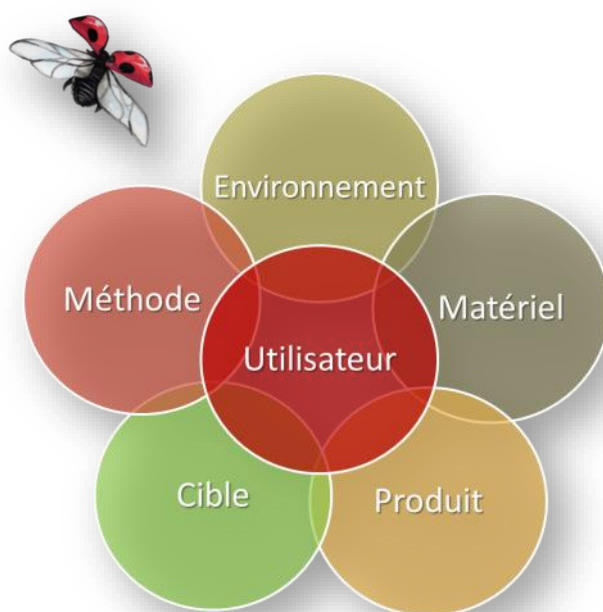




Guide de l'utilisateur

PHYTO'AIDE est un outil d'aide à la décision évaluant les risques de transfert des pesticides vers l'environnement. Il permet de déterminer les marges de progrès et proposer différents leviers pour limiter ces transferts. L'acteur utilisateur est au centre du processus de décision lors de l'usage d'un pesticide. **PHYTO'AIDE** a été développé par le CIRAD¹ dans le cadre du projet ECOFRUT² pour accompagner cet utilisateur et son conseiller. **PHYTO'AIDE** apporte un conseil personnalisé, lequel varie en fonction du pesticide utilisé mais aussi des conditions d'utilisation de ce pesticide.



PHYTO'AIDE repose sur les résultats de l'indicateur d'évaluation **I-PHY**. C'est un indicateur de la méthode d'évaluation **Indigo**[®] développée par l'INRA Colmar³. **I-PHY** fournit un score de risque de transfert des pesticides vers l'environnement (eaux de

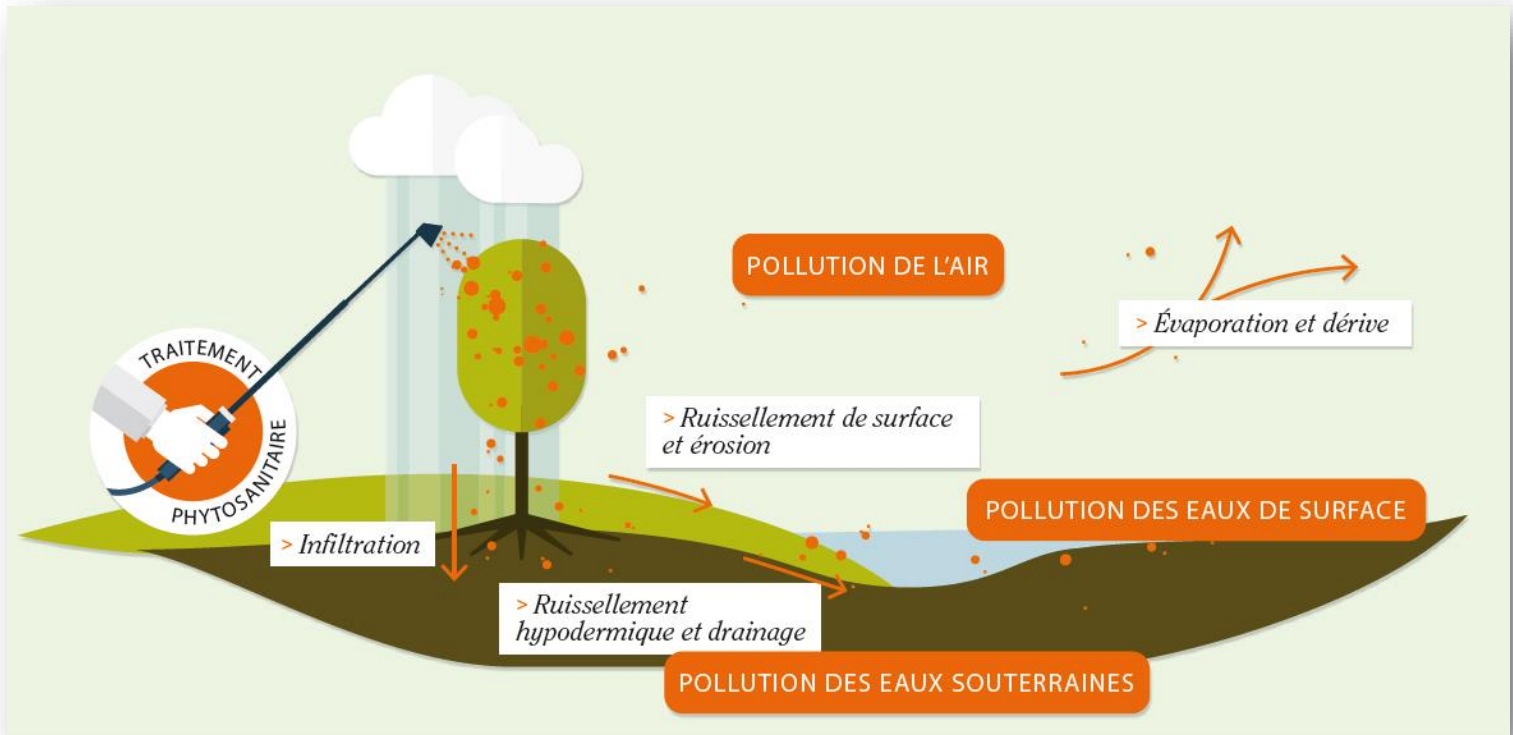
¹ PHYTO'AIDE est le fruit d'un travail collaboratif coordonné par l'équipe ECOS de l'UR-HortSys du CIRAD Réunion. Différents acteurs y ont contribué et notamment l'ARMEFLHOR, l'ARS, le BRGM, la Chambre d'agriculture de La Réunion, COROI, la DAAF, la DEAL, eRcane, la FDGDON, l'Office de l'eau et Tereos océan Indien. Le développement informatique de PHYTO'AIDE a été réalisé par l'équipe ARTISTS de l'UR-AIDA du CIRAD avec l'appui des biométriciens de l'UMR PVBMT (CIRAD/Université de La Réunion).

² ECOFRUT : nouveaux systèmes de culture ECOlogiques et durables pour des productions FRUitières de qualité en milieu Tropical, projet financé par le FEADER

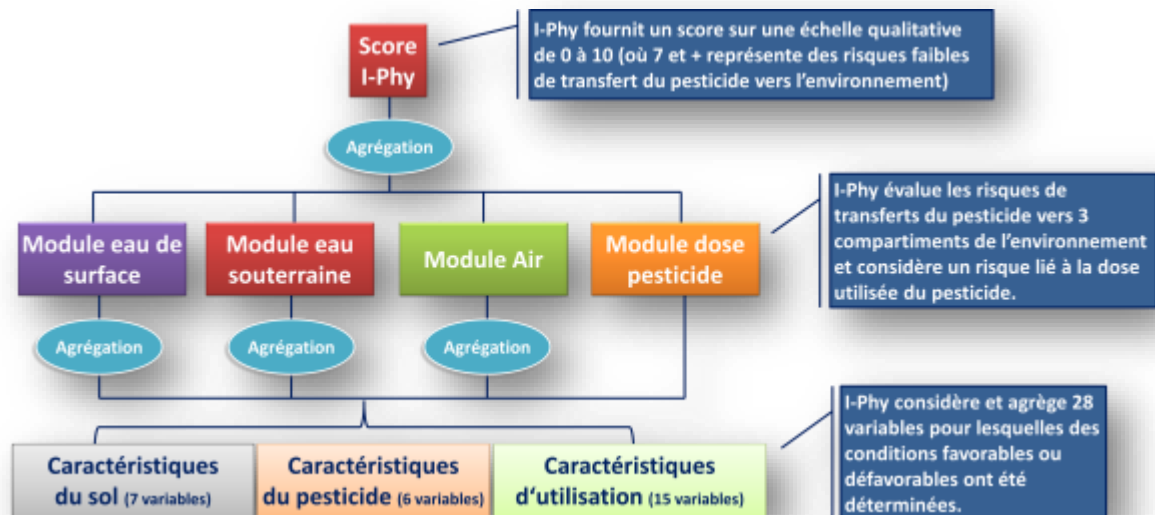
³ INRA, UMR1121 INPL/ENSAIA/INRA

surface et souterraine et air) sur une échelle qualitative de 0 à 10 (où un score supérieur à 7 est considéré comme limitant les risques de transfert).

I-PHY prend en compte les risques de transfert des pesticides vers l'environnement selon les mécanismes schématisés ci-dessous.



L'indicateur **I-PHY** modélise ces différents transferts du pesticide vers l'environnement en agrégeant 28 variables comme synthétisé ci-dessous. Il prend en compte les caractéristiques du pesticide, de la parcelle (sol et aménagement), les conditions environnementales et le matériel utilisé pour aboutir à son score agrégé.



PHYTO'AIDE utilise une version d'**I-PHY** adaptée aux conditions de culture tropicales (fortes pluviométries, pentes importantes, températures élevées...) et particulièrement aux cultures fruitières pérennes et à la canne à sucre (prise en compte de pratiques ou conditions culturelles spécifiques).

Les bonnes pratiques phytosanitaires

L'utilisation de l'outil d'aide à la décision **PHYTO'AIDE** requiert l'acceptation des bonnes pratiques phytosanitaires que nous résumons ci-dessous :

- Le respect de la dose homologuée de la substance active.
- L'utilisation d'un appareil de traitement régulièrement étalonné.
- L'adéquation du matériel à son usage par exemple le type de buse de l'appareil de traitement.
- La bonne utilisation du matériel de traitement et notamment le réglage de la pression en fonction de la buse, la vitesse d'avancement, le débit des buses (et leur entretien) et la hauteur de la pulvérisation en fonction des organes à traiter (le plus près possible de la végétation).

I-PHY et **PHYTO'AIDE** ne considèrent pas les risques pour la santé humaine, les règles d'usage (protection individuelle notamment) doivent donc être respectées.

PHYTO'AIDE fournit beaucoup plus qu'un score... en effet, cet outil aide à identifier les leviers pour réduire les transferts du pesticide vers l'environnement. Ces leviers sont constitués d'un ensemble de 11 variables parmi les 28 variables d'entrée d'**I-PHY** sur lesquelles le producteur a plus ou moins un moyen d'action. Les 17 variables restantes sont soit liées aux caractéristiques de la substance active testée (DT 50, DJA, KH, Koc, Aquatox et la dose), soit aux caractéristiques du sol testé (type, profondeur, pH, taux matière organique, présence/absence d'argile gonflante, pente, sol filtrant ou

non) ou soit à des variables peu influentes sur le score d' **I-PHY** dans nos conditions d'utilisation et selon le type de pesticide (herbicide ou autre).

Phyto'Aide considère donc 10 variables qui nous servent à construire des scénarios d'utilisation selon deux conditions de ces variables, une condition d'utilisation favorable et l'autre défavorable.

Phyto'Aide teste donc simultanément 1024 scénarios (2^{10}) et construit un arbre de régression par des méthodes statistiques⁴, arbre qui devient un véritable outil d'aide à la décision.

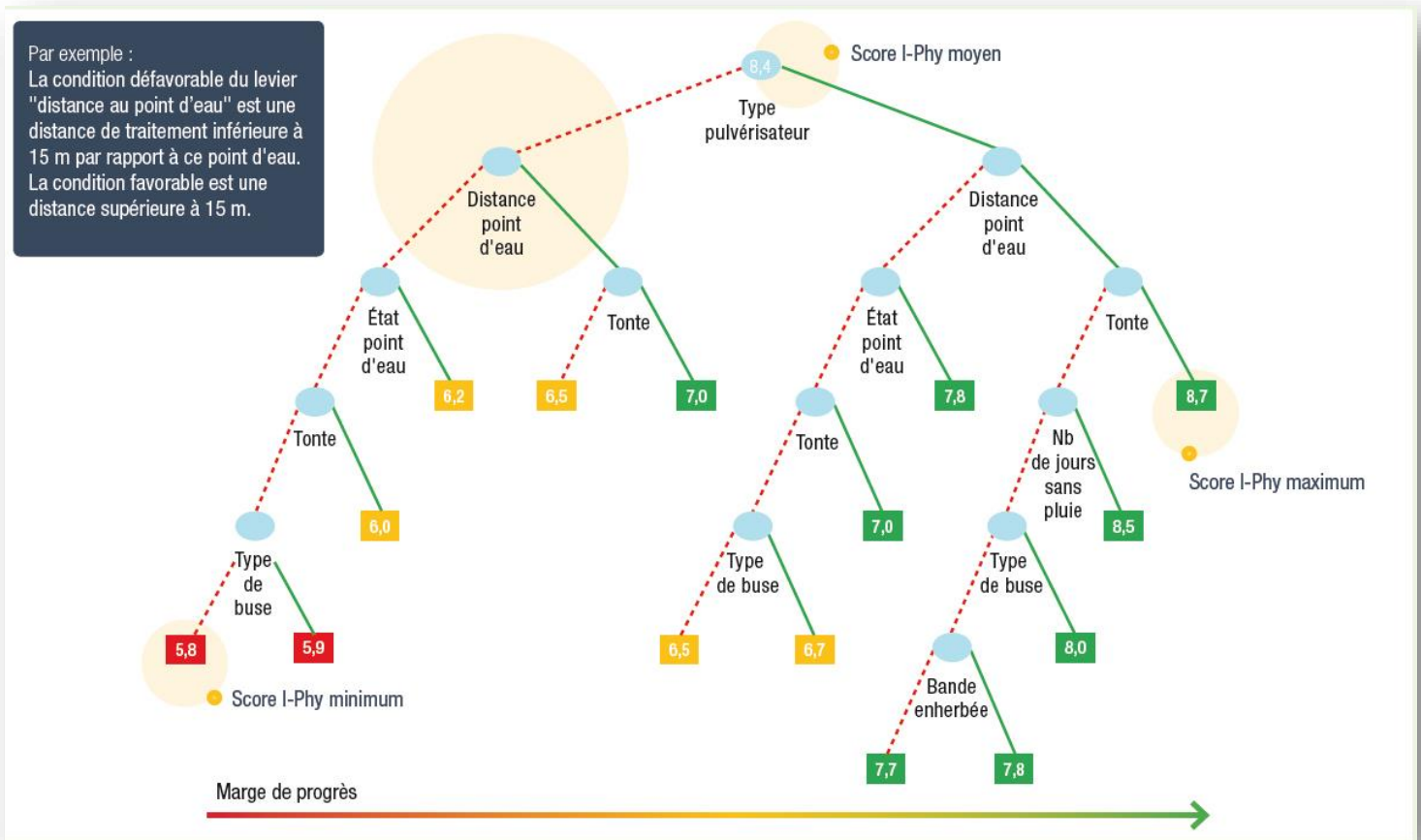
⁴ Méthode CART : Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J., 1984. Classification and Regression Trees, Chapman and Hall Wadsworth, USA.

Les 10 variables, leurs conditions favorables/défavorables et les niveaux d'action du producteur sont les suivants :

1. La distance d'application du pesticide par rapport à un point d'eau est supérieure (condition favorable) ou inférieure à 15 mètres (condition défavorable). **Le producteur a une possibilité d'action partielle, il subit la présence de ce cours d'eau mais il peut faire le choix de ne pas traiter la zone sensible tout en traitant le reste de la parcelle.**
2. Ce point d'eau est en eau (condition défavorable) ou pas (condition favorable). **Même levier d'action que le point précédent, il subit l'état du cours d'eau mais il peut faire le choix de ne pas traiter la zone sensible tout en traitant le reste de la parcelle.**
3. Le pesticide est appliqué en période humide (condition défavorable) ou sèche (condition favorable). **Le producteur a une possibilité d'action partielle car il peut être contraint de traiter durant une période à risque.**
4. Le nombre de jour sans pluie et/ou sans irrigation après l'application du pesticide, si inférieur ou égal à 3 jours (condition défavorable), si supérieur à 30 jours (condition favorable). La quantité d'eau (pluie et/ou une irrigation) est comptabilisée lorsque le cumul atteint 5 mm. **Le producteur a une possibilité d'action partielle, il subit les risques de pluie mais il a une marge de manœuvre sur l'irrigation qu'il peut ne pas déclencher en période à risque.**
5. Le type de pulvérisateur utilisé. Les différents pulvérisateurs sont classés en 2 groupes : pulvérisateurs limitants les risques de dérive du produit phytosanitaire (condition favorable) et les autres pulvérisateurs (condition défavorable). **Le producteur a une possibilité d'action totale sur le choix de son matériel.**
6. Le type de buse du pulvérisateur, si utilisation d'une buse à fente classique (condition défavorable) si utilisation d'une buse antidérive (condition favorable). **Le producteur a une possibilité d'action totale sur le choix de son matériel.**
7. La présence (condition favorable) ou non (condition défavorable) d'un cache antidérive (cas des herbicides). **Le producteur a une possibilité d'action totale sur le choix de son matériel.**
8. La présence (condition favorable) ou non (condition défavorable) d'une bande enherbée autour de la parcelle. **Le producteur a une possibilité d'action partielle sur la possibilité d'installer ce type de dispositif.**
9. L'état de couverture du sol au moment du traitement : partiel (condition défavorable) ou total dont paillage (condition favorable). **Le producteur a une possibilité d'action totale.**
10. Position d'application du pesticide :
 - a. Cas des herbicides : application sur sol nu (condition défavorable) ou désherbage localisé (condition favorable). **Le producteur a une possibilité d'action partielle notamment si un traitement de type prélevé est indispensable.**
 - b. Cas des autres pesticides : le nombre de jours entre le traitement et la dernière opération d'entretien de l'enherbement (fauchage ou désherbage) inférieur à 20 (condition défavorable) ou supérieur à 20 (condition favorable). **Le producteur a une possibilité d'action partielle notamment si un traitement est obligatoire.**

PHYTO'AIDE fournit ses résultats sous une forme graphique en générant un arbre de régression et un graphique de contribution. Ces différents résultats varient d'un pesticide à l'autre et d'un sol à l'autre.

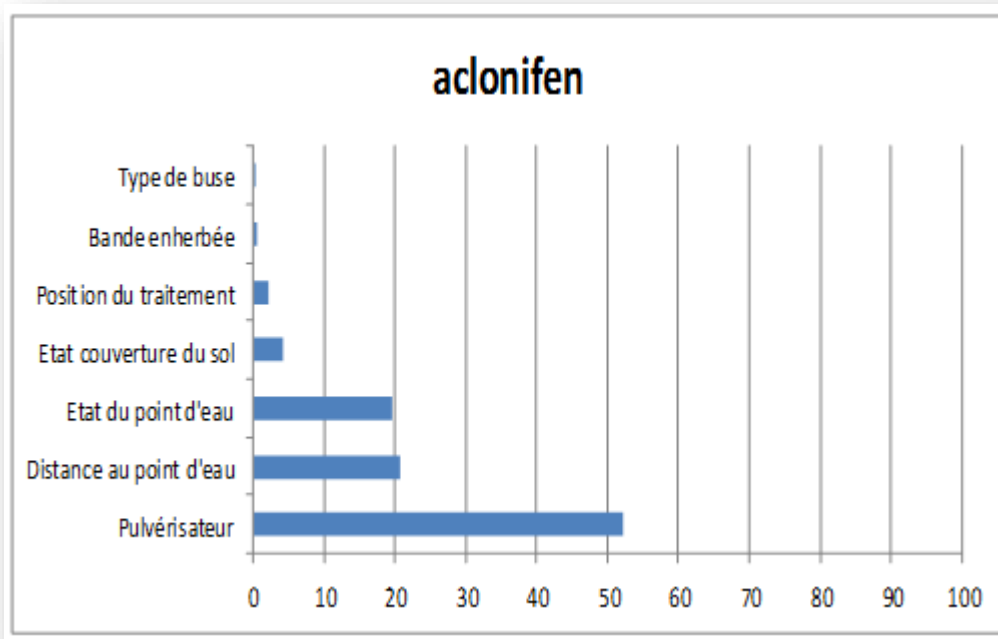
1. L'arbre de régression



Comment lire et interpréter cet arbre ?

L'arbre de régression PHYTO'AIDE permet de visualiser comment se répartissent les scores des 1024 scénarios d'utilisation du pesticide. Ces scénarios sont construits en faisant varier les variables d'utilisation (type de pulvérisateur, de buse, distance à un point d'eau...) constitutives du score d'I-PHY (sauf celles du pesticide et du sol que l'utilisateur a fixé selon le cas d'étude). Les variations testées le sont sur les valeurs dites favorable ou défavorable de chaque variable. De sorte que, partant du score moyen I-PHY de tous les scénarios testés (score affiché dans le rond bleu en haut de l'arbre), selon que la valeur prise par la variable est favorable ou défavorable, ce score moyen va être dégradé (branche rouge de l'arbre, ce qui signifie que le risque augmente) ou au contraire augmenté (branche verte de l'arbre, ce qui signifie que le risque diminue). Plus les variables sont hautes dans l'arbre plus elles ont d'importance dans la construction du score d'I-PHY. Le score minimum de tous les scénarios testés par PHYTO'IADE est en bas à gauche de l'arbre et le maximum à droite. La différence entre ces deux scores constitue la marge de progrès possible en manœuvrant les différents leviers (passage de la condition défavorable à favorable des variables). Ces scores correspondent à un risque de transfert du pesticide vers l'environnement sur une échelle qualitative de 0 à 10 (où un score supérieur à 7 est considéré comme limitant les risques de transfert).

2. Le graphique de contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy



Le deuxième résultat généré par **PHYTO'AIDE** est le graphique de contribution des variables. Sa lecture est simple. En effet, plus une variable a d'importance dans la construction du score d'I-PHY, plus son pourcentage de contribution sera élevé. Dans l'exemple ci-dessus, pour l'aclonifen (herbicide) testé sur un sol réunionnais, le type de pulvérisateur utilisé a le plus d'importance (de 52 % de contribution) suivi de la distance du traitement au point d'eau (20.7 %) et à l'état de ce dernier (19.7 %). Les autres variables ont quant à elles moins d'importance. L'analyse de ce graphique permet d'identifier rapidement sur quelles variables il convient d'apporter prioritairement son attention.



PHYTO'AIDE est un outil d'aide à la décision
développé dans le cadre du Plan Ecophyto



Références à consulter sur I-PHY et PHYTO'AIDE

Bockstaller C., Wohlfahrt, J., Hubert, A., Hennebert, P., Zahm, F., Vernier, F., Mazzela, N., Keichinger, O., Girardin, P., 2008. Les indicateurs de risque de transfert de produits phytosanitaires et leur validation: exemple de l'indicateur I-Phy. Ingénieries 86, 103-114.

Boullenger G., Le Bellec F., Girardin P., Bockstaller C. 2008. Evaluer l'impact des traitements des agrumes sur l'environnement : adaptation d'I-Phy, indicateur environnemental d'effet de l'utilisation des produits phytosanitaires, à l'agrumiculture guadeloupéenne. Phytoma - la défense des végétaux 617, 22-25.

Devilliers, J., Farret, R., Girardin, P., Rivière, J.-L., Soulas, G., 2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides. ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Le Bellec F., Vélu A., Le Squin S., Michels T., 2013. Utilisation de l'indicateur I-PHY comme outil d'aide à la décision en verger d'agrumes à la Réunion - Le cas de la lambda-cyhalothrine. Innovations Agronomiques, 31, 61-73.

Le Bellec F., Vélu A., Fournier P., Le Squin S., Michels T., Tendero A., Bockstaller C., 2015. Helping farmers to reduce herbicide environmental impacts. Ecological Indicators, accepted, in press.

Reus, J., Leendertse, P., Bockstaller, C., Fomsgaard, I., Gutsche, V., Lewis, K., et al., 2002. Comparison and evaluation of eight pesticide environmental risk indicators developed in Europe and recommendations for future use. Agr. Ecosyst. Environ. 90, 177-187.

Van der Werf H.M.G., Zimmer C., 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. Chemosphere 36, 2225-2249.

Le site des indicateurs agri-environnementaux Indigo de l'Inra :
<https://means.inrae.fr/content/download/3628/35108?version=2>

Sur les bonnes pratiques phytosanitaires

Ziberlin O. (coordinateur), 2010. Guide des bonnes pratiques agricoles à la Réunion – DAAF Réunion. pp 155-165.

Sur les risques de transferts et de dérives des produits phytosanitaires

Bernard, H., Chabalière, P.F., Chopart, J.L., Legube, B., Vauclin, M., 2005. Assessment of herbicides leaching risk in two tropical soils of Reunion Island. J. Environ. Qual. 34, 534-546.

Damm, M.A., Van den Brink, P.J., 2010. Implications of differences between temperate and tropical freshwater ecosystems for the ecological risk assessment of pesticides. Ecotoxicology, 19, 24-37.

Butler-Ellis, M. C., Swan, T., Miller, P.C.H., Waddelow, S., Bradley, A., Tuck, C.R., 2002. Design factors affecting spray characteristics and drift performance of air induction nozzles, Biosystems Engineering 82, 289-296.

Davis, A.M., Thorburn, P.J., Lewis, S.E., Bainbridge, Z.T., Attard, S.J., Milla, R., Brodie, J.E., 2011. Environmental impacts of irrigated sugarcane production: Herbicide run-off dynamics from farms and associated drainage systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 180, 123-135.

Devilliers, J., Farret, R., Girardin, P., Rivière, J.-L., Soulas, G., 2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides. ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Gustafson, D.I., 1989. Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 339-357.

Piché M., 2008. La dérive des pesticides : prudence et solutions. Agriculture, pêche et alimentation, Québec, 15 p.

Voltz, M., Alix, A., Barriuso, E., Bedos, C., Bonicelli, B., Caquet, T., Dubus, I., Gascuel, C., Gril, J.N., 2005. Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques, in : Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.N., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Voltz, M., (eds), Pesticides, agriculture et environnement – Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective INRA-Cemagref, chapitre 3, pp. 1-219.