, formes enjôleuses, nectar à gogo, odeurs suaves… Les plantes usent de bon nombre de charmes pour attirer les pollinisateurs. Mais quelles sont les odeurs qui rendent fous les papillons ? Le Laboratoire de physiologie sensorielle tente de décoder la relation vitale qui existe entre le pétunia et le sphinx du tabac.

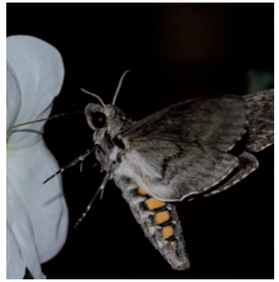
Sous les tropiques, les pétunias excellent dans l'art de la séduction. Les onze espèces sauvages ont mis au point des stratagèmes différents pour attirer un animal apte à véhiculer leur pollen de fleur en fleur. Certaines, sans odeur mais dotées de longs tubes floraux, ont jeté leur dévolu sur les colibris, d'autres, très parfumées, sur les chauves-souris ou les papillons. L'intérêt des pétunias pour l'étude de la pollinisation ne s'arrête pas là : la plante s'hybride facilement et sa génétique est bien connue. Tous les ingrédients étaient donc réunis pour séduire également nos chercheurs.

Entre génétique et comportement

Sous la direction du Dr Patrick Guerin, chef du Laboratoire de physiologie sensorielle, Alexandre Gurba a commencé une thèse consacrée au rôle que jouent les odeurs dans la reproduction des pétunias. Cette recherche fondamentale devrait à terme contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes de la pollinisation. « Je travaille sur une espèce à fleurs blanches, qui émet beaucoup d'odeur en début de soirée afin d'attirer le sphinx du tabac, un papillon nocturne. Mais je testerai aussi une série d'hybrides sélectionnés au préalable par une équipe de l'IPS, Institut of Plant Sciences, de l'Université de Berne » précise le chercheur. Tandis que les Bernois étudient le syndrome de la pollinisation sous l'angle de la génétique, notre physiologiste disséquera les odeurs émises par les plantes et leur incidence sur le comportement des papillons. Pour parvenir à ses fins, Alexandre Gurba n'aura nul besoin de s'envoler vers l'Amérique latine où vivent ses sujets d'étude. Entre cabine d'élevage, tunnels de vol, atmosphère contrôlé et antennogramme, les locaux de l'Université disposent de tout le matériel nécessaire à ses expériences. Un beau voyage en perspective.

En savoir plus :
alexandre.gurba@unine.ch
patrick.guerin@unine.ch
www2.unine.ch/labpar
www.botany.unibe.ch/index.php

Dans la nature, les corolles blanches et parfumées de *Petunia axillaris* attirent irrésistiblement certains papillons nocturnes. La longue trompe du sphinx du tabac est parfaitement adaptée pour puiser le nectar au fond du tube floral.



Comment étudier le comportement d'un papillon face à des odeurs qu'il est peut-être le seul à percevoir ?

La mission semble de prime abord impossible.

Et pourtant !
Les chercheurs disposent aujourd'hui de technologies sophistiquées pour les aider dans leur entreprise.

Enquête

ETAPE N°1. LA CABINE D'ÉLEVAGE

Manduca sexta, alias sphinx du tabac est aux physiologistes ce qu'est la drosophile aux généticiens : un rat de laboratoire. Alexandre Gurba élève actuellement des dizaines de chenilles dans une cabine d'élevage à la moiteur tropicale. Température et humidité y sont contrôlées de façon à satisfaire aux exigences du papillon exotique. Point de tabac toutefois pour nourrir les chenilles : elles reçoivent une pâtée énergétique aux germes de blé qui leur convient parfaitement. La preuve : au bout d'une quarantaine de jours, l'œuf de sphinx, devenu tour à tour chenille puis pupe, s'est transformé en un superbe papillon de nuit. Dès ce stade adulte, la durée de vie de l'insecte n'excède pas 15 jours, ce qui obligera le physiologiste à « puponner » jusqu'à la fin de ses travaux !

ETAPE N° 2. L'ANTENNOGRAMME

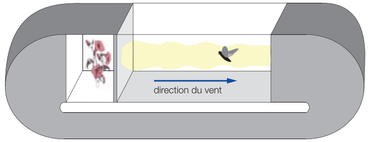
Afin de capturer le bouquet d'odeur diffusé par la plante, le pétunia est mis sous une cloche dans laquelle le chercheur fait passer un flux d'air. L'odeur émise est piégée sur un filtre absorbeur, dont elle sera extraite à l'aide de solvants.

Afin de comprendre l'effet de l'odeur sur le papillon, Alexandre Gurba doit observer la réaction de son système nerveux face aux différentes molécules olfactives. En pratique ? Le papillon bien vivant est installé sous une loupe, et l'une de ses antennes est équipée de deux électrodes. Le bouquet d'odeur extrait du pétunia est alors envoyé dans un chromatographe en phase gazeuse qui sépare les différentes molécules. La moitié d'entre elles passe ensuite dans un détecteur chimique qui les quantifie et l'autre moitié rejoint un détecteur biologique : l'antenne du papillon. Si le papillon est sensible à la molécule qui arrive, les électrodes enregistrent un signal électrique qui se traduit par une différence de potentiel. Si le papillon est insensible, il ne se passe rien. Le chercheur peut ainsi visualiser la réaction du papillon sous la forme d'un graphe appelé « antennogramme ». Il s'agira ensuite d'identifier les différentes molécules olfactives grâce au spectromètre de masse. Puis de savoir si elles ont un effet attractif ou répulsif sur le papillon. Rendez-vous pour cela dans le tunnel de vol.

ETAPE N°3. LE TUNNEL DE VOL

Des papillons sont nés. C'est le moment de les mettre à l'épreuve. Le tunnel de vol est également opérationnel : ce vaste terrarium sans terre ni eau est une véritable tour de contrôle aérien pour insectes volants. Flux d'air, température, humidité, intensité lumineuse : toutes les conditions sont réunies pour faire croire au papillon qu'il est sous les tropiques.

D'un côté du tunnel, le chercheur cache des pétunias ou un extrait d'odeurs. De l'autre, il place le papillon dans une petite cage. Un flux d'air savamment contrôlé diffuse ensuite les odeurs tandis que le papillon est lâché. Comment le papillon réagira-t-il aux différentes odeurs émises ? Fuite ? Ivresse ? Indifférence ? Pour ne pas perdre une miette des agissements de l'insecte, deux caméras filmeront en 3D sa trajectoire de vol, sa vitesse, ses écarts et hésitations. Mis au point en collaboration avec l'Institut d'informatique de l'Université, ce système d'enregistrement ultra-sophistiqué des paramètres de vol est une aubaine pour nos chercheurs. Il permettra à Alexandre Gurba de faire un lien direct et précis entre ses analyses neurophysiologiques et ses observations du comportement animal.



25e RENCONTRE ANNUELLE DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ÉCOLOGIE CHIMIQUE (ISCE)

du 23 au 27 août 2009

À L'AULA DES JEUNES-RIVES
ESPACE LOUIS-AGASSIZ, 2000 NEUCHÂTEL

Ce colloque est réservé aux spécialistes

AU PROGRAMME

SESSIONS ET DÉBATS SCIENTIFIQUES - EN ANGLAIS -
AUTOUR DES CINQ THÉMATIQUES SUIVANTES :

- les odeurs humaines
- les défenses des plantes : mécanismes, écologie et applications
- les phéromones : synthèse et perception
- la pollinisation
- les vecteurs de maladies

En savoir plus :
www2.unine.ch/isce2009
Tél.: +41 32 718 2502

UniNEws est un dossier de l'Université de Neuchâtel, Faubourg du Lac 5a, 2001 Neuchâtel,
Tél. : 032 718 10 40, service.communication@unine.ch, www.unine.ch
Impressum : Service de presse et communication de l'Université de Neuchâtel. Rédaction : Aino Adriaens
Crédits photo: page 2: laboratoire FARCE; page 3: Ana Feric; page 5: Ivan Hiltpold; page 6: Claire Arnold; page 8: Alexandre Dell'Olivo; page 9-10-11: Anita Schlaefli
Illustrations : page 5: www.thomas-degen.ch; page 11: Alexandre Gurba
Layout : Leitmotiv Creative Ground, Impression sur papier recyclé : IJC