

# Agriculture et apiculture

■ Agnès FAYET

## à l'heure des nanomatériaux

Les progrès technologiques sont enthousiasmants. C'est d'autant plus vrai lorsqu'ils risquent de faire passer les excès de l'agriculture chimique en arrière plan. Peut-on faire confiance aux nanomatériaux pour entamer une révolution « verte » de l'agronomie ? Peut-on laisser les nanocides remplacer les néonicotinoïdes et les produits de traitement traditionnels ? N'y a-t-il pas de revers à la médaille ?

### Vers une nano alimentation ?

D'une manière générale, les nanotechnologies constituent un enjeu économique planétaire. Le budget qui leur est alloué en recherche et développement est évalué à 3,5 milliards d'euros avec une prévision de croissance de 40 % chaque année. Pour donner une petite idée de l'ampleur de l'expansion économique de ce marché, il a été multiplié par dix entre 1997 et 2003<sup>1</sup>. Les nanomatériaux sont présents **sans étiquetage** dans bon nombre de produits de consommation courante : cosmétiques, vêtements, produits d'entretien, compléments alimentaires, produits de soin comme les dentifrices ou les crèmes solaires, matériaux de construction, peintures et ciments en tête. Peu à peu, insidieusement, nous nous habituons à les utiliser. Mais mange-t-on déjà nano<sup>2</sup> ? On s'en approche à grands pas. Les nanotechnologies sont utilisées dans le cadre de la sécurité et des emballages alimentaires<sup>3</sup>. On parle d'emballages alimentaires « intelligents »<sup>4</sup>. Ils sont directement en contact avec la nourriture et peuvent être dotés de protections anti-UV ou antimicrobiennes. Ils peuvent détecter des contaminants. Certains plastiques peuvent garantir une très haute protection (solidité, rigidité, transparence

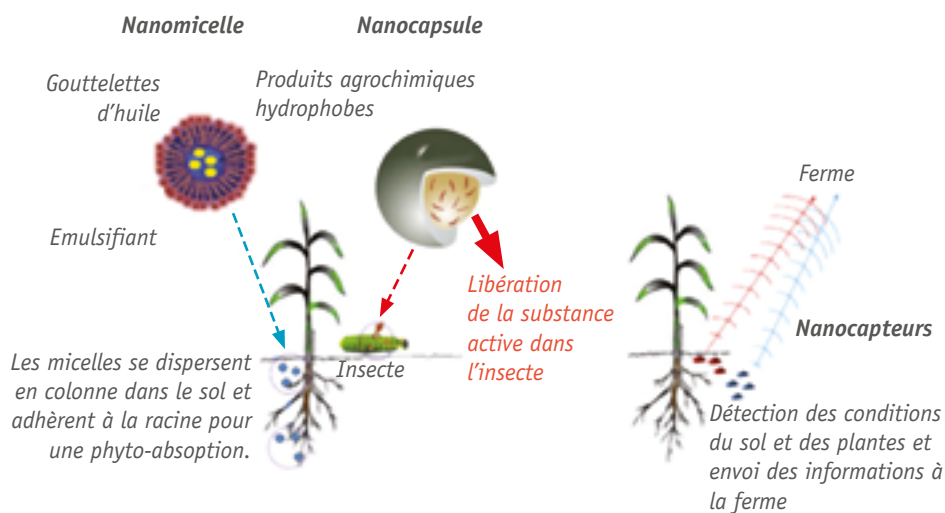
renforcées). On évoque déjà la nano encapsulation de goûts et d'arômes ou les nanoémulsions pour certains adjuvants culinaires. Les nanoparticules sont parfois des additifs alimentaires : des agents antiagglomérants, gélifiant ou viscosifiant par exemple. Citons le E171 (nanoparticules de dioxyde de titane) et le E550/551<sup>5</sup> (nanosilices)<sup>6</sup>. Si l'on ajoute le fait que les nanoparticules sont utilisées dans le cadre du traitement de l'eau, on comprend rapidement que les tabous sont levés avant même d'être évoqués. Pourtant, la question de la contamination alimentaire se pose déjà.

### Agriculture et nanotechnologies

La prochaine étape est celle de la production agricole utilisant nanotechnologies et nanocides. Aujourd'hui à l'échelle mondiale, on estime à 3000 le nombre de brevets déposés liés aux nanotechnologies qui ont un potentiel usage agrochimique. Ce sont des brevets à large portée qui garantissent une grande liberté d'application dans le futur. Pour autant, selon un rapport européen, il n'existe « pas de données significatives relatives à l'impact et au développement de ces produits en agrochimie<sup>7</sup>. » Face

à la prise de conscience des limites de l'agriculture conventionnelle, face aux écosystèmes fortement dégradés, face aux inquiétudes citoyennes, on entend déjà parler de solutions alternatives, plus « vertes », pour assurer la production alimentaire tout en abandonnant des techniques agricoles trop controversées. On parle de nouveaux pesticides, de génie génétique ciblé, de capteurs de surveillance en champs (indicateurs de l'état du sol, des agressions des plantes), solutions portées par les nanotechnologies. Pour certains chercheurs<sup>8</sup>, l'intervention des nanotechnologies en agriculture a de belles perspectives pour améliorer l'utilisation des nutriments, les rendements, la lutte contre les ravageurs des cultures et la surveillance précise des besoins des sols et des plantes (eau, produits de traitement, engrais, etc.).

Dans cette agriculture de haute précision, l'agriculteur dispose d'une batterie d'outils technologiques de dernière génération pour « communiquer » avec les surfaces cultivées. Des nanosondes détectent les conditions liées au sol et aux plantes et envoient les résultats à l'ordinateur utilisé par l'agriculteur pour contrôler les surfaces cultivées à distance. Des nanocapsules déchargent leurs substances actives à l'intérieur de l'organisme de l'insecte ciblé. Des agrégats de molécules nanométriques chargés de produits de traitement sont dispersés dans le sol, adhèrent aux racines et sont absorbés par les plantes. Ces technologies sont censées permettre un ciblage plus efficace des ravageurs, utiliser de petites quantités de pesticides selon les besoins et minimiser la fréquence des pulvérisations, utiliser plus

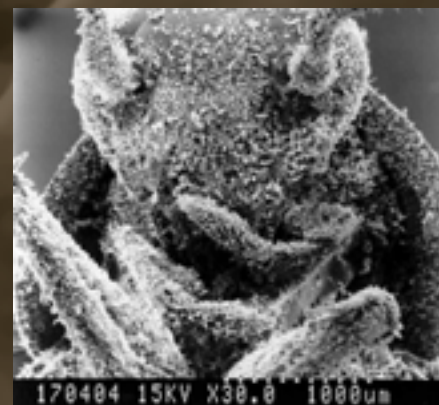


Utilisations agrochimiques de nanotechnologies pour la protection des plantes et le contrôle des insectes ravageurs. Source : Nanoengineering: Global Approaches to Health and Safety Issues. Patricia I. Dolez, Elsevier, 2015.

efficacement eau et fertilisants et cibler les parties des plantes sans contact avec les pollinisateurs. Cela semble un progrès environnemental. On n'a pourtant encore aucune idée des risques réellement encourus par les écosystèmes, en particulier les nappes phréatiques. Les nanoparticules de métal n'ont-elles pas des conséquences sur la santé humaine en se retrouvant dans la chaîne alimentaire ? Le but est surtout de réduire les coûts économiques et écologiques de la lutte antiparasitaire telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui dans l'agriculture conventionnelle tout en augmentant les rendements de production. En réalité, c'est encore le trou noir.

## Nanotechnologie et apiculture

Le monde apicole de demain n'échappera sans doute pas non plus aux nanotechnologies. Des nanomatériaux à base d'atomes d'argent, utilisés largement comme biocides dans l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire, sont proposés par certains fournisseurs de produits apicoles. Une entreprise turque (Nanokar) offre déjà toute une série de produits utilisant cette technologie, du couvre-cadre isolant au combustible pour enfumoir en passant par un produit de traitement du bois et un candi anti-varroas pour nourrir les abeilles. La firme américaine Industrial Nanotech Inc propose un nanorevêtement pour ruches à la fois isolant, respirant, antifongique et régulateur de température (Nansulate® Bee Protect). Les apiculteurs, comme les agriculteurs, utiliseront peut-être eux aussi des nanomatériaux dans leurs ruches, sans forcément se poser beaucoup de questions au regard de l'impact du service rendu. La réalité est que l'on ignore les conséquences sanitaires de l'utilisation de produits à l'échelle du nanomètre. On ne connaît les implications ni pour la santé humaine, ni pour la santé animale, ni pour la santé du milieu. Cependant, c'est dans cette direction que se tourne la recherche appliquée. La start up britannique Exosect<sup>9</sup> a mis au point une nanopoudre électrostatique appelée Entostat qui peut être chargée de substances actives et adhérer à de nombreux types de surfaces. Entomag est une autre déclinaison du produit, plus particulièrement adaptée à la lutte contre les insectes ravageurs. C'est une micro poudre ferreuse avec un enrobage lipi-



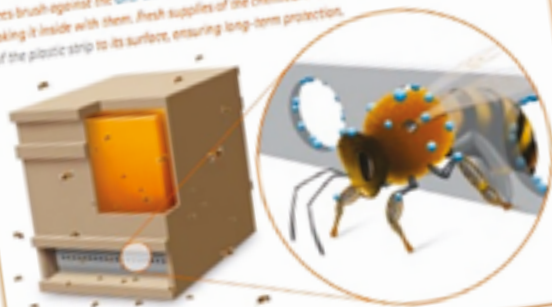
Micrographie d'une blatte germanique dont la cuticule est recouverte du produit électrostatique Entomag. Source : Exosect.





### The varroa gate protects honey bees

Bees brush against the anti-varroa chemical on the entrance hole when they return to the hive, taking it inside with them. Fresh supplies of the chemical are immediately released from the core of the plastic strip to its surface, ensuring long-term protection.



Principe de fonctionnement de la Bee Gate. Source : Bayer Crop Science

dique qui peut être aimantée pour fixer les substances actives sur les insectes. Les insectes entrent en contact avec la nanopoudre qui reste collée à leur cuticule et est transférée d'un insecte à un autre. Les insectes ingèrent le produit au moment du toilettage.

En 2010, Bayer Crop Science a racheté la technologie d'Exosect pour l'utiliser dans le cadre de la lutte contre varroa. C'est à partir de là qu'est né la « Bee gate »<sup>10</sup> qui se présente sous la forme d'une grille d'entrée de ruche. Chaque fois qu'une abeille franchit la porte, elle se couvre d'une nanopoudre chargée de thymol et répand cette poudre dans la ruche. Le principe est le même que le collier anti-parasitaire que portent les chiens ou les chats. C'est un traitement qui est conçu pour protéger les abeilles contre la réinfestation. La commercialisation du produit est prévue pour 2017. Qu'en est-il de la question de l'efficacité du thymol ? N'y a-t-il aucun risque de transfert du produit dans le miel ? N'oublions pas qu'il s'agit d'un produit de traitement à l'échelle nanométrique extrêmement difficile à détecter. Ces questions essentielles ne doivent pas être laissées de côté sous prétexte de nouveau produit miracle contre varroa.

Même si un REACH Nano<sup>11</sup> (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals (en français : système d'enregistrement, d'évaluation et d'autorisation des substances chimiques) est désormais en place au niveau européen, il révèle surtout qu'une méthode analytique est nécessaire pour vérifier les concentrations des nanomatériaux, le comportement des agrégats et agglomérats et la stabilité des nanomatériaux dans le sol, les sédiments et l'eau. Signalons que l'obligation de déclarer la présence de nanoparticules dans un produit est récente. En France<sup>12</sup>, ce n'est que depuis

2013 qu'il existe une obligation de déclaration des substances nanoparticulaires produites, distribuées et importées auprès de l'ANSES. La déclaration a lieu l'année N+1 pour les substances importées, utilisées et mises sur le marché l'année N. Le pourcentage de nanosubstances dans la catégorie « agriculture, sylviculture et pêche » a sensiblement augmenté. Elle était de 1,2% en 2013 et est passée à 64% en 2014. En Belgique<sup>13</sup>, c'est encore plus récent. Le déclaration obligatoire auprès du SPF Santé publique (Sécurité de la chaîne alimentaire et environnement) est obligatoire à partir du 1/1/2016 pour les substances manufacturées à l'état nanoparticulaire (ex. dioxyde de titane, dioxyde de zinc) et le sera à partir du 1/1/2017 pour les substances en contenant (ex. crèmes solaires, peintures...). Les données sont partiellement accessibles au public<sup>14</sup> et de nombreux produits sont exclus du dispositif de surveillance : les nanocides, les médicaments, la nourriture et les matériaux en contact avec les denrées alimentaires (humains et animaux), les auxiliaires technologiques et produits utilisés pour la transformation des ingrédients d'origine agricole.

Le chemin est encore long vers la transparence et la compréhension de ce qui ne concerne pas qu'un seul secteur mais toute une série d'activités économiques. Gardons-nous d'accepter les yeux fermés des produits sans doute révolutionnaires et pratiques, peut-être efficaces, sans considérer les risques encourus. La tentation est grande de régler bon nombre de problèmes apicoles via les nanotechnologies. Les nanocides sont-ils réellement moins toxiques pour l'environnement ? Les produits de traitements et les accessoires proposés aux apiculteurs n'ont-ils aucune conséquence sur les abeilles ? Gare aux effets irrémédiables !

#### Références :

- 1 Sources : <http://sciencescitoyennes.org/>
- 2 Rapport Friends of the Earth, « Tiny Ingredients, Big Risks: Nanomaterials rapidly entering food and farming » [http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/25/c/4723/2014\\_Tiny\\_Ingredients\\_Big\\_Risks\\_Web.pdf](http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/25/c/4723/2014_Tiny_Ingredients_Big_Risks_Web.pdf)
- 3 Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of colloid and interface science*, 363(1), 1-24.
- 4 Bumbudsanpharoke, N., & Ko, S. (2015). Nano-Food Packaging: An Overview of Market, Migration Research, and Safety Regulations. *Journal of food science*, 80(5), R910-R923.s
- 5 Dekkers, S., Krystek, P., Peters, R. J., Lankveld, D. P., Bokkers, B. G., van Hoeven-Arentzen, P. H., ... & Oomen, A. G. (2011). Presence and risks of nanosilica in food products. *Nanotoxicology*, 5(3), 393-405.
- 6 <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=Quelles-NanoAlimentation>
- 7 JRC scientific and policy reports (2014). Proceedings of a workshop on Nanotechnology for the agricultural sector: from research to the field. European Commission Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. ISBN 978-92-79-37917-8 (PDF; 2 MB). <http://dx.doi.org/10.2791/80497> [https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/ipts\\_jrc\\_89736\\_\(online\)\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/ipts_jrc_89736_(online)_final.pdf)
- 8 Mukhopadhyay, S. S. (2014). Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Journal of Nanotechnology, Science and Applications*, 7, 63-71.
- 9 <https://www.exosect.com/>
- 10 <http://www.research.bayer.com/en/24-varroa-mite.pdfx>
- 11 <http://www.lifereachnano.eu/>
- 12 <http://veillenanos.fr>
- 13 [http://www.health.belgium.be/eportal/Environment/Chemicalsubstances/Nanomaterials/Register/index.htm?fodnlang=fr#.VuA9\\_IzhDjA](http://www.health.belgium.be/eportal/Environment/Chemicalsubstances/Nanomaterials/Register/index.htm?fodnlang=fr#.VuA9_IzhDjA)
- 14 <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=DeclarationObligatoireNanoBelgique>

#### MOTS CLÉS :

nanocides, pesticides, agriculture, varroa, environnement

#### RÉSUMÉ :

L'agriculture et l'apiculture semblent voués à l'utilisation des nanomatériaux. Quelles forment prennent ces solutions technologiques présentées comme des alternatives « vertes » aux méthodes conventionnelles ?