



HAL
open science

Projet EQUIPE - Evaluation de la Qualité prédictive d'Indicateurs Pesticides et du domaine d'utilisation

Christian C. Bockstaller, B. Real, Nadia Carluer, Thiéry Constant, Frédéric
Pierlot, J. Marks-Perreau, Alain Miralles, J. Villers

► To cite this version:

Christian C. Bockstaller, B. Real, Nadia Carluer, Thiéry Constant, Frédéric Pierlot, et al.. Projet EQUIPE - Evaluation de la Qualité prédictive d'Indicateurs Pesticides et du domaine d'utilisation. [Contrat] Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); ARVALIS - Institut du végétal [Paris]; Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA); In Vivo NSA; Agro-Transfert Ressources et Territoires. 2014. hal-02797292

HAL Id: hal-02797292

<https://hal.inrae.fr/hal-02797292>

Submitted on 5 Jun 2020

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.

Projet EQUIPE - Evaluation de la QUALITÉ prédictive d'Indicateurs PEsticides et du domaine d'utilisation

Rapport scientifique intermédiaire

C. Bockstaller (INRA, UMR LAE Nancy-Colmar)
B. Réal (Arvalis – Institut du Végétal)
N. Carluer (Irstea UR Milieux Aquatiques, Ecologie, PollutionsLyon)
T. Constant (In Vivo)
F. Pierlot (Chambre Agriculture de Lorraine - UMR LAE Nancy-Colmar)
J. Marks-Perreau (Arvalis – Institut du Végétal)
A. Miralles (Irstea, UMR TETIS Montpellier)
J. Villers (INRA, UMR LAE Nancy-Colmar)

Novembre 2014

1. Synthèse de l'avancement du projet

1.1. Résultats marquants

Les travaux se sont concentrés sur l'action 1 et plus particulièrement sur la comparaison des sorties d'indicateurs à des valeurs mesurées issues des jeux de données les plus grands issus des sites expérimentaux d'ARVALIS–Institut du végétal. Les mesures comprennent :

- des fréquences de dépassement : limite de quantification (fq), de 0,1 µg/L (fd0,1) , de 2 µg /L (fd2)), des flux cumulés (cumfl) et maximum (flmax)) et des concentrations moyennes pondérées par la lame d'eau (cmp), et concentration maximale (cmax)) ceci sur la période d'exportation (t1) et une période de 1 an après traitement (t2).

Les principaux résultats de cette comparaison valeur indicateur-mesure suite à 1 application de substance active sont :

- **Globalement les corrélations sont faibles (R < 0,6)**. Cependant certains indicateurs présentent des corrélations un peu moins faibles que d'autres en fonction des transferts :
- Pour la Jaillière drainage (9 parcelles, sorties de drain n=273 mesures) : **I-Phyeso1¹ s'en sort le mieux** (fd0,1, fd2, flcum, flmax, cmp, cmax) suivi d'Arthur eso (fq, fd0,1 fd2), d'Epriso (fd2, cumfl).
- Pour la Jaillière ruissellement (9 parcelles n=230 mesures): **DAEGesu² s'en sort le mieux** (fq, fd0,1 et fNEQ en t2), suivi de Synops en cmax flmax et cumfl, et d'I-Phy1esu et I-Phy2esu (corrélés) pour fd et fd0,1
- Pour Le Magneraud (14 cases lysimétriques n= 479 mesures) : **SIRISeso s'en sort le mieux** (fq et fd0,1) suivi de QSA (fq et fd0,1 en 1) et Arthuresoi(fq et fd0,1 en t1) ou DEXieso (fq et fd0,1 en t2).

Le test d'un nouvel outil simplifié développé par In Vivo traitant des transferts verticaux montrent des résultats proches d'Epriso pour les transferts mesurés à La Jaillière et aucune corrélation pour ceux mesurés au Magneraud.

Une étude de sensibilité a montré que la majorité des indicateurs (sauf I-Phyeso2) sont peu sensibles aux dates d'application, variable qui joue un grand rôle ([Réal et al., 2008](#)).

Pour les calculs des indicateurs, le groupe a retenu des valeurs de KOC et DT50 de la base SIRIS 2012 qui présentent des valeurs intermédiaires par rapport à celles de la base Footprint (souvent plus favorables) ou de la base de l'indicateur I-Phy (souvent plus défavorables). Une étude de sensibilité à ces valeurs pour le site de La Jaillière « drainage » montre que les corrélations obtenues sont dégradées pour l'indicateur I-Phyeso1.

1.2. Contribution attendue du projet aux objectifs du plan Écophyto

¹ Eso : eau souterraines (dans l'ensemble du texte)

² Esu : eau superficielles (dans l'ensemble du texte)

Le projet vise à apporter des informations sur la qualité prédictive d'indicateurs évaluant le risque des pratiques de traitements phytosanitaires sur la qualité des eaux, comme ceux retenus dans le plan Ecophyto (SIRISeso, NRI) pour compléter les indicateurs de suivi de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (NODU, IFT, QSA). Dans l'état actuel d'avancement, les indicateurs retenus par le sous-groupe « eau » du groupe « indicateurs » du plan Ecophyto (SIRISeso et NRI) ne peuvent être directement corrélés à des mesures de terrain (R entre -0,01 et 0,32). SIRISeso pour Le Magneraux avec des coefficients de corrélation un peu moins faibles (R=0,5) peut être considéré comme une exception.

2. Description de la réalisation des actions annoncées

2.1. Action 1 – Comparaison parcellaire

2.1.1. Démarche de mise en place des calculateurs et des comparaisons

La Figure 1 présente la démarche de mise en place des calculateurs des indicateurs et la constitution du fichier de comparaison.

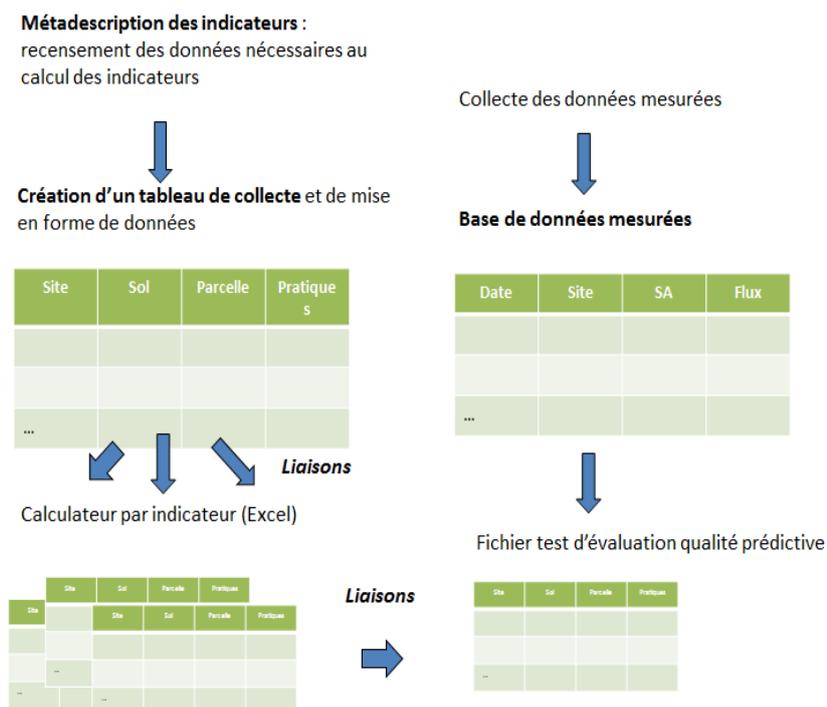


Figure 1 – Démarche de mise en place des calculateurs et des comparaisons

La conception des calculateurs Excel a nécessité dans certains cas, un contact avec les concepteurs (Ex : Eprip) pour clarifier certains détails. A partir des calculateurs Excel des indicateurs et de la base de données mesurées, nous avons créé un fichier qui récupère de manière automatique les données calculées et mesurées par des liaisons. C'est ce fichier « test d'évaluation de la qualité prédictive » qui sert de base à la réalisation des comparaisons.

2.1.2. Préparation des comparaisons

Nous avons sélectionné un ensemble d'indicateurs, certains ayant été développés par les partenaires d'EQUIPE (ex : DAE-G, I-Phy), d'autres intéressant le comité de pilotage (indicateurs d'Ecophyto, Synops) et d'autres encore pour leur construction plus ou moins complexe afin d'avoir une gamme étendue de modes de construction. Le Tableau 1 montre le gradient de complexité quant à la structure de calcul, le nombre et le type de données d'entrée. Cette liste d'indicateurs a évolué par rapport à la liste présentée dans la proposition. Les indicateurs utilisés en analyse de cycle de vie ont été abandonnés. En effet, jusqu'à récemment ils reposaient sur une multiplication de la dose par un facteur d'impact (toxicité sur organismes humains). Une proposition récente repose sur une démarche de modélisation trop complexe à mettre en œuvre dans le cadre du projet ([Dijkman et al., 2012](#)), et certains indicateurs ont été ajoutés, certains comme SYNOPS à la demande du comité de pilotage.

Tableau 1 – Présentation synthétique du mode de calcul des indicateurs : [] : équation, arbre de décision, [-] : séparation en 2 modules, * : multiplication, X : logique floue.

| | Quantitatif | Score (rang) | Classe (score) |
|--|---------------|---------------------|---------------------|
| Dose | QSA, IFTma | | |
| [Dose * Coef transfert] | NRI | | |
| [Dose, Propriétés SA] | | SIRIS | EIQ |
| [Dose, application, aménagement] - [Propriétés SA] | | ADSCOR | |
| [Dose, sensibilité milieu] | | | DEXiPM |
| [Dose, application, aménagement, Propriétés SA]-[milieu, climat] | | | DAEG, <u>ARTHUR</u> |
| [Dose * Coef transfert *(sol*climat*Propriétés SA)] | POCER | | |
| [Dose, application, aménagement, Propriétés SA, milieu, climat] | | <u>I-Phy 1 et 2</u> | |
| [Dose* application* aménagement * propriétés SA* milieu * climat] | EPRIP, SYNOPS | | |

QSA : quantité substance active ; IFTma : calcul de l'IFT pour chaque application de substance active avec les mêmes valeurs de dose de référence que pour l'IFTsa en cours de développement ; DEXiPM : modules de transfert lié à l'utilisation des produits phytosanitaires du modèle DEXiPM ([Pelzer et al., 2012](#)). I-Phy2 : nouvelle version de l'indicateur I-Phy (I-Phy1), ([Lindahl et Bockstaller, 2012](#) pour eso, [Wohlfahrt, 2008](#) pour esu). Pour les autres indicateurs, la description est disponible sur l'outil GUIDE ([Keichinger et al., 2013](#) <http://www.plage-evaluation.fr/guide/>)

Le Tableau 2 recense les 18 substances actives choisies pour effectuer les comparaisons pour les sites de la Jaillière et du Magneraud, dans un souci de disposer de molécules au comportement varié, utilisées sur différentes cultures et à des doses variées, et connu par les experts.

Tableau 2 – Substances actives utilisées dans les comparaisons. Les valeurs de KOC et DT50 sont colorées en fonction du niveau de risque de l'indice GUS intégrant les 2 et évaluant un potentiel de transfert vers eaux (> 2,8 à risque rouge, < 1,8 faible risque en vert). Les valeurs de doses sont classés en 3 classes (>1000, 100-1000, < 100 g/ha)

| Substance active | Données SIRIS | | Culture | Doses (g/ha) | |
|------------------|---------------|-------|-----------------------------|--------------|-------|
| | Koc | DT 50 | | Min | Max |
| isoproturon | 122 | 22 | Blé tendre d'hiver | 500 | 1500 |
| diflufénicanil | 3417 | 315 | Blé tendre d'hiver | 20 | 187,5 |
| prochloraze | 2225 | 345 | Blé tendre d'hiver | 315 | 450 |
| bentazone | 51 | 10 | Maïs four., pois pr. hiv. | 260 | 1740 |
| époxyconazole | 1073 | 117 | Blé tendre d'hiver | 25 | 87,5 |
| pendiméthaline | 15744 | 99 | Blé t. hiv., pois pr., hiv. | 250 | 1200 |
| prosulfocarbe | 1693 | 10 | Blé tendre d'hiver | 800 | 3200 |
| aclonifen | 7126 | 80 | féverole hiv. | 300 | 2400 |
| glyphosate | 21699 | 31 | Destruction de couvert | 360 | 1440 |
| bromoxynil | 173 | 6 | - | - | - |
| chlorothalonil | 850 | 44 | féverole hiv. | 375 | 2250 |
| S-métolachlore | 226 | 21 | Maïs fourrage | 1646 | 1646 |
| DMTA-P | 227 | 7 | Maïs grain | 720 | 720 |
| mésotrione | 109 | 5 | Maïs gr. four., | 30 | 75 |
| nicosulfuron | 21 | 19 | Maïs fourrage | 20 | 35 |
| prosulfuron | 17 | 16 | Maïs fourrage | 6 | 12 |
| metsulfuron | 39 | 32 | Blé tendre d'hiver | 3 | 4 |

Les mesures de concentration en substance active effectuées sur les sites de La Jaillière et du Magneraud ainsi que les mesures de lames d'eau écoulées en drainage, en ruissellement et par infiltration ont permis de calculer un ensemble de variables mesurées :

- des fréquences de dépassement : limite de quantification (fq), de 0,1 µg/L (fd0,1) , de 2 µg /L (fd2)), des flux cumulés (cumfl) et maximum (flmax)) et des concentrations moyennes pondérées par la lame d'eau (cmp), et concentration maximale (cmax)) ceci sur la période d'exportation (t1) et une période de 1 an après traitement (t2).

Nous avons décidé de considérer deux périodes de transfert pour ces variables :

- La période d'exportation : période entre la date d'application et la date de dernière quantification de la substance active
- Une période maximale d'un an après application de la substance active (avec un nombre de jours entre l'application et l'analyse inférieur à 366), pour prendre en compte des transferts tardifs après la période estivale de non-exportation

La base de données recensant les propriétés des substances actives nécessaires au calcul des indicateurs regroupe les données de la base SIRIS, ainsi que quelques données issues des bases INDIGO (K_h) et ADSCOR (DT₅₀ hydrolyse eau, DT₅₀ photolyse eau, log K_{ow}), ce qui permet d'avoir une base unique.

Les doses unités étant nécessaires au calcul de certains indicateurs, notamment de l'IFT, une base de données « doses unités » des substances actives a été créée à partir des doses homologuées actuelles, conformément aux règles de décision établies par le Comité de Pilotage IFT SA du groupe de travail « indicateurs » d'Ecophyto. La dose retenue correspond à la dose maximale de la substance active (solo ou mélange) et est en fonction de la culture.

2.1.3. Méthodes de comparaison

Avant de se lancer dans la comparaison proprement dite, nous avons analysé les données afin de comprendre les relations entre les différentes variables. En effet, il est inutile de s'attendre à trouver une relation si la gamme de variation des sorties des indicateurs ou des données mesurées n'est pas assez large.

Nous avons caractérisé la variabilité de chaque indicateur (moyenne, écart type, coefficient de variation, médiane, minimum et maximum) et des données mesurées pour chacun des jeux de données, afin d'identifier les cas où les comparaisons ne sont pas pertinentes, faute d'une variabilité suffisante. Nous avons également réalisé une analyse en composantes principales (ACP) pour identifier d'un côté des groupes d'indicateurs corrélés pour un jeu de données, et de l'autre côté, les proximités entre variables mesurées. Celle-ci n'a pas donné de résultats probants

Nous avons ensuite réalisé des graphiques systématiquement entre valeurs indicateurs et mesures, et des matrices de corrélations sur chaque jeu de données à l'aide du logiciel R (version 2.15.3). Celles-ci ont porté entre variables mesurées, entre indicateurs et entre indicateurs et variables mesurées pour les deux périodes (exportation, et 1 an après traitement). D'autres tests sont envisagés (Ex : tests de vraisemblance, test ROC, [Bockstaller et al., 2008](#))

2.1.4. Exemples de résultats obtenus

Les Figures 2, 3, 4 montrent respectivement des matrices de corrélations pour la comparaison des valeurs mesurées entre elles, des indicateurs entre eux, des sorties d'indicateurs avec les valeurs mesurées.

| | fq | fd0,1 | fd2 | cmax | flmax | cumfl | cumla | cmp |
|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|
| fq | 1,00 | 0,86 | 0,43 | 0,27 | 0,26 | 0,33 | 0,41 | 0,32 |
| fd0,1 | | 1,00 | 0,53 | 0,34 | 0,33 | 0,40 | 0,26 | 0,40 |
| fd2 | | | 1,00 | 0,58 | 0,55 | 0,67 | 0,21 | 0,72 |
| cmax | | | | 1,00 | 0,96 | 0,93 | 0,16 | 0,89 |
| flmax | | | | | 1,00 | 0,96 | 0,18 | 0,90 |
| cumfl | | | | | | 1,00 | 0,25 | 0,90 |
| cumla | | | | | | | 1,00 | 0,13 |
| cmp | | | | | | | | 1,00 |

fq: fréquence quantification, fd: fréquence dépassement 0,1 ou 2 µg/L
 cmax: concentration max, flmax: flux max, cumfl: flux cumulé
 cumla: lame drainage,
 cmp: concentration pondérée

| Coefficient corrélation r | |
|---------------------------|--------------|
| | 0,6 =< < 0,7 |
| | 0,7 =< < 0,8 |
| | 0,8 =< < 0,9 |
| | 0,9 =< |

Figure 3 – Corrélations entre variables mesurées (Données de La Jaillière drainage, t1)

On notera la bonne corrélation entre la fréquence de quantification et de dépassement des 0,1 µg/L, du flux maxi et du flux cumulé qu'on retrouve dans les deux autres jeux de données.

| | adscor | adscor | ARTHU | DAEGe | DEXies | Draiges | ElQeso | EPRIPe | IFT | lphy1e | lphy2e | POCER | QSA | SIRISes |
|--------------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|------|--------|--------|-------|-------|---------|
| adscorCT | 1,00 | 0,64 | 0,43 | -0,04 | 0,62 | 0,22 | 0,59 | 0,34 | 0,45 | 0,23 | 0,43 | -0,21 | 0,73 | 0,15 |
| adscorLT | | 1,00 | 0,53 | 0,16 | 0,35 | 0,23 | 0,41 | 0,40 | 0,47 | 0,40 | 0,51 | 0,06 | 0,44 | 0,30 |
| ARTHUReso | | | 1,00 | 0,44 | 0,51 | 0,50 | 0,61 | 0,55 | 0,38 | 0,66 | 0,37 | 0,16 | 0,45 | 0,59 |
| DAEGeso | | | | 1,00 | -0,03 | 0,48 | 0,27 | 0,61 | 0,14 | 0,76 | 0,09 | 0,44 | -0,03 | 0,46 |
| DEXieso | | | | | 1,00 | 0,26 | 0,53 | 0,31 | 0,42 | 0,25 | 0,43 | -0,23 | 0,59 | 0,15 |
| DraigeSynops | | | | | | 1,00 | 0,51 | 0,74 | 0,36 | 0,59 | 0,14 | 0,06 | 0,22 | 0,39 |
| ElQeso | | | | | | | 1,00 | 0,65 | 0,44 | 0,51 | 0,32 | -0,04 | 0,78 | 0,23 |
| EPRIPeso | | | | | | | | 1,00 | 0,46 | 0,83 | 0,42 | 0,04 | 0,33 | 0,37 |
| IFT | | | | | | | | | 1,00 | 0,31 | 0,48 | 0,05 | 0,45 | 0,30 |
| lphy1eso | | | | | | | | | | 1,00 | 0,43 | 0,23 | 0,19 | 0,52 |
| lphy2eso | | | | | | | | | | | 1,00 | -0,15 | 0,34 | 0,11 |
| POCEReso | | | | | | | | | | | | 1,00 | -0,11 | 0,33 |
| QSA | | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,08 |
| SIRISeso | | | | | | | | | | | | | | 1,00 |

Coefficient corrélation r

| |
|--------------|
| 0,6 =< < 0,7 |
| 0,7 =< < 0,8 |
| 0,8 =< < 0,9 |
| 0,9 =< |

Des corrélations existent notamment entre des indicateurs ayant une parenté : I-Phy1 et Arthureso ; I-Phy1esu et I-Phy2esu (mais non observé pour eso).

Figure 3 – Corrélations entre indicateurs (Données de La Jaillière drainage).

| | fq | fd0,1 | fd2 | cmax | flmax | cumfl | cumla | cmp |
|------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|
| adscorCT | 0,31 | 0,26 | 0,26 | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,19 | 0,19 |
| adscorLT | 0,32 | 0,23 | 0,27 | 0,19 | 0,19 | 0,23 | 0,38 | 0,21 |
| ARTHUReso | 0,44 | 0,41 | 0,43 | 0,27 | 0,27 | 0,34 | 0,31 | 0,30 |
| DAEGeso | 0,25 | 0,29 | 0,39 | 0,34 | 0,34 | 0,39 | 0,11 | 0,36 |
| DEXieso | 0,38 | 0,37 | 0,30 | 0,20 | 0,19 | 0,24 | 0,22 | 0,23 |
| DrainageSy | 0,22 | 0,28 | 0,41 | 0,25 | 0,30 | 0,36 | 0,13 | 0,30 |
| ElQeso | 0,31 | 0,29 | 0,42 | 0,26 | 0,27 | 0,35 | 0,19 | 0,30 |
| EPRIPeso | 0,34 | 0,36 | 0,46 | 0,37 | 0,37 | 0,43 | 0,23 | 0,40 |
| IFT | 0,27 | 0,23 | 0,21 | 0,15 | 0,17 | 0,20 | 0,31 | 0,19 |
| lphy1eso | 0,38 | 0,40 | 0,55 | 0,45 | 0,44 | 0,52 | 0,26 | 0,46 |
| lphy2eso | 0,33 | 0,21 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,19 | 0,41 | 0,13 |
| POCEReso | -0,04 | 0,00 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,00 | 0,07 |
| QSA | 0,23 | 0,16 | 0,22 | 0,12 | 0,13 | 0,18 | 0,10 | 0,15 |
| SIRISeso | 0,30 | 0,32 | 0,29 | 0,20 | 0,21 | 0,24 | 0,13 | 0,24 |

fq: fréquence quantification, fd: fréquence dépassement 0,1 ou 2 µg/L
 cmax: concentration max, flmax: flux max, cumfl: flux cumulé
 cumla: lame drainage,
 cmp: concentration pondérée

Coefficient corrélation r

| |
|--------------|
| 0,4 =< < 0,5 |
| 0,5 =< < 0,6 |
| 0,6 =< |

Figure 4 – Corrélations entre indicateurs et valeurs mesurées (Données de La Jaillière drainage).

Globalement les corrélations sont faibles (R < 0,6). Cependant certains indicateurs présentent des corrélations un peu moins faibles que d'autres en fonction des transferts (cf. §1). Ce travail doit se poursuivre avec d'autres tests à l'exemple du travail de Brown et al. (2002) et comme proposé par Bockstaller et al. (2008).

2.2. Action 1 – Comparaison au niveau du bassin versant de la Fontaine du Theil

L'équipe d'Irstea a mis en œuvre des entrepôts de données sur la Fontaine du Theil. Cette technologie, développée à l'origine pour la grande distribution qui était confrontée à un besoin de centralisation de l'information pour la gestion des magasins et des grandes surfaces, permet de manipuler un grand nombre de données mais aussi d'agréger les informations selon les axes d'analyse que l'on souhaite investiguer (par exemple axe spatial : parcelle – sous bassin versant – bassin versant, ou temporel : semaine – mois – campagne culturale – toutes campagnes, ou encore par substance active : substance active, catégorie (herbicide, insecticide, fongicide) – toutes substances actives, etc.).

Les indicateurs sélectionnés (QSA, IFT, DAEGeso et DAEGesu, I-Phy2eso et I-Phy2esu ; ADSCOR CT et LT) ont été calculés sur le bassin versant de la Fontaine du Theil sur 81 parcelles, pour la période 1998-2006 et 6 substances actives (isoproturon, diflufénicanil, atrazine, ioxynil, diméthénamid, sulcotrione). L'opérateur somme initialement testé sur l'IFT ne correspondant pas aux besoins d'agrégation, il a été remplacé par l'opérateur moyenne pondérée au prorata des surfaces des parcelles pour agréger les résultats obtenus à l'échelle du bassin versant.

La mise en œuvre des calculs est presque terminée. La Figure 5 présente un exemple de résultat pour le DAEG. L'étape suivante consistera à confronter les résultats à des mesures (concentrations moyennes hebdomadaires à l'exutoire).

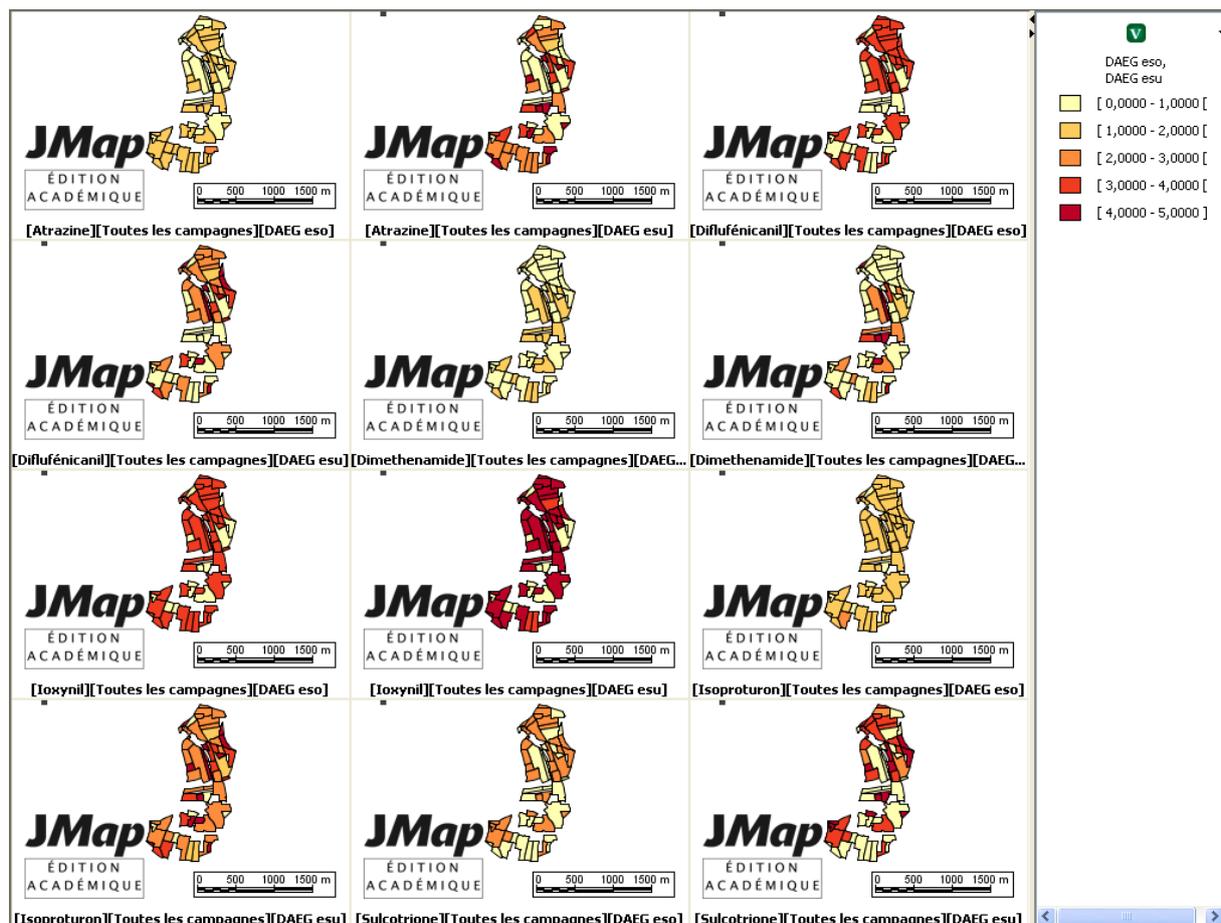


Figure 5 – Exemple de sorties d'indicateurs obtenus avec la méthode des entrepôts sur le bassin versant de la Fontaine du Theil.

2.3. Action 2

Les relations entre les variables environnementales et les pratiques d'une part, et les mesures de concentration d'autre part, seront étudiées selon deux points de vue : Sous un angle purement statistique il s'agira de construire des arbres de régression multivariés prédisant les mesures en fonction de variables explicatives (données sol, applications, etc.). Il est prévu de réaliser ce travail avec les variables de sol quantitatives (Ex : % MO du sol) utilisées pour certains indicateurs, et en parallèle avec les variables exprimées en classes (classe de teneur de MO : faible/moyenne/élevée) pour tester l'effet de la dégradation des variables d'entrées.

Un autre travail consistera à introduire des hypothèses quant aux relations de causalités entre variables afin de les tester et les estimer. Pour cela, des techniques de *path analysis* et de *structural equation modeling (SEM)* seront mises en œuvre sur la base d'un réseau causal défini par expertise.

2.4. Action 3

Cette action se situant en amont des deux autres n'a pas encore réellement débuté exception faite d'une offre de stage envoyée par le partenaire Agro-Transfert Ressources et Territoires aux Ecoles d'Ingénieurs et formation de Master.

2.5. Actions d'animation et de coordination interne au projet

Le Comité de Pilotage s'est réuni une première fois de manière physique à Paris le 6 septembre 2013 et une seconde fois le 13 octobre 2014.

Le Comité Opérationnel se réunit de manière mensuelle ou bimensuelle avec les partenaires directement impliqués sous forme de réunion téléphonique, ainsi que deux fois de manière physique à Paris, en janvier 2014 et le 13 octobre 2014, en plus d'une réunion de lancement en janvier 2014. Au total depuis le début du projet, le groupe s'est réuni 12 fois.

A ceci s'ajoute une réunion en visio conférence, consacrée aux travaux sur la Fontaine du Theil le 5 septembre 2014. Des échanges réguliers entre l'INRA et Arvalis ont eu lieu, notamment pour la création de la base de données « doses unités » et la base de données mesurées.

Une coordination avec le projet Perform l'APR PSPE se fait via la participation de l'animatrice de ce projet, L. Mamy du comité de pilotage du projet EQUIPE. Mais dans l'état actuel aucune action concrète commune n'a été mise en place.

2.6. Contribution apportée par les différents partenaires du consortium

- **INRA**

Une grande partie de ce travail a été réalisé par Chloé Schneller, CDD basée à l'INRA de Colmar pendant 6 mois grâce au projet et pendant 6 sur autofinancement, sous la responsabilité de C. Bockstaller (cf. §2.1). De nouveaux moyens sont mis à la disposition du projet via le travail de thèse de Frédéric Pierlot (Université de Lorraine-Chambre Agriculture de Lorraine) dirigé par C. Bockstaller. La première partie de sa thèse est consacrée à l'évaluation de la qualité prédictive des indicateurs. Il sera chargé de poursuivre les comparaisons.

- **Agro-Transfert**

Agro-Transfert a interagit pour l'indicateur DAEG et a commencé la réflexion pour l'action 3. Une offre de stage a été publiée.

- **Arvalis–Institut du végétal :**

Arvalis a mis à disposition les jeux de données importants de La Jaillière et du Magneraud et a participé à la réalisation des calculateurs, notamment de l'IFTma (Tableau 1), à l'analyse des données (cf. §2.1).

- **Irstea :**

Irstea, grâce au travail de Guilhem MOLLA, en CDD, a réalisé tout le travail sur le bassin versant de la Fontaine du Theil (cf. §2.2).

- **In Vivo :**

In Vivo a mis à disposition les résultats d'un indicateur simplifié basé sur des règles de décision issues de la connaissance des processus et de leur travail avec le modèle MACRO. In Vivo étudie aussi la possibilité de comparer des calculs avec le modèle MACRO ([Larsbo et al., 2005](#)) avec les sorties de la Jaillière et du Magneraud.

2.7. Interactions avec les acteurs du terrain et du plan Écophyto ; contribution itinere

Des acteurs du sous-groupe « eau » du groupe « indicateurs » sont dans le comité de pilotage. Les premiers résultats présentés lors du dernier comité de pilotage ont évoqué lors de la réunion suivante de ce groupe.

3. Autodiagnostic sur le déroulé du projet, obstacles rencontrés :

3.1. Actions prévues par volet et par tâche (jalons, livrables, ...)

Nous avons réalisé une « métadescription » des indicateurs, décrivant le mode de calcul et le type de données nécessaires. Un document méthodologique sur les méthodes de comparaison (Jalon 1), qui vise à préciser la démarche de comparaison des indicateurs de risque de transfert des produits phytopharmaceutiques (pesticides) vers les eaux, telle qu'elle a été envisagée dans la proposition initiale du projet EQUIPE a été rédigé. Arvalis a

livré comme prévu des documents sur l'acquisition des données expérimentales sur les sites parcellaires.

3.2. Retards, difficultés rencontrées

Par rapport au calendrier initial, il nous manque encore quelques jeux de données dont celui d'ARVALIS-Institut du végétal et de l'ARAA sur le dispositif de Geispitzen traitant des transferts par ruissellement hortonien (celui de la Jaillière portant sur le ruissellement par saturation). Pour la Lorraine, il n'est pas certain que les données acquises par bougies poreuses soient exploitables. F. Pierlot a engagé une campagne de vérification des analyses et les données fournies par le laboratoire notamment sur le glyphosate posent beaucoup de questions. L'acquisition d'autres données INRA (Toulouse, Dijon) n'a pas encore été entreprise faute de temps.

4. Conclusions

En conclusion, ce projet fonctionne bien. La collaboration entre ARVALIS-Institut du végétal et l'INRA notamment a créé une bonne dynamique dans le projet. Le calendrier a été légèrement réaménagé. L'action 1 souffre d'un retard par rapport au calendrier prévisionnel en ce qui concerne les tests parcellaires. Cette partie représente une partie importante du projet. L'ajout de moyens humains additionnels autofinancés permettra de combler ce retard.

Les premiers résultats montrent de faibles corrélations entre sorties d'indicateurs et valeurs mesurées. L'étape suivante va être la réalisation de tests complémentaires comme prévus dans le programme initial du projet.

Références citées

- Bockstaller C.,Guichard L.,Makowski D.,Aveline A.,Girardin P., Plantureux S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 139-149.
- Brown C. D.,Bellamy P. H., Dubus I. G., 2002. Prediction of pesticide concentrations found in rivers in the UK. *Pest Management Science*, 58, 363-373.
- Dijkman T. J.,Birkved M., Hauschild M. Z., 2012. PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17, 973-986.
- Keichinger O.,Benoit P.,Boivin A.,Bourrain X.,Briand O.,Chabert A.,Domange N.,Dubus I. G.,Gouy V.,Guichard L.,Pitrel M.,Pleyber E.,Roulier S.,Zahm F., Bockstaller C., 2013. GUIDE : développement d'un outil d'aide à la sélection d'indicateurs de risques liés à la présence des produits phytopharmaceutiques dans les milieux aquatiques - Mise au point, applications et perspectives. *Innovations Agronomiques*, 28, 1-13.
- Larsbo M.,Roulier S.,Stenemo F.,Kasteel R., Jarvis N., 2005. An improved dual-permeability model of water flow and solute transport in the vadose zone. *Vadose Zone Journal*, 4, 398-406.
- Lindahl A. M. L., Bockstaller C., 2012. An indicator of pesticide leaching risk to groundwater. *Ecological Indicators*, 23, 95-108.
- Pelzer E.,Fortino G.,Bockstaller C.,Angevin F.,Lamine C.,Moonen C.,Vasileiadis V.,Guérin D.,Guichard L.,Reau R., Messéan A., 2012. Assessing innovative cropping systems with DEXiPM, a qualitative multi-criteria assessment tool derived from DEXi. *Ecological Indicators*, 18, 171-182.
- Réal B.,Maillet-Mezerau J., Thierry J., 2008. Transferts de produits phytosanitaires : bien choisir les périodes d'applications. *Perspectives Agricoles*, n°347, 16-19.

Wohlfahrt J., 2008. Développement d'un indicateur d'exposition des eaux de surface aux pertes de pesticides à l'échelle du bassin versant Doctorat INPL, Institut National Polytechnique de Lorraine, UMR Nancy-Université - INRA 1121, Nancy, 197 p.