

Nanocides : le grand silence

Agnès FAYET

Aujourd'hui, les apiculteurs comme toute la société civile sont confrontés à deux types de dangers pour l'environnement et la santé humaine : les polluants et les polluants émergents que le laboratoire d'observation européen NORMAN définit de la manière suivante : « une substance qui n'est actuellement pas comprise dans les programmes de surveillance de routine de l'environnement et qui peut être candidate à la future législation en raison de ses effets indésirables et/ou persistants [1]. » Ce qui ressort de cette définition, c'est que les polluants émergents sont déjà utilisés tout en échappant à tout contrôle du fait de la rapidité de développement des marchés et de la lenteur de mise en place des réglementations juridiques. Dans la liste des polluants émergents se trouvent les effluents pharmaceutiques ou vétérinaires (hormones, antibiotiques, etc.), les effluents issus des cosmétiques (phtalates, etc.), les retardateurs de flammes, les additifs et agents industriels, les nanoparticules et les nouveaux pesticides. Les deux derniers sont parfois conjugués en un seul : les nanocides. L'impact de tous ces polluants émergents reste mal identifié.

Si l'on s'en tient à la protection des plantes, les apiculteurs focalisent aujourd'hui leur attention sur les dangers et les suspicions qui alimentent les débats publics à propos de l'enrobage des graines avec des substances pesticides ou des graines incluant des substances pesticides (OGM). Il faudrait déjà ajouter à cette surveillance les polluants émergents utilisés en protection des plantes pour ne pas prendre de retard sur l'industrie phytosanitaire qui est déjà dans les starting blocks à cet égard. La philosophie générale de l'industrie agrochimique est d'aller vers une économie de moyens : utiliser le moins de matières actives chimiques possible pour traiter les champs mais utiliser des matières actives High Tech dont on ne connaît pas tous les risques. Parmi les avancées technologiques envisagées [2] se trouve l'intégration des nanotechnologies dans le domaine des pesticides ou dans le domaine des biocapteurs dispersés dans les champs pour la biosurveillance.

Nanoparticules : prudence !

Selon un rapport publié par l'Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) en 2006, la petite taille des nanomatériaux leur permet de passer la membrane cellulaire (remise en question de l'intégrité et de l'activité de la cellule) et la membrane hémato-encéphalique qui protège le cerveau [3]. Cette information, qui concerne tous les nanoproduits manufacturés, est valable a fortiori pour les nanocides. Dans un document publié en 2010 [4], l'*Office of Pesticide Programs* américain confirme et souligne la haute durabilité et la réactivité de certains nanomatériaux ainsi que le manque de données pour évaluer l'exposition environnementale aux nanomatériaux manufacturés. Aucune certitude n'existe concernant la persistance des nanocides dans l'environnement et leur accumulation dans la chaîne alimentaire et les organes. Le même document de l'*Office of Pesticide Programs* révèle que certains produits sont mis sur le marché sans avoir auparavant

été déclarés contenir des nanomatériaux (matière active ou inerte). Une nouvelle politique fédérale de gestion des risques de mise sur le marché des pesticides incluant les nanocides existe depuis 2011 seulement aux Etats-Unis. En Grande-Bretagne, un rapport de la *Royal Academy of Engineering* [5] souligne le potentiel des nanotechnologies tout en pointant les dangers pour la santé et l'environnement ainsi que les problèmes éthiques soulevés par leur développement. Malgré les sonnettes d'alarme tirées çà et là dans le monde occidental, l'Afsset évalue à deux mille le nombre de produits manufacturés d'usage courant qui sont déjà commercialisés sans étiquetage particulier : cosmétiques, vêtements, produits d'entretien, compléments alimentaires, produits de soin (dentifrices, crèmes solaires), matériaux de construction (peinture, ciment)... Cent-six nanonouriments sont déjà commercialisés selon Les Amis de la Terre [6], et en 2015 c'est 40 % des aliments industriels qui seront concernés selon Helmut Kaiser [7], spécialiste du marché de la technologie.

Nanotechnologie et agriculture

Pourquoi utiliser les nanotechnologies en agriculture ? Si l'on en croit le discours officiel de la phyto-industrie, il s'agit de réduire les coûts (économiques et écologiques) de la lutte antiparasitaire. Cela permettrait un ciblage plus efficace des ravageurs, l'utilisation à bon escient de petites quantités de pesticides, et cela minimiserait la fréquence des applications. En bref, ce serait un merveilleux progrès technologique doublé d'un avantage pour l'environnement et la santé. Un tel discours paraît cependant en contradiction avec les méfiances exprimées par les organismes officiels que nous venons d'évoquer. Comment utiliserait-on les nanotechnologies en agriculture ? Les industriels ont mis au point la technique de **nano-encapsulation** (ou micro-encapsulation) de produits chimiques à pulvériser sur les champs. Pour résumer très grossièrement, les molécules sont captu-

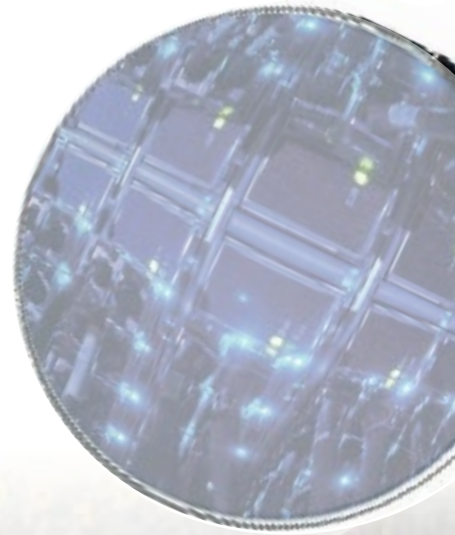


rées dans une matrice et associées à une liaison chimique (polymérisation). Cette technique permet la protection, la rétention et la libération contrôlée du produit à un niveau moléculaire. Plus de cinq cents brevets liés aux nanotechnologies ont été déposés dans le domaine de l'agro-industrie [8]. Tous ne sont pas labellisés. Plus de 50 % de ces brevets sont détenus par la Chine, la Corée du Sud, la Russie et le Japon. BASF a déposé des brevets concernant des nanopréparations permettant au produit (herbicide, insecticide ou fongicide) de se dissoudre plus facilement dans l'eau (simplicité de l'application), d'être plus stable et efficace [9]. Bayer CropScience a déposé un brevet concernant des produits agrochimiques sous forme d'émulsion dont l'ingrédient actif se compose de nanogouttelettes de 10 à 400 nm [10]. Syngenta a mis sur le marché toute une gamme de produits pesticides sous forme d'émulsions contenant des gouttelettes à l'échelle nanométrique (des micro-émulsions concentrées, selon la présentation « officielle ») [11] : le ralentisseur de croissance du gazon Primo MAXX® (Australie, Canada, France, Italie,

Japon, Malaisie, Corée du Sud, UK, Emirats arabes et US), le fongicide Banner MAXX® (Canada, Japon et US), le fongicide systémique pour les plantes d'ornement Subdue MAXX® (US), le fongicide Apron MAXX® (US), l'insecticide/fongicide en traitement de semences Cruiser MAXX® (US).

Les industriels parlent également de **nanocapteurs** à disperser dans les champs pour détecter les conditions environnementales (humidité, pression, température) ou pour détecter les agents pathogènes et libérer les produits de traitement seulement si nécessaire. Les nanocapteurs présentent l'intérêt d'être ultra-sensibles, d'avoir des seuils de détection faibles, une bonne sélectivité et des temps de réponse rapides même sur des particules de petite taille. Il est très facile de trouver un argumentaire favorable au développement de ces progrès technologiques à destination des décideurs politiques. L'argument principal des industriels est que les nanotechnologies appliquées à l'agriculture permettent de cibler les parties des plantes qui ne sont pas en contact avec les pollinisateurs. Elles permettraient en outre une utilisation plus

efficace de l'eau, des pesticides et des fertilisants. En d'autres termes, les nanocides sont présentés comme des pesticides verts pour une agriculture « amie de l'environnement ». Selon le rapport « Nanotechnology in Agriculture and Food » publié en mai 2006 [12], les entreprises prévoient



1 nanomètre = 1 milliardième de mètre = $1/1\ 000\ 000\ 000 = 10^{-9}$ m

nanosciences = sciences qui étudient les propriétés des objets de taille inférieure à quelques centaines de nanomètres (nm)

nanotechnologies = techniques de conception et de fabrication de ces objets et applications qui en résultent

nanocides = pesticides contenant un matériau nanométrique (ingrédient actif ou inerte)



de développer l'usage des nanotechnologies dans le secteur d'ici 2016, c'est-à-dire demain.

Qu'en est-il réellement de la toxicité des nanocides pour l'écosystème ? Y a-t-il de potentiels résidus transférés dans les denrées alimentaires ? Quelle est la phytotoxicité des nanomatériaux ? Face à ces questions, c'est le grand silence [13]. Si l'on compare les dangers que font courir les nouvelles technologies à l'environnement, nous sommes ici confrontés à une situation qui donne le vertige. Comme le dit Rose Frayssinet des Amis de la Terre, « les OGM, c'est un secteur, alors que les nanotechnologies concernent tous les secteurs. Les risques sont d'autant plus difficiles à analyser. On ne peut pas avoir une vision globale des implications [14] ».

Un encadrement politique juridique et sanitaire ?

En France, les rapports sanitaires [15] ne sont pas complètement favorables aux nanomatériaux. Ils pointent généralement l'absence d'études relatives à leur innocuité et la nécessité d'appliquer le principe de précaution malgré l'enthousiasme soulevé par le potentiel de ces nouvelles technologies. Le rapport de l'Afssa/Anses-2009 souligne en particulier l'« impossibilité d'évaluer l'exposition du consommateur et les risques sanitaires liés à l'ingestion de nanoparticules ». Des études scientifiques alertent sur de possibles altérations de l'ADN [16]. En résumé, il s'avère que les instruments réglementaires sont inadaptés et les Ministères et Agences sanitaires dépassés par une technologie qui les prend de vitesse et qui n'a rien à voir avec l'analyse des risques de produits « classiques ». Les autorisations de mise sur le marché reposent sur la composition chimique des produits, mais un élément non toxique peut le devenir à l'échelon nanométrique ! Les études de risques s'avèrent très oné-

reuses, techniquement inadaptées et très longues, sans oublier le fait qu'elles sont nécessaires à toutes les échelles nanométriques en raison des variations subtiles de toxicité dans l'infiniment petit. Au niveau européen, face à l'inadaptation du règlement REACH, un projet REACH-Nano a vu le jour en 2009, pris en charge par l'Institut pour la santé et la protection des consommateurs (IHCP). Il n'en est toutefois qu'à ses balbutiements. Sur la page du site [17] concernant les nanotechnologies et la chaîne alimentaire, l'Institut admet la nécessité de détecter les « nanofood » et d'en évaluer la dangerosité avec l'aide de l'EFSA. Sont cités « les nouveaux aliments », les additifs alimentaires, les matériaux au contact des aliments, l'alimentation animale et les pesticides. Pour l'instant, le consommateur ne trouve *grosso modo* que des listes et des définitions.

Malgré ces failles gigantesques dans l'analyse des risques et dans l'information des consommateurs, les nanosciences et les technosciences sont encouragées et financées à tous les niveaux [18]. La vigilance s'impose pour ne pas remplacer les insecticides systémiques par des tueurs plus silencieux encore. Ce serait littéralement tomber de Charybde en Scylla.

MOTS CLÉS :

pesticides, agriculture

RÉSUMÉ :

présentation générale de pesticides dernière génération dont on ne connaît pas encore l'impact

Références

- 1 : Network of reference laboratories for monitoring of emerging environmental pollutants : <http://www.norman-network.com>
- 2 : « Rediscovering productivity in European agriculture. Theoretical background, trends, global perspectives, and policy options ». Dieter Kirschke and Astrid Hager (Humboldt University of Berlin) et Steffen Noleppa (Agripol - network for policy advice GbR) http://www.europabio.org/sites/default/files/position/pp_080711_rediscovering_productivity_in_european_agriculture.pdf
- 3 : Afsset, « Les nanomatériaux : effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement », juillet 2006, p.137 http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/966600714455465884234416410726/18_nanomateriaux_rapport_afsset.pdf

4 : Office of Pesticide Programs (USA) <http://www.epa.gov/pesticides/regulating/nanotechnology.html>
« Nanotechnology and Pesticides ». Pesticide Program Dialogue Committee April 29, 2010, William Jordan Senior Policy Adviser Office of Pesticide Programs <http://www.epa.gov/pesticides/ppdc/2010/april2010/session1-nanotec.pdf>

5 : « Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties », July 29, 2004, Royal Academy of Engineering <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

6 : « Out of the laboratory and on to our plates: Nanotechnology in food and agriculture ». March 2008, Friends of the Earth Europe http://www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/Documents/Nano_food_report.pdf

7 : <http://www.hkc22.com/Nanofoodconference.html>

8 : « ObservatoryNANO (2010) Nanotechnologies for nutrient and biocide delivery in agricultural production ». Working Paper Version, April 2010 <http://www.observatorynano.eu/project/>
Quelques exemples de brevets :

Fabrication de microbilles de pesticides et utilisation de ces microbilles dans la protection des cultures : EP 1590078 A1

Micro-encapsulation du glyphosate (herbicide) : EP 0 148 169

Micro-encapsulation du méthomyl (insecticide) : GB 2 027346, EP 4758, US 4 235 872, US 4 282 209, US 4 722 838

9 : Agrochemical Nanoparticulate Active Ingredient Formulations - US 20080220970 A1 / Nanoparticles comprising a crop protection agent - EP 1465485 B1 <http://www.nanotech-now.com/Nanotechnology-at-BASF.htm>

10 : *Seed treatment compositions and methods* - US 2013/0005570 A1

11 : Source : <http://www.biobased.us/tech7.html>

12 : Tiju Joseph and Mark Morrison, Institute of Nanotechnology, « Nanotechnology in Agriculture and Food ». May 2006

13 : <http://phys.org/news/2012-06-nano-pesticides-solution-threat-cleaner-greener.html>

14 : Rose Frayssinet citée par l'Agence d'informations sur les luttes environnementales et sociales - Basta ! <http://www.bastamag.net/article838.html>

15 : Rapport Afsset 2008 http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/511821750834000786123519684814/dp_afsset_nanomatériaux.pdf

Rapport Afssa-Anses 2008 (nanoparticules manufacturées dans les eaux) <http://www.anses.fr/Documents/EAUX-Ra-Nanoparticules.pdf>

Rapport Afssa-Anses 2009 (nanoparticules dans l'alimentation humaine et animale) <http://www.anses.fr/Documents/RCCP-Ra-NanoAlimentation.pdf>

16 : « Nanoparticles can cause DNA damage across a cellular barrier. » Gevdeep Bhabra et al., Nature Nanotechnology (2009)
« Certaines nanoparticules peuvent traverser et/ou altérer les membranes plasmiques, nucléaires et mitochondriales, induire une peroxydation lipidique et la génération d'espèces réactives de l'oxygène elle-même à l'origine d'un stress oxydatif pouvant altérer des protéines et l'ADN. » Hong 20065, Xia 200658, Beck-Speier 200559, Lewinski et al. 200860, Stone 200761, Hussain et al. 200562

17 : http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/nanotechnology/Nano_Food

18 : http://ec.europa.eu/nanotechnology/index_en.html
<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid25281/nano-innov-un-plan-en-faveur-des-nanotechnologies.html>