



Les OAD : quelle contribution pour la santé des plantes ?

Qu'il s'agisse de raisonner les traitements ou de faciliter la mobilisation des différents leviers agroécologiques, les outils d'aide à la décision deviennent peu à peu incontournables.

VALÉRIE VIDRL, *Phytoma*.

Les OAD font désormais partie intégrante du paysage agricole. En protection des plantes comme ailleurs (fertilisation, irrigation, réglage des machines...), les outils permettant de soutenir une prise de décision se multiplient et il est parfois difficile de s'y retrouver.

Du papier aux outils numériques

Une multiplicité d'OAD phytosanitaires
Les outils d'aide à la décision (OAD) peuvent prendre différentes formes : sites internet, applications, guides papier... L'édition 2020 de l'Index Acta phytosanitaire en liste, de manière non exhaustive, près de 80 en protection des plantes, développés par les instituts techniques agricoles (ITA) qui en sont propriétaires ou copropriétaires ; les trois quarts de ces solutions sont numériques. À ces OAD des ITA, il faut ajouter toutes les applications développées par les firmes phytopharmaceutiques, mais aussi les coopératives, les chambres d'agriculture, les éditeurs de logiciels, les start-up, voire quelques agriculteurs (voir encadré p. 21). Les services sont variés : identification des bioagresseurs et des auxiliaires, reconnaissance des symptômes, prévision des risques maladies ou ravageurs, sélection des stratégies de désherbage, positionnement des traitements phyto, compatibilité des mélanges,

rinçage et réglage du pulvérisateur, choix des buses, calcul de dose, gestion des risques pour l'applicateur et l'environnement...

Un déploiement progressif

Les OAD entrent dans la panoplie des leviers permettant de diminuer l'usage des produits phytopharmaceutiques. Certains font l'objet de fiche dans le contrat de solutions dont un bilan a été présenté le 4 février dernier. Ainsi, les OAD de traitement du mildiou de la pomme de terre (Fiche 14) auraient été utilisés sur 100 000 hectares en 2019 (+ 10% en un an), ils permettraient d'économiser trois traitements par an en moyenne. Les OAD pour optimiser les traitements contre le mildiou et l'oïdium de la vigne (Fiche 15) auraient connu une croissance de 20%, ils permettraient une réduction annuelle de 20% en moyenne de fongicides. Ceux contre les maladies du blé ont couvert 494 000 hectares en 2019 (+ 14% en un an) pour une économie de 10 à 20% des applications fongicides. L'objectif est de passer de 10% des surfaces de blé actuellement pilotées par un OAD à 30% en 2022.

Selon une étude Sofiproteol/Bearing-Point⁽¹⁾, en 2016, moins de 5% des exploitations françaises avaient adopté un OAD phyto. **Le prix est un facteur décisif pour les agriculteurs, précise l'étude : les solutions OAD les moins chères sont celles qui enregistrent la plus forte croissance en Europe.**

RÉSUMÉ

► **CONTEXTE** - Les outils d'aide à la décision (OAD) offrent une aide précieuse au pilotage des traitements, en exploitant les modèles de prévision des risques en fonction des données météo, agronomiques, phénologiques, variétales, etc. De nombreux autres services sont

proposés, notamment dans la reconnaissance et l'identification des bioagresseurs, ou le diagnostic des pratiques phytosanitaires.

► **ÉVOLUTION** - L'acquisition de masses de données issues des réseaux d'observation et capteurs connectés va de paire

avec la multiplication des modèles et OAD, qui se déploieront d'autant plus qu'ils répondront à de vrais besoins, seront simples à utiliser et d'un coût abordable. Les évolutions à venir doivent tenir compte de l'augmentation de la dimension collaborative, des nouveaux capteurs,

de la problématique de la protection des données, ainsi que des attentes en termes de gestion agroécologique.

► **MOTS-CLÉS** - Modélisation, outils d'aide à la décision (OAD), pilotage, numérique, épidémiologie, automatisation, protection des données.



▲ La solution collaborative de surveillance BASF Companion permet la diffusion d'alertes en temps réel.

Des données d'épidémiologie à valoriser

Le développement du numérique, des images satellite, des capteurs et des caméras permet l'acquisition de masses de données qui peuvent être valorisées via la modélisation. Ainsi, les informations accumulées dans le cadre de la surveillance des territoires (Vigicultures, VGObs...) constituent un terreau fertile à partir duquel sont créés et validés des modèles épidémiologiques. Par exemple, les conseils de l'OAD gratuit Alerte Pucerons, proposé par l'Institut technique de la betterave (ITB), sont élaborés à partir du réseau d'observation Vigicultures⁽²⁾. Ils tiennent compte des piégeages et de la reconnaissance des différentes espèces de pucerons, de leur statut virulifère et des conditions météorologiques. Une carte interactive présente au jour le jour l'évolution des seuils de risque et d'intervention déterminés par les experts régionaux. « 2019 est la première année sans traitement



de semences à base de néonicotinoïdes, faisant courir le risque d'une infection par la jaunisse transmise par les pucerons, rappelle l'ITB. La lutte contre ces vecteurs pourra donc se faire uniquement par le biais de traitements en végétation dont la date d'application devra être judicieusement choisie. En effet, les produits homologués efficaces sont rares et ont un effet limité dans le temps. »

Des outils à adapter aux besoins des utilisateurs

La création d'un OAD passe par l'établissement de règles de décision et d'indicateurs pertinent (voir article p. 29-34), tout en gardant en tête les besoins de l'utilisateur. Pour un agriculteur, outre le coût éventuel qu'il voudra justifier par un retour sur investissement (gain en rendement, en traitements...), le manque d'ergonomie de l'outil constitue un frein à l'utilisation. Les OAD peuvent être plus ou moins complexes selon la cible finale : agriculteurs, conseillers, acteurs des BSV, chercheurs. Le modèle FlorSys par exemple s'adresse plutôt aux conseillers. Il simule, dans toute sa complexité, la dynamique pluriannuelle de la flore adventice en interaction avec la croissance des cultures, et produit des indicateurs d'impact de la flore adventice (réduction de la lixiviation de l'azote, alimentation des abeilles, pertes de rendement, difficultés lors de la récolte...). De cet outil complexe, a été développé DeciFlorSys pour estimer les pertes de rendement dues aux adventices de différents systèmes de culture et évaluer ces derniers dans la durée en termes de gestion de la flore adventice. L'outil doit encore être simplifié.

Importance du suivi et du conseil

L'agriculteur peut recevoir des alertes diffusées automatiquement, utiliser un outil via diverses interfaces (ordinateur, tablette, smartphone...), ou encore recevoir les préconisations d'un conseiller en charge de l'interprétation des résultats fournis par l'OAD. Ces différents niveaux d'accompagnement sont déterminants pour la commission indépendante d'experts CEPP (certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques) en charge de l'évaluation des actions candidates au dispositif (voir article p. 24-27). En effet, accompagner l'utilisation de l'outil, aider à expliquer les choix, à analyser les résultats favorisent l'application des bonnes pratiques sur le terrain. La commission détermine donc la valeur de l'OAD en fonction du modèle utilisé mais aussi de son type de distribution. Comme le souligne l'étude Sofiproteol/BearingPoint,

En 2019, de nombreux outils de firmes phyto ont été lancés.

Où trouver les OAD ? (liste non exhaustive)

- Sur l'Index Acta, Chapitre « Outils d'aide à la décision des instituts techniques agricoles en protection des plantes »
- Sur le portail e-phytia de l'Inra : <http://ephytia.inra.fr>
- Sur le site de l'ITB : www.itbfr.org/outils-services/
- Sur le site d'Arvalis : <http://oad.arvalis-infos.fr/>
- Sur la plateforme web Inoki de diffusion de modèles du CTIFL : www.ctifl.fr/inoki/
- Sur le site du Contrat de solutions (sélectionner la thématique « Agriculture numérique ») : <https://contratsolutions.fr/le-contrat-de-solutions/>
- Sur les « stores », par exemple sur

Google Play en tapant « Inra » : <https://play.google.com/store/apps/developer?id=INRA>

- Sur le site de l'IFV (Optidose, Epicure) : www.vignevin-epicure.com/index.php/fre
- Sur les sites des projets R&D, par exemple : www6.versailles-grignon.inrae.fr/agronomie/Questionnaires/Q-Agronomie/Formulaire-CAPS (outil d'aide au choix des espèces à associer au colza) ; [http://sam.sophia.inra.fr\(S&M\)](http://sam.sophia.inra.fr(S&M))
- Sur les sites des éditeurs de logiciels (Isagri, Promété...), des firmes phytosanitaires, etc.
- Sur le portail ÉcophytoPIC : www.ecophytopic.fr

« l'essentiel de la valeur du marché futur se trouve dans la capacité à modéliser et fournir du conseil agronomique ».

Faciliter la gestion des produits phytosanitaires

Les firmes développent leurs OAD

La plupart des firmes phytosanitaires proposent désormais leurs outils d'aide à la décision, notamment pour aider à identifier les bioagresseurs ou à positionner leurs produits au bon moment. En février dernier par exemple, FMC a annoncé la sortie de son nouvel OAD Evalio HerbiXpert, pour calculer la dose de ses herbicides. Bayer développe un outil climatique de prévision du risque botrytis qui doit servir à optimiser le positionnement de son produit Rhapsody. En 2019, de nombreux OAD ont été lancés. Ils présentent une grande diversité : gratuits ou payants, gestion d'un ou plusieurs bioagresseurs, solutions de la firme seule ou

gamme plus large, modèles d'instituts techniques ou modèles propres, conseil personnalisé ou non, accès web et/ou smartphone, intégration à un gestionnaire de parcelles... Par exemple, Taup'info, de Corteva Agriscience, permet d'évaluer, depuis un smartphone, le risque d'attaque de taupins en maïs, et d'accéder à des solutions de protection personnalisées. Le maïsiculteur renseigne le code postal et les éléments se rapportant à sa parcelle (précédent, type de sol, technique culturale, taux de matière organique, rotation, environnement et historique « taupin » de la parcelle, etc.). Les prévisions de l'application gratuite s'appuient

sur l'expertise d'Arvalis-Institut du végétal. Avizio, premier OAD payant de Syngenta, est proposé aux agriculteurs au travers des coopératives et négociants pour le pilotage de la protection fongicide sur céréales (piétin verse, oidium, *Septoria tritici*, rouilles jaune et brune). Il estime la nuisibilité potentielle des maladies des blés à l'automne (en intégrant la variété, la date de semis, le type de sol, les façons culturales, les précédents) et aide, si besoin, à positionner les fongicides en saison selon les prévisions météo et les données agronomiques de la parcelle. Xarvio Scouting, de BASF, aide à identifier et reconnaître les bioagresseurs des cultures. La plateforme Xarvio Field Manager permet le suivi sanitaire des cultures de blés d'hiver, orge d'hiver et colza, et la planification des travaux agricoles : il prévient les risques maladies et ravageurs en temps réel, facilite le monitoring de parcelles et la modulation de dose intraparcellaire.

Du bon positionnement aux bonnes pratiques

Les OAD ne permettent pas seulement de positionner le traitement en fonction de la prévision des risques. L'outil Optidose, par exemple, développé par l'Institut français de la vigne et du vin (IFV), propose un calcul

(1) « Stratégies de développement de l'agriculture numérique - Enseignements majeurs », septembre 2016, Sofiproteol/BearingPoint

(2) Le portail web Vigicultures centralise et partage environ 400 000 données d'observations par an dans le cadre du réseau de surveillance des bioagresseurs des grandes cultures. Ces données alimentent chaque semaine les Bulletins de santé du végétal (BSV). Une application mobile permet dorénavant de renseigner les informations des observateurs directement au champ sur smartphones ou tablettes.



des doses optimales de produit à utiliser contre les maladies de la vigne (mildiou, oïdium, black-rot) en fonction du développement de la végétation.

D'autres outils permettent de réaliser un diagnostic des pratiques phytosanitaires. C'est le cas d'OptiPhytO⁽³⁾ développé par l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP) à destination des conseillers et techniciens. D'autres OAD facilitent l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine. C'est l'objectif du logiciel Diaphyt, développé par l'Acta, qui a intégré en 2019 l'application mobile Diagnophyt. Cet OAD d'agrégation des connaissances combine six autres outils (diagnostic des bioagresseurs Di@gnoPlant, choix de produits Web Phyto Acta et ÉcophytoPIC, prévision des risques Epicure, alertes Vigipl@nt, Optidose) mais n'a pas encore été diffusé. Lancé en octobre dernier, EToPhy Web permet de visualiser la dangerosité des substances actives et des produits à l'aide de deux indicateurs (indicateur de risque sur la santé de l'applicateur IRSA et indicateur de risque de toxicité pour l'environnement IRTE) afin de sensibiliser le professionnel et l'aider à adapter les mesures de réduction des risques⁽⁴⁾. Deux autres outils devraient être proposés d'ici fin 2020 par les partenaires (CIHEAM-IAMM et Ecoclimasol) : l'un pour proposer des solutions alternatives, l'autre pour évaluer les performances environnementales de l'exploitation.

Une autre bonne pratique phytosanitaire consiste à gérer la résistance des bioagresseurs aux produits, en évitant l'utilisation répétée de la même famille chimique. Par exemple, R-sim simule le risque de développement d'adventices résistantes, pour les herbicides des groupes A et B, à partir des programmes de désherbage et des pratiques agronomiques.

Aide réglementaire : exemple du prosulfocarbe

La réglementation complexifie de plus en plus les modalités d'application des produits phyto : zones non traitées pour l'eau, les organismes non-cibles et les riverains ; conditions pédoclimatiques favorables ; mention abeilles... En octobre 2018, l'Agence nationale de sécurité sanitaire



◀ L'application Ciblage (De Sangosse) aide à évaluer et gérer le risque limaces.



▲ Le capteur Limacapt permet le comptage automatisé des limaces aux champs.

de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a introduit la notion de distance vis-à-vis de cultures non-cibles dans la modification d'autorisation de mise sur le marché (AMM) des produits herbicides à base de prosulfocarbe. Les cultures non-cibles définies sont des cultures fruitières, légumières, aromatiques et médicinales. Lorsqu'elles sont situées à moins de 500 mètres de la parcelle traitée, il ne faut pas appliquer le produit avant la récolte de ces cultures ; même contrainte si elles sont situées à plus de 500 mètres et à moins d'un kilomètre de la parcelle traitée, ou, en cas d'impossibilité, il faut appliquer le produit uniquement le matin avant 9 heures ou le soir après 18 heures, en conditions de température faible et d'hygrométrie élevée. Pour faciliter le respect de ces conditions d'emploi, Syngenta a lancé en juin 2018 un OAD, Quali'Cible. L'agriculteur géolocalise et sélectionne sa parcelle, qui se colorie en vert, jaune ou orange en fonction de sa proximité à une culture non-cible⁽⁵⁾.

Les données de ce service sont issues du registre parcellaire graphique (RPG)⁽⁶⁾ et de données anonymes des filières. En début d'année, Syngenta a élargi les fonctionnalités de l'OAD à l'utilisation d'herbicides à base de S-métolachlore.

« Les perspectives d'évolution sont nombreuses et il sera possible demain d'utiliser les systèmes d'information géographique (SIG) pour encadrer l'utilisation d'autres produits phytosanitaires sur d'autres critères tels que la proximité de l'eau ou encore le voisinage. »⁽⁷⁾

Aide réglementaire : exemple des ZNT

Un autre exemple de la prise en compte progressive des contraintes réglementaires dans les OAD est l'intégration d'un calcul automatique des zones non traitées (ZNT) « riverains » dans MyEasyFarm (plateforme Cloud d'agrégation et d'échange de données avec les matériels agricoles). La plateforme détecte et identifie les parcelles situées près des habitations, à partir d'une analyse des images satellite Sentinel, puis calcule une ZNT en fonction de l'intrant et du type de pulvérisateur utilisé. La ZNT est ensuite appliquée à la carte de préconisation.

Vers une aide à la gestion agroécologique

Aide à l'identification et alertes

Les réseaux de piégeage et d'observations aboutissent à la création d'outils de prévision des risques qui permettent de mieux raisonner la protection des cultures, de ne pas intervenir trop tôt – voire de ne pas intervenir du tout –, et d'adapter les pratiques agronomiques. De nombreux dispositifs facilitent la reconnaissance des bioagresseurs et des auxiliaires (Diagnoplant-Biocontrôle, Agro-Visio Flore, Gram'ID, Diagbet ravageurs et maladies, DiagPOT...), ainsi que les alertes (Vigievirose, Vigie Insectes, GeoInsecta...). De plus en plus d'OAD fonctionnent en mode collaboratif pour inciter les utilisateurs à échanger leurs observations. C'est le cas de GeoInsecta, de Bioline AgroSciences, un outil participatif gratuit de suivi et de partage des vols de ravageurs (pyrale du buis, tordeuses de la vigne, charançon du palmier) qui a ouvert l'année dernière son usage à la pyrale du maïs, et prévoit d'élargir la gamme des ravageurs observés.



Un soutien à la lutte biologique

La lutte biologique requiert énormément d'observations afin de détecter l'apparition des premiers symptômes de maladie ou pics de vols. L'objectif est de positionner le bon auxiliaire, au bon moment et dans les conditions requises (température, humidité...). S@M, développé par l'UMT FioriMed, facilite le suivi des cultures, de la reconnaissance des bioagresseurs et auxiliaires aux préconisations, en passant par les alertes épidémiologiques et l'accès à l'historique de la parcelle (opérations culturales, suivis climatiques, suivis sanitaires...). Co-conçu avec les acteurs de la recherche, du développement et les utilisateurs, il évolue pour répondre aux besoins des conseillers⁽⁶⁾.

Pour faciliter l'observation, l'application Koppert Natutec Scoutt (Sival bronze 2020) comprend un outil de reconnaissance d'images qui permet de dénombrer et d'identifier les insectes ravageurs sur les pièges jaunes englués par la technologie du Machine Learning. Elle est associée à un tableau de bord qui donne un aperçu de la situation sanitaire des cultures. L'utilisation de caméras et autres capteurs intelligents associés à un OAD permet d'automatiser la surveillance. Ainsi, Limacapt

(De Sangosse) permet le comptage automatisé et le suivi des limaces aux champs ; le piège chromatique e-Gleek (Advensee) analyse le nombre d'insectes volants piégés, les classe par taille et émet des alertes en cas d'invasion massive ; la gamme de pièges compteurs d'insectes CapTrap (Cap 2020) permet également de s'affranchir des relevés manuels sur les parcelles.

L'agroécologie, qui s'appuie sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes et considère l'exploitation dans son ensemble, peut largement bénéficier des services rendus par les OAD : par exemple pour aider à sélectionner les variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques, à raisonner la diversification et les rotations, à tester les différents leviers agronomiques. Citons l'outil Excel Caps (CasDAR Alliance) qui facilite le choix des plantes de services à associer au colza d'hiver selon les bénéfices recherchés par l'utilisateur.

La valeur ajoutée des capteurs et données satellite

Des capteurs pour plus de précision

La connexion des OAD à divers capteurs fixes ou embarqués (tracteur, drone), à des stations météo (Meteus, Sencrop, Weenat, Lemken...), ou des outils de gestion parcellaire (Geofolia, Smag Farmer, Ekylibre...)

exploitant eux-mêmes des données cartographiques ou issues de capteurs accroît la précision et la personnalisation des services. La baisse du coût de ces technologies, leur mutualisation et le déploiement des moyens de communication en zones rurales (comme les réseaux sans fil bas débit SigFox et Lora) favoriseront leur développement dans le secteur agricole. Par ailleurs, de nouveaux capteurs offrent ou offriront une diversité d'informations utiles à la gestion phytosanitaire des cultures : humectation foliaire (Sencrop, Weenat...), pour définir les risques de lessivage des traitements et les risques maladies, anticiper les gelées, optimiser la pulvérisation ; imagerie hyperspectrale ; analyse des phéromones ou des spores fongiques dans l'air ; mesures dans

le sol... Un projet européen (Antarès) vise d'ailleurs à développer des capteurs intelligents et des technologies de mégadonnées au service de l'agriculture numérique. La mesure de la sporée aérienne, en particulier, fait l'objet de différents développements, comme dans le cadre du projet Vigispores (voir article p. 35-38) ou des travaux de l'UMT Seven sur le suivi des maladies fongiques en vignoble. En attendant, les kits de diagnostic constituent une aide

à la décision, en permettant la détection des maladies avant l'apparition des symptômes. En 2019, Bayer a ainsi mis sur le marché une méthode pour l'oidium de la vigne. Basée sur l'analyse par RT qPCR (Real time quantitative PCR) de découpes de feuilles en laboratoire, elle offre une sensibilité de détection à partir de deux spores d'oidium par cm², soit entre dix à vingt jours avant l'apparition des symptômes.

Des réseaux collaboratifs

La géolocalisation permet le partage d'informations localisées et en temps réel (bioagresseurs, gelées de printemps, pratiques agricoles...) entre les utilisateurs. Elle s'organise autour d'une application spécifique (GeoInsecta, VigiPI@nt, Companion BASF, Agrifind, Agricomunity...) ou dans le cadre de réseaux privés d'observation mis en place par une coopérative, une chambre d'agriculture ou encore une firme (comme l'observatoire De Sangosse, réseau d'épidémiosurveillance relatif aux mollusques ravageurs des cultures impliquant plus de 700 agriculteurs piégeurs).

La difficulté des applications collaboratives réside dans une participation des utilisateurs suffisamment régulière pour assurer une surveillance qualitative. Pour développer cette participation, Companion BASF pro-

pose donc un programme hebdomadaire de surveillance ciblé des bioagresseurs les plus sensibles, en fonction du stade réel de la culture signalé dans la zone. À chaque observation, l'utilisateur cumule des points et progresse dans son statut d'observateur des cultures.

Des OAD restant à déployer

Pour la protection des plantes, les OAD présentent un réel intérêt environnemental, en permettant notamment une baisse d'IFT (Indicateur de fréquence de traitement). De plus en plus d'outils intègrent des leviers préventifs et certains projets de recherche visent à combiner l'ensemble des leviers agroécologiques pour accompagner l'approche système : Smart-PIC (2015-2019), DECilég (2019-2022)...

Malgré tout, l'opérationnalité de ces OAD et l'intérêt économique des dispositifs payants restent à valider. Des projets R&D se mettent en place pour les évaluer : projet Crocus (implémentations grandeur réelle de l'internet des objets IoT) ; réseau Digifermes (notamment Boigneville, dans l'Essonne, qui établit une méthodologie d'évaluation des nouvelles technologies pour l'agriculture). Un autre paramètre intervient dans l'évolution du marché des OAD : la standardisation et la sécurisation des données. La charte d'utilisation éthique des données agricoles mise en place en 2018⁽⁹⁾, l'initiative Agdatahub (portée par l'Acta, l'Apca, la FNSEA, le Geves et une vingtaine de structures privées) lancée le 24 février à l'occasion du Salon international de l'agriculture ou encore la « Stratégie européenne en matière de données » publiée le 19 février par la Commission européenne témoignent des enjeux soulevés par la gouvernance des données agricoles.

POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACT : v.vidril@gfa.fr

(3) Voir Phytoma n° 722, p. 38-40.

(4) Voir Phytoma n° 728, p. 4-5.

(5) Pour des raisons de confidentialité des données, la parcelle non-cible qui déclenche le calcul n'est pas identifiable. L'agriculteur doit se renseigner sur la pertinence réelle de la couleur, notamment par rapport à la date de récolte.

(6) Le RPG est une base de données qui permet de connaître la localisation et certaines caractéristiques des parcelles des exploitants agricoles ayant déposé une déclaration en vue d'une aide de la Politique agricole commune.

(7) A. Prévors, F. Massot, H. Vergonjeanne « Un outil d'aide à la décision pour aider au bon emploi des herbicides à base de proflucarbe », 24^e Columa, 3-5 décembre 2019.

(8) Voir Phytoma n° 725, p. 16-35.

(9) www.data-agri.fr