

Di@gnoPhyt : une application pour vous aider à « verdir » votre IFT

Vissac Ph¹. et Delval Ph. ²

¹ ACTA – 149 rue de Bercy, F-75592 Paris Cedex 02

² ACTA – 23 rue Jean Baldassini, F-69364 Lyon Cedex 07

Correspondance : philippe.delval@acta.asso.fr

Résumé

Le projet a consisté à concevoir et à développer une application mobile utilisable par les agriculteurs ou leurs conseillers, pour réaliser, dans le contexte de leurs exploitations, des diagnostics liés aux bioagresseurs des cultures et pour proposer une ou plusieurs réponses techniques dont l'efficacité et les risques relatifs à la santé des applicateurs, des opérateurs et à l'environnement.

Ce projet s'est appuyé sur sept outils préexistants en les combinant en une seule application :

- De diagnostic : Di@gnoplant
- D'alerte : Vigipl@nt
- De prévision et d'application : Epicure et Optidose
- De répertoire de produits et de solutions alternatives : Web Phyto Acta et EcophytoPIC
- De prévision des risques liés aux produits phytopharmaceutiques : Diaphyt.

Mots-clés : Diagnostic phytosanitaire, gestion des risques, optimisation des traitements, produits phytopharmaceutiques, méthodes alternatives.

Abstract: An application to help you to "green" your Frequency Indicator of Treatments

The project consisted in designing and developing a mobile application that could be used by farmers or their advisors, in the context of their farms, to diagnose crop pests and to propose one or more technical solutions, including the health risks of applicators, operators and the environment.

This project relied on seven pre-existing tools by combining them into one application:

- Diagnosis: Di@gnoplant
- Alert: Vigiplant
- Forecasting and application: Epicure and Optidose
- Directory of products and alternatives: Web Phyto Acta and EcophytoPIC
- Risk prediction related to plant protection products: Diaphyt.

Keywords: Phytosanitary diagnosis, risk management, optimization of treatments, phytopharmaceutical products, alternative methods.

Introduction

Contexte

Le plan gouvernemental sur l'agroécologie, et ses différents volets, s'inscrit dans une tendance lourde de l'évolution du secteur et de l'économie toute entière. Il interpelle ceux qui préparent le changement en mettant en exergue la recherche de la multi-performance (économique, environnementale, sociale et sanitaire ; Cemagref-INRA, 2005). Cela suppose en effet de relever concomitamment deux grands défis qui renvoient à deux systèmes en forte interaction :

- Le défi lié aux mutations des activités et filières agricoles sur un territoire marqué par la grande diversité des situations socio-agro-pédoclimatiques. Ce défi suppose de pouvoir adapter les raisonnements agroécologiques à la gamme des situations rencontrées et aux différentes échelles de temps et d'espace à considérer.
- Le défi lié à la sphère des connaissances et des savoirs, qui ouvre des perspectives, mais qui pointe également les limites des modèles agricoles. Ce défi suppose de pouvoir intégrer de multiples sources d'informations, qui viendront favoriser la prise de risque sur les exploitations, sans détériorer la confiance entre l'exploitant et le ou les conseillers qui l'incitent à changer.

Or, en témoignent les indicateurs macroscopiques du temps long, les plans successifs qui ont été mis en œuvre en France peinent à s'emparer de ces deux défis ; les forces de rappel ou de verrouillage grippent les nécessaires évolutions au travers d'une alliance objective des tenants du statu quo.

Le présent projet intègre dans sa toile de fond les évolutions législatives et réglementaires qui sont des marqueurs des attentes sociétales et qui mettent en avant l'obligation de résultats sur l'obligation de moyens. Les systèmes de production modernes et appuyés par la R&D devront embarquer leurs propres outils de régulations et fournir les éléments objectifs de réponses aux attentes.

On doit par exemple intégrer trois éléments contenus dans la loi d'avenir et qui vont renouveler les schémas d'organisation entre acteurs de la R&D et devoir assumer des responsabilités sociétales : (i) le fait que la vente de produits de protection et de fertilisants des cultures doit s'accompagner d'un conseil, (ii) le fait que l'autorité qui évalue les risques liés aux nouvelles techniques de protection va aussi devoir les gérer ex-post (iii) le fait que des expérimentations pourront être conduites à large échelle sur les dynamiques et les liens entre utilisateurs et fournisseurs d'intrants.

En cohérence avec les objectifs du plan Ecophyto, le présent projet est centré sur les thèmes du diagnostic et des techniques de protection des cultures. Il adresse les enjeux liés à l'amélioration des techniques de protection et de l'agrégation des connaissances en santé des plantes. L'objectif est de concevoir et de diffuser un outil qui améliore continuellement les pratiques et les systèmes et qui ne suppose pas de révolutionner ces derniers pour provoquer l'effet inverse de celui qui est recherché : c'est-à-dire l'aversion aux risques, autrement dit le statu quo. En outre, cet outil peut conduire au "verdissement" de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) dans le cadre de systèmes multi performants et en partant d'espèces représentatives des travaux en protection intégrée.

Objectifs généraux du projet

Le projet a consisté à concevoir et à développer une application mobile (Guignard D. et al., 2009 ; Nogier J.F., 2008) utilisable par les agriculteurs ou leurs conseillers, pour réaliser, dans le contexte de leurs exploitations, des diagnostics liés aux bioagresseurs des cultures et pour proposer une ou plusieurs réponses techniques dont l'efficacité et les risques relatifs à la santé des applicateurs, des opérateurs et à l'environnement sont évalués. Le projet porte exclusivement sur les cultures de la vigne et de la carotte, la première ayant déjà été largement développée dans Diagnoplant et toutes présentant des enjeux de protection très importants. Concernant l'environnement, le projet s'est focalisé sur deux problématiques majeures de la protection des cultures, les abeilles et les auxiliaires, afin

d'apporter des indications concrètes en matière de gestion des produits permettant de les respecter et les protéger.

Les partenaires de ce projet étaient :

- ACTA – Le réseau des Instituts Techniques Agricoles – Direction Scientifique, Technique et Innovation
- ACTA Digital Services
- CTIFL Lanxade
- IFV Bordeaux
- INRA Bordeaux

1. Une application au service du terrain

L'application s'appuie sur cinq initiatives prises par les partenaires du projet :

- **Di@gnoplant** (Armand J.M., 2012) : famille d'applications mobiles (une application par culture) développée par l'INRA de Bordeaux afin d'identifier les bioagresseurs sur les parcelles grâce à une reconnaissance par l'image (Riley M.B., 2002 ; Stewart T.M. et Galea V.J., 2006). Ces applications fonctionnent à partir des informations renseignées sur le portail Ephytia.
- **VigiPI@nt** (Armand J.M., 2012) et **WAVE** : deux modules de géolocalisation créés respectivement par l'INRA de Bordeaux (VigiPI@nt est intégré dans l'application Di@gnoplant) et l'IFV afin de créer une communauté d'utilisateurs pouvant alerter de l'émergence d'un bioagresseur sur leurs parcelles.
- **Epicure et Optidose** : outils développés par l'IFV qui proposent respectivement, i) des cartes de pression pour le mildiou, l'oïdium et le black rot sur vigne, par zone géographique, ii) un calcul des doses optimales de produit à utiliser contre ces mêmes maladies en fonction de paramètres pédoclimatiques et phénologiques.
- **La base WebPhyto de l'ACTA** : base de données numérique de l'index phytosanitaire qui recense l'intégralité des produits autorisés en France, leurs propriétés, leurs données réglementaires, leurs usages, etc.
- **Diaphyt** (Delval Ph. et Mougel P., 2008, 2010) : logiciel développé par l'ACTA à des fins d'évaluation des risques relatifs à la santé humaine (applicateurs et opérateurs) et à l'environnement sur une grande banque de produits.

L'application Di@gnophyt permet d'alerter, diagnostiquer, contextualiser, gérer les solutions techniques disponibles et sensibiliser les utilisateurs aux risques sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation des produits phytosanitaires (Figure 1). L'objectif à long terme étant d'inciter les utilisateurs à améliorer leurs pratiques relatives à la protection intégrée des cultures et à « verdir » l'IFT de l'exploitation *via* différents leviers : identification du bioagresseur, choix des produits, bonnes pratiques phytosanitaires, intégration de méthodes alternatives de lutte.

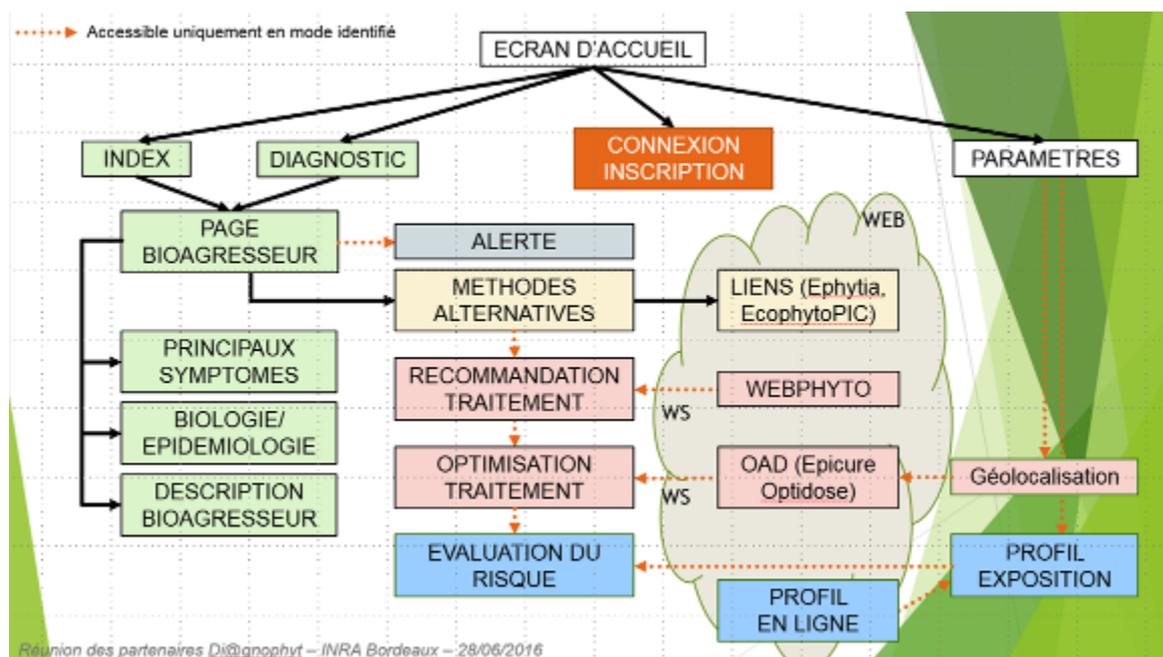


Figure 1 : Storyboard de l'application Di@gnophyt. WS = web service

2. Les composantes de l'application

2.1 Le Diagnostic

Au début du programme, l'application Di@gnoplant vigne était déjà fonctionnelle, disponible gratuitement sur le web et en téléchargement sur les plateformes Play Store et App Store pour les versions mobiles.

Le projet a eu pour objectifs des améliorations qui ont consisté en :

- L'actualisation des fiches existantes sur les bioagresseurs : meilleure lisibilité, plus de photos et intégration de contenu sur les méthodes alternatives de protection.
- La création de nouvelles fiches :
 - Sur les maladies : rot blanc, maladie de Pierce (*Xylella fastidiosa*), virus de l'enroulement de la vigne ;
 - Sur les ravageurs : drosophile japonaise (*Drosophila suzuki*), cochenilles, cicadelle bubale, chenilles mange-bourgeons, flatide pruineux, punaises phytophages, escargots ;
- Un nouveau module « cycle biologique » (Figure 2) illustré a été créé à l'intérieur de celui de diagnostic par l'image, dans l'onglet « biologie, épidémiologie ». Il est disponible pour l'instant uniquement sur le mildiou, et le sera à terme sur l'ensemble des champignons aériens (et éventuellement sur les principaux ravageurs dans un second temps).
- L'ajout de fiches sur les auxiliaires présents sur vigne, avec des éléments généraux de description. Actuellement des fiches sont disponibles sur les auxiliaires parasitoïdes et sur les auxiliaires prédateurs : araignées-opilions-acariens, névroptères (chrysopes, hémérobes etc.), punaises prédatrices et chauves-souris.



Figure 2 : Extrait du module cycle biologique du mildiou de la vigne sur le portail Ephytia

Dans chacune des fiches de l'application, un lien vers des ressources externes au portail Ephytia a été ajouté, et notamment vers le portail Ecophyto PIC (www.ecophytopic.fr), quand cela était possible.

Une base documentaire sur les Accidents climatiques et physiologiques, BioAgresseurs et Auxiliaires (ABAA) a été créée sur le portail EcophytoPIC. Elle propose des fiches spécifiques mettant en lien vers des ressources externes contenant des informations sur les méthodes alternatives de lutte. Pour la vigne, les liens concernent principalement le portail Ephytia, le portail de l'IFV Sud-Ouest et des fiches ACTA. Des liens internes vers la plateforme transversale du portail EcophytoPIC et la plateforme filière associée sont également proposés (Figure 3).



Figure 3 : Extrait de la fiche du mildiou de la vigne sur la base ABAA du portail EcophytoPIC

2.2 Alerte et optimisation de l'application

Un module d'alerte nommé Vigipl@nt existe déjà au sein de la famille d'applications Di@gnoplant. Pour faire remonter une observation via Web Alerte, l'utilisateur s'inscrit préalablement au groupe Di@gnophyt et remplit ensuite un formulaire (Figure 4) détaillant notamment : le type d'observation, le cépage concerné, le stade phénologique de la vigne, la date et les coordonnées GPS.

Figure 4 : Formulaire Web Alerte disponible sur l'application Di@gnoplant vigne

Figure 5 : Présentation du module de messagerie et d'alerte automatique

Un module de messagerie, pour envoyer des messages ciblés à un utilisateur particulier ou à des groupes d'utilisateurs dans Ephytia, a été créé (Figure 5). Les utilisateurs peuvent recevoir une notification à chaque message reçu. Ce module est un outil pour l'animation de réseaux dont Di@gnophyt.

Une alerte automatique a également été créée suivant les maladies, en fonction des observations, et en pouvant sélectionner le groupe de destination. Par exemple, en cas d'une remontée d'observation de *Xylella*, une alerte automatique peut être envoyée à destination des chefs de réseaux uniquement.

Les résultats des saisies via le Web Alerte Vigne (WAVE) de l'IFV sont déjà exportés en web services sur API-AGRO pour intégration future vers Vigipl@nt.

Les cartes de pression « Epicure » (Figure 6) traduisent le risque de développement épidémique pour le mildiou, l'oïdium et le black-rot. Ces cartes sont générées quotidiennement sur une maille météorologique de 1km et données à J-1, soit pour les données de la veille. Elles sont créées à partir de modèles et de données météo fournies à l'IFV par Météo France. Le risque est matérialisé par des classes de couleur au sein de chaque bassin de production.

Ces cartes sont d'ores et déjà disponibles sur le site Epicure au format image. La nomenclature fournie par l'IFV permet d'accéder directement à une carte par son URL.

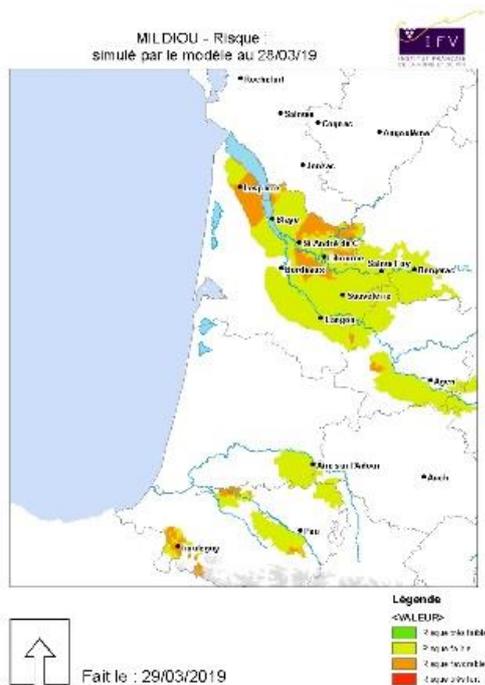


Figure 6 : Exemple de cartographie du risque mildiou dans le bassin de production Aquitaine

Le module « Optidose » permet d'optimiser l'application des doses de produit contre le mildiou, l'oïdium et le black-rot et participe ainsi à la réduction des IFT contre ces bioagresseurs. Une version gratuite du module est intégrée dans Di@gnophyt (Figure 7). Il fonctionne par web service direct *via* l'inscription ou l'identification de l'utilisateur.

Ce module a fait l'objet de développements visant à faire remonter le niveau de satisfaction des utilisateurs, et pour ceux qui sont volontaires, les conditions de réalisation des traitements. L'objectif est ainsi de matérialiser les conditions de succès ou d'échec, en lien avec la réduction des doses proposées. L'indication du niveau de satisfaction des utilisateurs est d'ores et déjà opérationnelle et mise en ligne. Un travail de dimensionnement des fenêtres a été fait pour être compatible avec les appareils mobiles. L'entrée se fait par bassin de production, grâce à une liste déroulante.

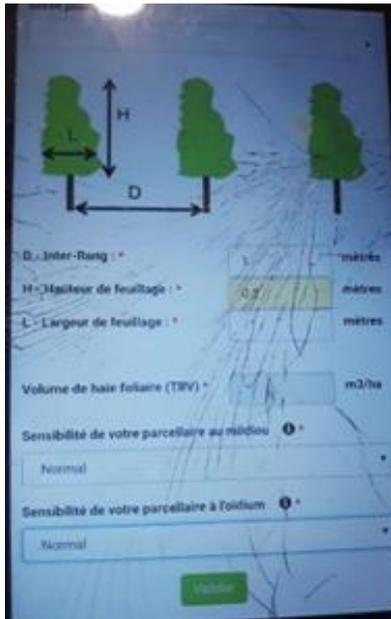


Figure 7 : Interface de paramétrage d'Optidose

L'outil fait actuellement l'objet d'une analyse interne au sein de l'IFV pour différencier un niveau d'accès libre, ouvert aux utilisateurs de Di@gnophyt et un niveau de service payant permettant l'enregistrement et la traçabilité des pratiques dans le cadre de la mise en place des Certificats d'Economie des Produits Phytosanitaires (CEPP).

2.3 Les solutions proposées et l'évaluation des risques « santé » et « environnement »

L'ACTA a créé des profils d'exposition (Devilleurs J. et al., 2005) calculés grâce à un questionnaire à partir du travail réalisé sur l'outil Diaphyt et validé par des experts d'In Vivo Agrosolutions et de l'ITSAP pour le module « Abeilles ». Le questionnaire comprend les sections suivantes : locaux et équipements, pratiques de l'utilisateur, conditions d'application et de travail, gestion environnementale et traitements de semences. Il existe une version simplifiée pour l'application mobile (Figure 8) et une version détaillée destinée à être hébergée sur un portail web.

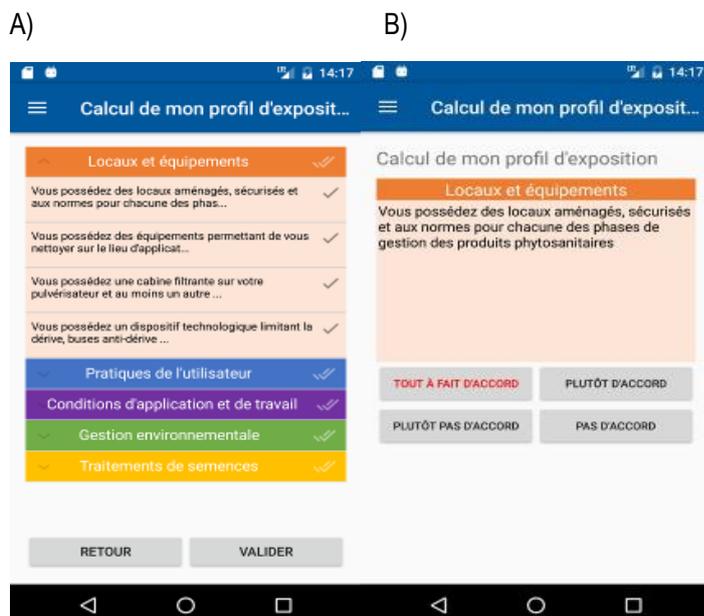


Figure 8 : A) Questionnaire d'exposition simplifié sur smartphone ; B) Exemple de réponses possibles pour une question sur les locaux et équipements



Figure 9 : Profil d'exposition d'un utilisateur calculé après réponse au questionnaire

Pour chaque question, un score est attribué, pondéré par un coefficient variable en fonction de l'item concerné. Quatre classes d'exposition ont été définies en fonction des scores finaux de l'utilisateur (Figure 9). Seul le questionnaire simplifié a été utilisé dans le cadre de l'application Di@gnophyt. L'idée d'avoir un questionnaire détaillé doit permettre aux utilisateurs de préciser leur diagnostic car le nombre de questions est plus important et donc non viable pour une application.

L'application a vocation de synthèse et sensibilisation alors que le questionnaire détaillé a pour objectif d'approfondir le diagnostic.

Pour chaque bioagresseur identifié grâce au module d'identification par l'image, la liste de produits associés est affichée en interrogeant la base WebPhyto par web service (Figure 10). Cette liste contient l'ensemble des produits disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) et spécifie s'ils sont autorisés en agriculture biologique (AB) et/ou s'il s'agit de produits de biocontrôle. Les produits de biocontrôle sont affichés par défaut afin d'encourager leur utilisation.



Figure 10 : Liste des produits de biocontrôle utilisables pour traiter l'oïdium

Le type d'informations générales qui s'affiche par produit est le suivant (Figure 11) :

- Composition
- Code formulation

- Classe (fongicide, herbicide ou insecticide)
- Mentions de danger et phrases spéciales
- Autres usages et caractéristiques réglementaires : dose, nombre d'applications, stades d'application, délai entre 2 applications, ZNT (zones non traitées) aquatiques et terrestres (faune utile et plantes non cibles), DAR (délai avant récolte) et DRE (délai de réentrée) locaux et plein champ.

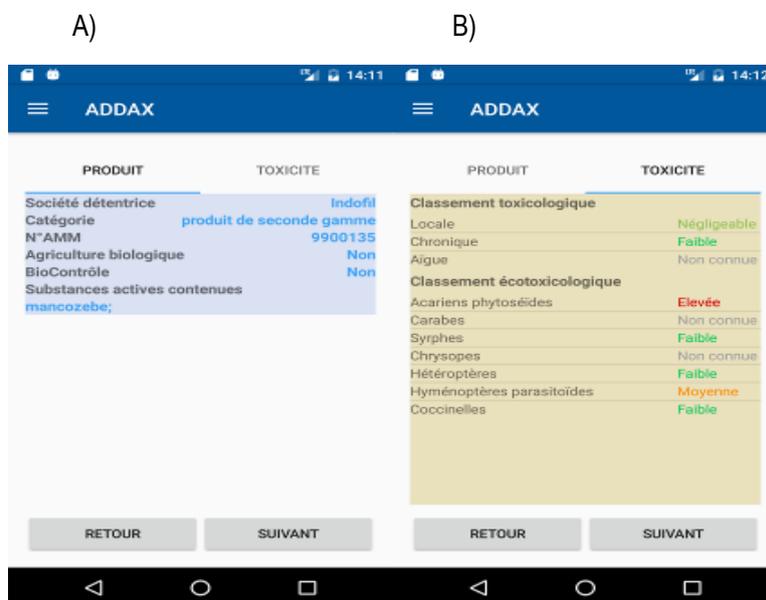


Figure 11 : Exemple de fiche pour le produit ADDAX : A) Informations générales ; B) Classement toxicologique et écotoxicologique (auxiliaires)

La mise à jour de la liste de produits autorisés par culture (dont AB) se fait directement sur la base WebPhyto par l'équipe en charge de l'index phytosanitaire à l'ACTA. Les produits caractérisés de biocontrôle sont mis à jour en fonction de la parution des listes officielles. Les données (éco)-toxicologiques doivent être calculées puis renseignées manuellement sur la base.

Afin de pouvoir utiliser les données toxicologiques et écotoxicologiques dans l'application, il a été nécessaire de pouvoir les importer sur un portail web dédié, en l'occurrence la base WebPhyto ACTA. Pour ce faire, les champs correspondants aux notes calculées ont dû être ajoutés à la base existante (développement informatique par un prestataire de l'ACTA). Les champs pour l'ensemble des items de Diaphyt ont été ajoutés dans la base, au-delà des 4 items directement concernés par le projet.

Le risque est évalué pour chaque produit en croisant les niveaux d'exposition (obtenus *via* les réponses au questionnaire) avec les notes de danger du produit concerné en fonction de tableaux de croisements définis sur l'outil Diaphyt (Figure 12). Il y a autant de risques calculés que de notes de danger (voir plus haut) : 3 pour la santé humaine (risque aigu, local et chronique), 1 pour les abeilles et 7 pour les auxiliaires (1 risque par groupe). Les auxiliaires prépondérants par culture sont mis en avant par un surlignage. Pour la vigne, il s'agit des acariens phytoséides et des hyménoptères parasitoïdes. Pour la carotte, il s'agit des carabes, coccinelles, hyménoptères et chrysopes.



Figure 12 : A Gauche : Evaluation du risque lié à l'utilisation du produit ADDAX pour l'item opérateur ; A Droite : Evaluation du risque lié à l'utilisation du produit ADDAX pour l'item auxiliaire

Une compilation des méthodes alternatives de lutte disponibles par culture est intéressante dans une optique à moyen ou long terme de reconception de systèmes de cultures plus économes en intrants phytosanitaires. Pour ce faire, il est important de contextualiser le contenu par région/bassin de production, en mettant en lien vers des documents régionaux (ex : fiches trajectoires, documents de chambres ou d'interprofessions) qui soient validés par les partenaires.



Figure 13 : Solutions agronomiques alternatives aux pesticides sur vigne

Le contenu du guide CEPVITI a été ajouté sur une nouvelle page nommée « solutions agronomiques alternatives aux pesticides » comprenant entre autres : travaux en vert, désherbage mécanique, confusion sexuelle, etc. (Figure 13).

2. La poursuite du travail sur la gestion des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Un travail sur l'élargissement de l'évaluation des risques aux autres items décrits précédemment, voire à de nouveaux items, a également été finalisé. Les paramètres de danger et d'exposition de ces items ont fait l'objet d'une étude. Pour chacun, l'utilisation des questions du questionnaire détaillé concernant les 4 items retenus dans le projet a été analysée pour être retenue ou non, et a conduit dans certains cas à l'élaboration de nouvelles questions.

Ces items sont :

- Animaux d'élevage
- Faune sauvage
- Flore sauvage
- Auxiliaires du sol (carabes, lombrics)
- Organismes aquatiques

Pour chacun sont définis les paramètres de danger et d'exposition. Pour que cela soit adéquat dans l'application, il suffira d'effectuer un travail comparable à celui déjà engagé pour définir des profils d'exposition à partir d'un questionnaire simplifié, en regroupant des questions du questionnaire détaillé.

Un travail a également été fait pour définir des paramètres de danger concernant :

- Le transfert dans les eaux superficielles
- Le transfert dans les eaux souterraines
- Les résistances des bioagresseurs.

Les paramètres d'exposition avaient été travaillés dans Diaphyt.

Conclusion

L'application a fait l'objet d'un test auprès de réseaux de conseillers et formateurs contactés par l'ACTA. En retour, 10 personnes ont effectué le test. Globalement, les retours restent assez décevants même s'ils sont très positifs. La déception vient de la faible participation externe mais aussi interne pour ce test de fin de projet, malgré les réseaux contactés.

Lors des réunions de fin de projet, il a été décidé de proposer l'application via le site Ephytia, mais aussi le RMT VegDiag, accompagnée par un questionnaire d'attentes par rapport à ce type d'outils.

Références bibliographiques

Armand J.M., Ohayon M., Chamont S., Blancard D., 2012. Di@gnoPlant et VigiPI@nt: de nouveaux outils INRA de diagnostic/conseil et d'épidémiologie en protection des plantes. 10e Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes, Tours, France, 3, 4 & 5 Décembre, 2012

Cemagref – Inra, 2005. Expertise scientifique sur les produits phytopharmaceutiques (chap. 3 et 6). <http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/234149-2a5b8-resource-expertise-pesticides-avant-propos.html>

Delval Ph. et Mougél P., 2008. Diaphyt – un outil pour évaluer les risques – Phytoma septembre 2008 N° 618

Delval Ph. et Mougél P., 2010 – Diagnostic avant de traiter – Diaphyt s'affine – Phytoma mai 2010 N° 634

Devillers J. et al., 2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides

Guignard D., Chable J., Robles E., 2009. Programmation Android, de la conception au déploiement avec le SDK Google Android.

Nogier J.F., 2008. Ergonomie du logiciel et design web : Le manuel des interfaces utilisateur, 4e édition, Dunod

Riley M.B., Williamson M.R., Maloy O., 2002. Plant disease diagnosis. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1021-01.

Stewart T.M., Galea V.J., 2006. Approaches to training practitioners in the art and science of plant disease diagnosis. Plant Disease, 90, 539-547.

Liens vers le site et les applications INRAE

- e-phytia <http://ephytia.inra.fr/fr/Home/index>

- Di@gnoplant <https://play.google.com/store/apps/developer?id=INRA>

Lien vers le site EcophytoPIC : <http://www.ecophytopic.fr/>

Lien vers l'outil Epicure – Optidose : <https://www.vignevin-epicure.com/index.php/fre>

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).