



HAL
open science

Du devenir de nos paysans dans une campagne contaminée par la technologie

Michel Devy

► **To cite this version:**

Michel Devy. Du devenir de nos paysans dans une campagne contaminée par la technologie. Dimension Technosciences @venir, Rivière Blanche, 2018, 978-1612277936. hal-02056072

HAL Id: hal-02056072

<https://laas.hal.science/hal-02056072>

Submitted on 18 Mar 2019

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.

Du devenir de nos paysans dans une campagne contaminée par la technologie

Michel Devy

CNRS, LAAS, 7 avenue du colonel Roche, F-31400 Toulouse, France
Université de Toulouse, LAAS, F-31400 Toulouse, France

Introduction

Il est admis que l'agriculture connaît depuis plusieurs décennies, de profondes mutations. Il est tentant d'extrapoler, d'imaginer ce que seront nos campagnes dans quelques décennies : c'est ce que fait Sylvie Denis dans sa nouvelle "Contaminations". Cette fiction donne une vision de notre société et plus particulièrement, du monde agricole en ce 21^{ème} siècle : diffusion massive des organismes génétiquement modifiés (OGM), mise sous tutelle des exploitants agricoles par les semenciers, impact désastreux du réchauffement climatique, zones agricoles désaffectées, surveillance des potentiels opposants à ces évolutions, etc.

Plusieurs objets et outils de haute technologie sont évoqués, objets issus des travaux de recherche menés aujourd'hui. Cette vision qu'on peut trouver très pessimiste, est-elle réaliste ? Les technologies qui illustrent cette fiction, vont-elles voir le jour ?

Il est incontestable que de nombreux facteurs bousculent de nos jours l'agriculture, ce monde « paysan » dont on disait naguère, qu'il était immuable. Bien sûr, il faut d'abord citer en cette décennie 2010-2020, des évolutions de grande ampleur du fait du déploiement des technologies du numérique: on parle d'Agriculture 4.0 [1], avec l'arrivée des drones, des robots, du *Big Data*, des capteurs connectés (IoT pour *Internet of Things*), de l'intelligence artificielle (IA) avec les outils d'aide à la décision, de l'IA aussi exploitée massivement dans les technologies « omiques » (génomique, séquençage de l'ADN, comparaison des génomes entre variétés ou espèces différentes, etc) qui créent les OGM.

Ces nouvelles technologies sont mentionnées par petites touches, mais ce qui interpelle le lecteur dans cette nouvelle, c'est l'évolution de la société décrite sur trois périodes entre 2050 et 2070 : presque un siècle après 1984, Orwell n'est pas si loin, tant le stress monte et l'oppression s'installe progressivement ! L'auteur illustre comment les technologies pourraient asservir les « paysans » sous prétexte de pallier des conditions environnementales de plus en plus erratiques.

Sylvie Denis s'inspire d'évolutions sociologiques qui sont déjà présentes aujourd'hui. Les attentes sociétales changent : demande croissante de produits biologiques pour s'opposer à la malbouffe, prise de conscience des effets de l'agriculture productiviste sur la biodiversité, etc. Face à ces attentes, le monde agricole se fracture : l'opposition se cristallise aujourd'hui, entre les producteurs bio respectueux de la nature, et les exploitants conventionnels qui dépendent de fournisseurs de produits phytosanitaires (herbicides, pesticides, etc.), ou de fournisseurs de semences là où la culture d'OGM s'est généralisée.

L'auteur part donc de notre réalité : la domination d'entreprises, désignées par les « transnats », qui jouent sans limite avec la génétique, tandis que s'étiolent les résistances des « villages autonomes », qui évoquent des projets alternatifs comme ceux du Larzac ou de Notre-Dame des Landes...

Mais pas de vaillant village gaulois avec d'irréductibles paysans dans ce monde là !

En tant que chercheurs du LAAS-CNRS, spécialistes sur les Technologies de l'Information et de la Communication (ci après TIC), nous sommes impliqués dans la conception et le développement de systèmes en automatique, robotique, IA, perception... Nous contribuons à l'émergence d'innovations qui devraient favoriser une agriculture plus respectueuse de l'environnement. En écho à la nouvelle « Contaminations » de Sylvie Denis, nous nous interrogeons sur les impacts des progrès scientifiques dans l'agriculture, en particulier dans les domaines étudiés au LAAS-CNRS. Ces nouveaux outils que nous développons, correspondent-ils à des usages positifs pour les agriculteurs, pour l'amélioration de leurs conditions de travail et de leur revenu, pour une meilleure qualité des produits dans nos assiettes, pour le respect de la biodiversité ?

Nous évoquons d'abord les interactions des TIC avec la Biologie, car nos travaux peuvent influencer sur la production des OGM que Sylvie Denis place au cœur de sa fiction. Nous abordons ensuite les innovations venant du déploiement des TIC dans l'agriculture dite de précision. Nous évoquons en conclusion, les aspects sociétaux et les conséquences de ces mutations pour nos « paysans ».

Génomique et biotechnologies : des OGM partout ?

On connaît les débats que suscitent, en particulier en Europe, les travaux sur la génomique végétale ou les biotechnologies à l'origine de la création d'OGM [2]. Les risques potentiels liés à la dissémination d'OGM dans l'environnement, ou à la consommation d'aliments avec OGM, ne sont pas clairement évalués. De ce fait la France interdit la culture des OGM sur son territoire depuis 2008, et pour ce qui est de la recherche, vu l'opposition très virulente des Faucheurs Volontaires, l'INRA a renoncé depuis 2013, à conduire des cultures scientifiques d'OGM en plein champ.

Cela n'empêche pas les OGM d'être dans nos assiettes via l'utilisation de produits importés par l'industrie agro-alimentaire. Et surtout, les recherches en biotechnologies se poursuivent dans de nombreux pays pour créer des variétés végétales transgéniques capables de mieux se défendre contre les maladies et les parasites, de mieux tolérer les herbicides ou de mieux supporter le stress hydrique et donc le réchauffement climatique.

Une évolution en Europe n'est pas à exclure, et le scénario « tout OGM » dans quelques décennies reste possible... ceci d'autant plus que les manipulations génétiques connaissent un usage encore plus large grâce à plusieurs découvertes. La technique d'édition des gènes CRISPR-Cas9 s'est popularisée très rapidement depuis 2012. Cette technique dite du « ciseau génétique » ou du « copier-coller de l'ADN » permet de faire des modifications précises et ciblées d'une séquence ADN, avec un coût peu élevé, une fiabilité et une facilité de mise en œuvre bien meilleure. Ces techniques appliquées à l'ingénierie génétique dans le domaine végétal, sont appelées NPBT pour «*New Plant Breeding Techniques*».

Les TIC contribuent fortement à la révolution génomique. Pour le séquençage lui-même, la méthode MicroLAS, introduite au LAAS-CNRS, permet de décoder le génome de manière beaucoup plus rapide (10 minutes au lieu de 3 à 4 heures) et avec une sensibilité 100 à 1000 fois meilleure que les techniques traditionnelles. Pour modéliser les associations entre séquences ADN et caractères des plantes, l'IA est massivement exploitée.

Ces techniques NPBT relancent le débat sur les technologies OGM: les organismes obtenus par « édition de gènes » doivent-ils être considérés comme les OGM classiques [3] ? Récemment un comité d'éthique [6] a été mandaté pour analyser les risques associés à ces techniques, le statut juridique des organismes dérivés de telles modifications, et surtout, la compatibilité avec l'agro-écologie. Il a émis plusieurs recommandations, en particulier de poursuivre une activité de recherche publique dans ce domaine. Depuis 2015, l'INRA a ainsi lancé le projet GENIUS ("*Genome ENgineering Improvement for Useful plants of a Sustainable agriculture*") en coopération avec de nombreux partenaires industriels et académiques, pour faire la preuve de concept de l'utilisation des technologies NPBT afin de modifier les caractères agronomiques de plusieurs espèces cultivées.[4].

Dans tous les cas, si la diffusion et l'usage des techniques de génétique végétale ne sont pas mieux encadrés, il va se poser des problèmes de traçabilité, problèmes évoqués dans la fiction de Sylvie Denis, avec le risque lié au « bricolage », voire à la perte des espèces d'origine.

Agriculture 4.0, la nouvelle révolution agricole ?

Les OGM ont donc transformé l'agriculture via l'introduction de plantes transgéniques (essentiellement maïs, soja, colza et coton) là où c'est autorisé: beaucoup en Amérique, très peu en Europe, pas du tout en France.

Une autre source de transformation, vient de la diffusion très rapide des TIC, qui sont attendues pour faire émerger une agriculture à la fois économiquement performante et respectueuse de l'environnement : citons en France le plan Ecophyto [7], qui vise depuis 2008 à réduire progressivement l'utilisation des produits phytosanitaires.

Il existe de nombreux rapports sur cette évolution ; citons le rapport Bournigal sur l'agriculture 2025 [5]. Nous considérons seulement trois objectifs des TIC dans le secteur agricole : le phénotypage pour accélérer la sélection de nouvelles variétés, la robotique pour automatiser ou faciliter l'exécution de tâches fastidieuses, pénibles ou dangereuses pour l'agriculteur (pulvérisation, désherbage, cueillette, distribution de nourriture, etc), et le développement de capteurs pour observer et surveiller les plantes ou les animaux.

Phénotypage en laboratoire et au champ

Les réticences éthiques que suscitent la génétique végétale, expliquent le développement des techniques de phénotypage, qui consistent à observer les plantes et les caractères qu'elles expriment. Les mesures obtenues sont exploitées pour évaluer de nouvelles variétés hybrides, obtenues par la génomique ou par des techniques

conventionnelles de croisement entre plants. Les caractères de ces variétés sont observés en continu pendant le développement des plantes dans différentes conditions de culture, notamment pour créer des variétés mieux adaptées à la chaleur ou au manque d'arrosage.

Aujourd'hui les agronomes mesurent manuellement les caractéristiques des plantes (surface foliaire, hauteur de tige, etc) ; cette technique très fastidieuse, permet d'étudier quelques dizaines de plantes par campagne de mesures. Des techniques de **phénotypage** haut débit, permettent d'observer tous les **jours**, la croissance de plusieurs centaines de plantes cultivées en pot, dans des conditions totalement contrôlées ; des robots déplacent des caméras pour observer les plantes sous tous les points de vue, les mesures sont obtenues automatiquement par traitement de ces **images** et par modélisation 3D. Le LAAS-CNRS coopère avec des équipes de l'INRA pour mettre au point de telles techniques, en particulier pour étudier de nouvelles variétés de tournesol.

Plus intéressant : le phénotypage sort des laboratoires ! De nouveaux outils permettent d'observer et de contrôler la croissance des plantes dans les champs. La Phénomobile, est un véhicule développé à l'INRA qui permet de déplacer un ensemble de capteurs (télémètres laser, caméras dans plusieurs bandes spectrales, etc.) au-dessus des cultures via un bras robotisé de grande envergure.

Citons aussi les techniques qui se disséminent très rapidement, consistant à observer des plantes au champ, via des capteurs déplacés par un drone : de nombreuses entreprises proposent des services pour cartographier ou surveiller les cultures via un drone (AIRINOV, PARROT, etc.).

Robotique pour l'agriculture

Les robots peuvent faire beaucoup plus que déplacer des capteurs dans les champs. Cela fait déjà longtemps que des machines agricoles pilotées par des opérateurs, savent suivre un rang ou un front de coupe de manière autonome via le GPS ou des capteurs embarqués.

Dans sa fiction, Sylvie Denis va bien au-delà, puisqu'elle évoque des robots équipés de tronçonneuses, capables de nettoyer des routes après le passage d'une tempête. Nous n'en sommes pas là, mais à 10 ou 20 ans, de tels robots pourraient exister, même si contrôler un robot dans un milieu naturel non structuré, est autrement plus complexe que contrôler un robot dans un entrepôt ou un atelier.

Si des robots d'intervention après une catastrophe sont encore peu efficaces, des robots capables d'exécuter de manière autonome des tâches répétitives dans un environnement connu, arrivent sur le marché: citons le désherbage automatique, fonction indispensable pour produire des aliments biologiques de manière économiquement viable (donc sans glyphosate !). Le LAAS-CNRS coopère depuis quelques années, avec l'entreprise NAIIO Technologies spécialisée dans le développement de tels robots, pour le maraîchage et la viticulture ; l'ANR lance cette année le challenge ROSE pour « Robotique et Capteurs au Service d'Ecophyto » [8] pour évaluer diverses solutions de désherbage dans le rang, au plus près des cultures.

Pour d'autres applications dans les champs, il existe des projets ou des prototypes : ramassage automatique des fruits, coupe de la vigne, pulvérisation ciblée et donc économe en produits phytosanitaires, autant de tâches exécutées aujourd'hui

manuellement. Une des justifications pour développer ces technologies, est la difficulté de recruter des personnels qualifiés, surtout au vu de la pénibilité de ces travaux.

Dans sa fiction, Sylvie Denis évoque des robots pollinisateurs, mini-drones assimilés à des abeilles robotisées: vu les effets désastreux des pesticides sur les vraies abeilles, c'est effectivement une solution pour faire face au scénario catastrophe appelé « syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles ». Les premières RoboBees ont été créées à Harvard en 2013, mais elles manquent cruellement d'autonomie énergétique ou décisionnelle !

Une meilleure solution est certainement la sauvegarde de l'abeille, vecteur naturel de pollinisation, via l'interdiction des produits qui font des ravages dans les ruches !

Capteurs pour l'agriculture

Concernant la surveillance des cultures, les observations se font essentiellement par vision. L'œil humain n'est sensible que sur trois bandes spectrales, autour du Rouge, du Vert et du Bleu : la vision hyper-spectrale traite des images acquises dans une centaine de bandes prises dans le visible, mais aussi au delà dans l'infrarouge. Les caméras hyper-spectrales sont chères, mais elles commencent à être exploitées pour détecter des signes précurseurs de maladies dans la vigne ou les vergers. Par exemple, l'entreprise Carbon Bee [9] propose un système couplant un drone pour déplacer une caméra hyper-spectrale, et des techniques d'apprentissage profond pour analyser les images. Rappelons que ces techniques dites de *Deep Learning* requièrent l'intervention d'un opérateur pour construire une base de données annotée et exploitée pour faire apprendre à la machine ce qui doit être détecté (par exemple, le mildiou pour la vigne).

Au delà de la vision, de très nombreux capteurs arrivent dans les champs, soit portés par des robots, soit immergés dans l'environnement. Les applications de l'IoT à l'agriculture sont nombreuses: des réseaux de capteurs sans fil permettent déjà de mesurer l'humidité (travaux du LAAS-CNRS avec l'entreprise TCSD) ou la compacité des sols. Le LAAS-CNRS participe aussi à des projets collaboratifs pour développer un capteur 3D radar millimétrique pour estimer le rendement en viticulture ou en arboriculture, mais aussi un capteur d'analyse chimique pour la surveillance in situ de l'azote minéral dans un champ.

L'exploitation des mesures acquises par ces capteurs permettent ensuite d'optimiser les tâches agricoles au champ (arrosage, sarclage, amendement, pulvérisation, etc) via des outils d'aide à la décision (OAD) exécutés directement par les agriculteurs.

Conclusion

La fiction de Sylvie Denis présente donc une évolution de l'agriculture, avec des impacts plutôt négatifs du progrès technologique. Mais les conséquences du déploiement de ces technologies venant de la génétique végétale ou des TIC, dépendent largement de décisions politiques: nos dirigeants sauront-ils s'opposer aux futures transnats? Les débats actuels autour du glyphosate ne poussent pas à être trop optimiste !

Sylvie Denis fait l'hypothèse d'une évolution très rapide du **réchauffement climatique**, ce qui pourrait effectivement justifier le recours massif aux OGM pour créer des variétés végétales adaptées à ces nouvelles conditions.

Au delà de ce débat « *OGM or not OGM* », la nouvelle interroge aussi sur l'adaptation des hommes et femmes qui travaillent dans nos campagnes. On peut s'interroger sur l'évolution du métier d'agriculteur: quel est la place de l'Humain dans cette agriculture qui voit se généraliser des outils d'aide à la décision? Qui décide : l'agriculteur ou le fournisseur de services ? Ce nouveau paysan va t'il gérer son exploitation, en contrôlant des robots depuis son bureau? Son expertise va t'elle se perdre si les machines perçoivent, décident et agissent de manière autonome ? [10]

Sylvie Denis présente une vision pessimiste du futur pour nos campagnes... mais heureusement, elle maintient une part de rêve. Son héroïne Aurore est passionnée pour l'observation de l'univers via des robots envoyés et contrôlés par des collectifs de citoyens... Nous avons pu déjà suivre les tribulations de Curiosity sur Mars ! Pourra t'on dans 50 ans suivre les explorations d'un robot sur Europe ?

Notes :

[1] <https://www.usinenouvelle.com/article/agriculture-4-0.N381020>

[2] <http://www.omics-ethics.org/fr/definition-sciences-omiques>

[3] <http://www.lafranceagricole.fr/actualites/genomique-les-produits-issus-des-nouvelles-biotechnologies-ne-sont-pas-des-ogm-1,1,1792958687.html>

[4] Projet GENIUS : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article2561>

[5] <http://agriculture.gouv.fr/agriculture-innovation-2025-des-orientations-pour-une-agriculture-innovante-et-durable>

[6] <http://institut.inra.fr/Missions/Promouvoir-ethique-et-deontologie/Avis-du-comite-d-ethique/Questions-ethiques-et-politiques-posees-par-l-edition-du-genome-des-vegetaux#>

[7] Plan Ecophyto : <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>

[8] Challenge ROSE : <http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/plan-d-action-2014/appel-detail00/challenge-rose-robotique-et-capteurs-au-service-d-ecophyto-2017/>

[9] Entreprise Carbon Bee : <https://carbonbee.fr/fr/>

[10] E.Brynjolfsson, A.McAfee: Le Deuxième âge de la machine: Travail et prospérité à l'heure de la révolution technologique, Odile Jacob, Août 2015.