

# Description de l'outil de diagnostic et d'évaluation de la performance du processus de transition agroécologique ESSIMAGE

## 1. Présentation générale de l'outil ESSIMAGE

Le processus de transition agroécologique est un processus dynamique qui se caractérise par différentes relations entre des enjeux, des objectifs, des techniques agricoles, des moyens de mise en œuvre et des impacts (techniques, environnementaux, économiques et sociaux). Des changements au niveau de ces relations peuvent intervenir en permanence. Un modèle conceptuel basé sur trois matrices est donc construit à partir de la dynamique du comportement agroécologique.

L'outil développé permet d'évaluer le processus de transition agroécologique sur trois échelles: agro-environnementale, sociale et économique. A chaque échelle correspond un ou deux enjeux. Pour l'échelle agro-environnementale, on distingue les enjeux *Environnement* et *Protection de la culture*. Les enjeux *Santé* et *Société* appartiennent à l'échelle sociale alors que l'échelle économique est constituée de l'enjeu *Economie*. La détermination de ces enjeux a été basée sur les principes de l'agriculture durable et la multifonctionnalité de l'activité agricole. Pour répondre aux enjeux, il est nécessaire de mettre au point une ou plusieurs techniques agricoles. Pour cela, une première matrice mettant en évidence la relation entre **les objectifs** et **les techniques agricoles** est établie. Chaque technique agricole possède une ou plusieurs méthodes de mise en œuvre et nécessite l'utilisation d'un ou plusieurs outils. Une deuxième matrice est alors déterminée afin de présenter **les moyens** (méthodes et outils) qui peuvent intervenir dans la mise en place **des techniques agricoles**, ainsi que leurs caractéristiques. Chaque pratique agricole peut avoir plusieurs impacts environnementaux et/ou sociaux et/ou techniques et/ou économiques. La relation entre **techniques agricoles** et **impacts** fait donc l'objet d'une troisième matrice. Une modification au niveau des techniques agricoles, donc au niveau des itinéraires techniques choisis entraîne alors des changements au niveau des moyens de mise en œuvre et des impacts (Figure 1).

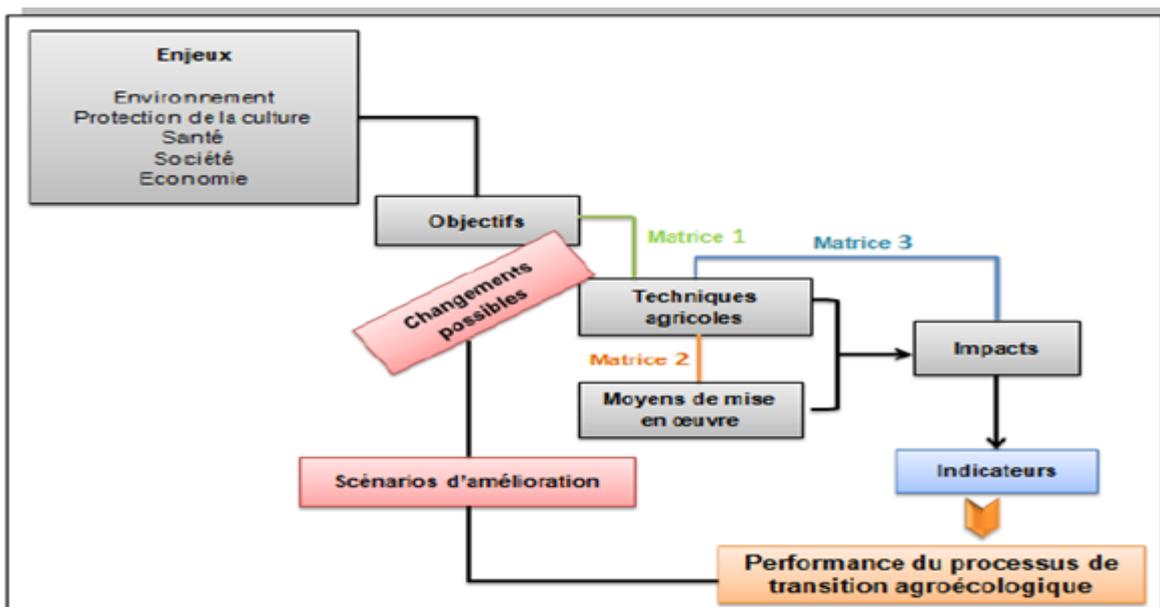
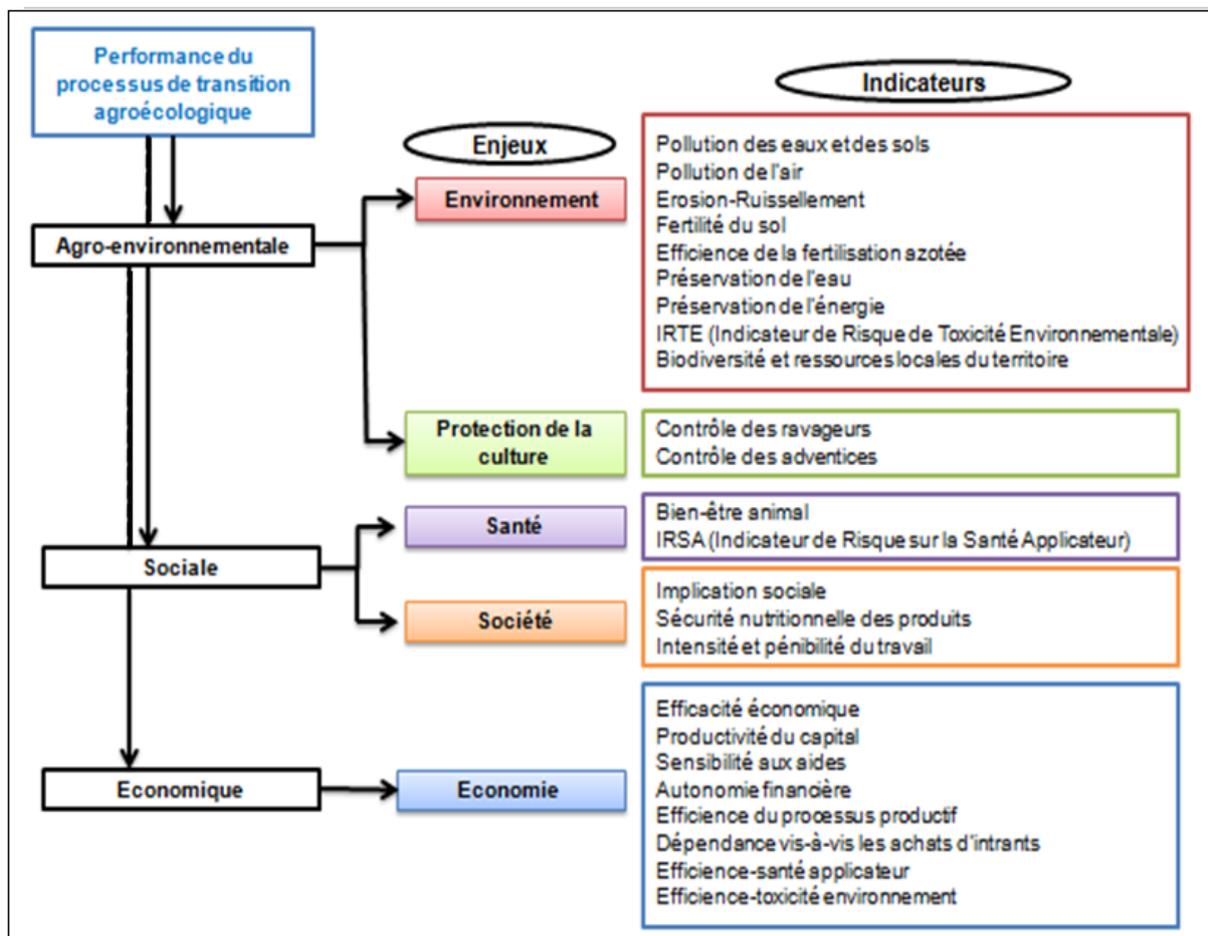


Figure 1. Présentation du modèle conceptuel

L'évaluation de la performance du processus de transition agroécologique d'une exploitation agricole consiste à estimer les impacts des différentes techniques et/ou actions agroécologiques mises en place. Cette évaluation nécessite l'établissement des indicateurs, qui représentent des grandeurs spécifiques observables et mesurables, permettant de porter une appréciation générale sur la transition par rapport à la situation initiale, de positionner les exploitations agricoles par rapport à "un seuil de performance agroécologique" et de les comparer entre elles. Cette évaluation est très importante afin de définir les réorientations à donner à l'action en proposant d'autres scénarios d'amélioration en cas de résultats non satisfaisants. Des changements au niveau des objectifs et des techniques agricoles peuvent alors être envisagés (Figure 1). Vingt-quatre indicateurs renseignant sur les performances agro-environnementale, sociale et économique de la transition agroécologique sont établis en fonction de ces enjeux (Figure 2).



**Figure 2.** Présentation générale de l'outil de diagnostic et d'évaluation de la transition agroécologique ESSIMAGE (Evaluation et Simulation de Systèmes Agroécologiques)

Considérée comme un modèle d'agriculture durable, l'agroécologie doit répondre à des objectifs qui s'insèrent parfaitement dans l'approche du développement durable. Des techniques ou pratiques agricoles sont nécessaires pour réaliser ces objectifs. La transition agroécologique encourage le recours à des pratiques agricoles dites "durables" qui constituent un ensemble de règles à respecter dans l'installation et la conduite des cultures afin d'optimiser la production, tout en réduisant le plus possible leurs risques vis-à-vis de l'homme et de l'environnement. Les indicateurs établis sont des

indicateurs à notation. Ils ont été déterminés en se basant sur les objectifs de la transition agroécologique. En effet, l'idée est de mesurer la réussite du processus de transition agroécologique, d'évaluer donc la réalisation des différents objectifs. A chaque objectif correspond alors un ou plusieurs indicateurs (Tableau 1). Ces indicateurs ont deux origines principales: *i*) des indicateurs inspirés des méthodes IDEA et RAD d'évaluation de la durabilité des exploitations conventionnelles (bien-être animal, sensibilité aux aides et efficacité du processus productif de la méthode IDEA; efficacité économique, productivité du capital et biodiversité et ressources locales de la méthode RAD) et *ii*) de nouveaux indicateurs élaborés à partir d'une recherche bibliographique et du contexte de l'étude. Les différents indicateurs ne sont pas établis ni calculés de la même manière, pour cela, ils sont divisés en trois groupes.

**Tableau 1** Objectifs & Indicateurs

<b>Objectifs</b>	<b>Indicateurs</b>
<b>Diminuer la pollution des eaux et des sols</b>	Pollution des eaux et des sols
<b>Conserver et améliorer la qualité de l'air</b>	Pollution de l'air
<b>Limiter l'érosion et le ruissellement</b>	Erosion-ruissellement
<b>Améliorer la fertilité des sols</b>	Fertilité du sol
<b>Améliorer l'efficacité de la fertilisation azotée</b>	Efficacité de la fertilisation azotée
<b>Préserver la ressource en eau</b>	Préservation de la ressource eau
<b>Préserver les ressources énergétiques</b>	Préservation de l'énergie
<b>Préserver les organismes vivants et les compartiments physicochimiques de l'environnement</b>	IRTE (Indicateur de Risque de Toxicité Environnementale)
<b>Conserver la biodiversité et les ressources territoriales</b>	Biodiversité et ressources locales du territoire
<b>Lutter contre les ravageurs</b>	Contrôle des ravageurs
<b>Lutter contre les adventices</b>	Contrôle des adventices
<b>Conserver le bien-être animal</b>	Bien-être animal
<b>Préserver la santé humaine (de l'applicateur)</b>	IRSA (Indicateur de Risque sur la Santé de l'Applicateur)
<b>Renforcer l'implication sociale des exploitants</b>	Implication sociale
<b>Améliorer la sécurité nutritionnelle des produits</b>	Sécurité nutritionnelle des produits
<b>Diminuer l'intensité et la pénibilité du travail</b>	Intensité et pénibilité du travail
<b>Améliorer l'efficacité de l'activité agricole</b>	Efficacité économique Productivité du capital
<b>Améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources</b>	Efficacité du processus productif Efficacité-santé applicateur Efficacité-toxicité environnement
<b>Renforcer l'autonomie de l'exploitant</b>	Sensibilité aux aides Autonomie financière Dépendance vis-à-vis les achats d'intrants

## 2. Description des indicateurs et de leurs paramètres

### ➤ *Groupe 1: Indicateurs autres que l'IRTE, l'IRSA et économiques*

Ces indicateurs renseignent sur les performances des techniques agricoles. Chaque indicateur représente toutes les techniques qui peuvent intervenir dans la réalisation de l'objectif auquel il correspond. Une même technique peut répondre à plusieurs objectifs et être présente dans plusieurs indicateurs, et l'effet de sa mise en place peut être positif ou négatif. L'effet, qu'il soit négatif ou positif, est donc pris en compte dans l'identification des paramètres de l'indicateur. L'utilisation des pesticides chimiques par exemple permet non seulement de lutter contre les ravageurs et les adventices des cultures, mais entraîne aussi la pollution des eaux, la diminution de la fertilité des sols, la dégradation de la biodiversité, etc. Chaque indicateur permet d'estimer la réalisation de l'objectif "en quantifiant" l'effet de chaque technique agricole. Il permet de voir si les techniques mises en place contribuent à la réalisation de l'objectif (ex: réduire la pollution des eaux et des sols) ou le contraire (l'augmenter). Ces indicateurs se présentent sous forme d'une *équation* de type  $Y = f(X)$  (avec Y:

indicateur ; X: paramètres). Les paramètres de chaque indicateur ne sont autres que les techniques et/ou actions agricoles qui peuvent intervenir dans la réalisation de l'objectif auquel il correspond.

$$\text{Indicateur} = \sum f(\text{Techniques \& actions agricoles})$$

L'établissement des équations de ces indicateurs nécessite deux types de classement des paramètres. Un classement en fonction des modes et systèmes de production, et des productions agricoles, et un autre classement en fonction des échelles: l'exploitation agricole et la parcelle culturale. Chaque production agricole est caractérisée par la mise en place d'un ensemble spécifique de techniques agricoles. En revanche, une même technique agricole peut également être utilisée pour différentes productions agricoles. Trois types de systèmes de production (polyculture, polyculture-élevage et élevage), huit productions végétales (céréales, oléoprotéagineux, arboriculture, viticulture, cultures industrielles, maraichage, plantes ornementales et prairies (fourrage)) et la production animale (élevage) ont alors été choisis. Pour le maraichage et les plantes ornementales, le classement des techniques agricoles est fait selon deux modes de production: serriculture (cultures sous-serre ou sous-abris) et plein champ. Certaines techniques s'appliquent à l'échelle de l'exploitation agricole alors que d'autres (le traitement avec des produits phytosanitaires, l'utilisation du cuivre et/ou du soufre ainsi que la fertilisation N, P, K) n'intéressent que les cultures, elles ne s'appliquent donc qu'à l'échelle de la parcelle. Par conséquent, il est important de classer les différents paramètres selon deux niveaux: exploitation et parcelle.

A partir de ces deux classements, deux types d'équations sont établis en fonction des indicateurs: *i*) une équation au niveau de l'exploitation agricole en fonction des modes et systèmes de production, et des productions agricoles, et *ii*) une équation au niveau de la parcelle culturale qui reste toujours la même indépendamment des productions agricoles car le traitement chimique ou biologique et la fertilisation s'appliquent à toutes les productions en plein champ ou sous abri. Pour pouvoir calculer les indicateurs de ce groupe, il faut d'abord déterminer les modes d'identification de leurs paramètres. Les méthodes d'évaluation de la durabilité IDEA et DIALECTE sont à l'origine de certains modes d'identification alors que le reste a été déterminé dans le cadre de cette étude.

### ➤ **Groupe 2: Les indicateurs IRTE et IRSA**

Le besoin d'avoir des indicateurs opérationnels de gestion des risques phytosanitaires sur la santé de l'applicateur et les compartiments environnementaux a donc conduit notre équipe de recherche de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier à développer, dans le cadre du projet TRam (Le Grusse et al. 2014), l'indicateur IRSA (Indicateur de Risque sur la Santé de l'Applicateur) et l'indicateur IRTE (Indicateur de Risque de Toxicité Environnementale) (Ayadi 2013 ; Le Grusse et al. 2014 ; Mghirbi et al. 2017).

L'IRSA évalue les toxicités aiguës et chroniques des produits phytosanitaires en prenant en compte les propriétés physico-chimiques et toxicologiques des matières actives (Le Grusse et al. 2014; Mghirbi et al. 2015). L'IRTE permet d'évaluer les impacts écotoxicologiques des produits phytosanitaires sur les organismes vivants non-cibles (invertébrés terrestres, oiseaux herbivores et organismes aquatiques) et les comportements physicochimiques dans les différents milieux récepteurs (mobilité, persistance et bioaccumulation dans le sol) (Ayadi 2013; Le Grusse et al. 2014). Ces deux indicateurs sont calculés à l'hectare et peuvent être déclinés à différentes échelles spatiales (parcelle, exploitation, bassin versant,

etc.). Pour automatiser leur calcul, un logiciel "EToPhy"<sup>1</sup> a été développé par notre équipe de recherche de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. Il est principalement basé sur la jointure de deux bases de données: une sur les propriétés physico-chimiques, écotoxicologiques et toxicologiques des pesticides (Footprint)<sup>2</sup> et l'autre sur les propriétés commerciales des produits phytosanitaires: formulation, composition, cible, etc. (Lexagri)<sup>3</sup>.

➤ **Groupe 3: Les indicateurs économiques**

Pour être performante, une exploitation agricole doit être autonome, efficace et efficiente. Les huit indicateurs économiques choisis intègrent parfaitement ces critères (Tableau 2). Ils renseignent sur la situation financière de l'exploitation et les problématiques concernant l'utilisation des intrants. A l'exception des équations de *l'efficience-santé applicateur* et *l'efficience-toxicité environnement*, les équations des autres indicateurs économiques sont définies à partir des deux méthodes IDEA et RAD, et de la littérature. L'efficience économique de risques pesticides renseigne sur l'efficience et l'efficacité de l'exploitation agricole par rapport à l'usage des produits phytosanitaires et au revenu obtenu par l'exploitant estimé par la marge brute à l'hectare. Elle traduit la corrélation entre l'usage des pesticides (l'efficience) et le revenu obtenu par l'exploitant à l'hectare (l'efficacité). Le recours aux pesticides génère des effets négatifs à la fois sur la santé de l'applicateur et sur l'environnement. Pour cela, deux indicateurs sont établis: *efficience-santé applicateur* et *efficience-toxicité environnement*. Le premier indicateur renseigne sur l'efficience et l'efficacité de l'exploitation agricole par rapport aux risques des pesticides sur la santé de l'applicateur et son revenu. Autrement dit, il exprime la relation entre l'utilisation des produits phytosanitaires toxiques pour la santé de l'applicateur et la marge brute obtenue à l'hectare. Le deuxième indicateur informe sur l'efficience et l'efficacité de l'exploitation par rapport aux risques des pesticides sur l'environnement et le revenu de l'exploitant. C'est-à-dire, il exprime la relation entre l'utilisation des produits phytosanitaires toxiques pour l'environnement et la marge brute obtenue à l'hectare.

**Tableau 2** Equations des indicateurs économiques

<b>Indicateurs</b>	<b>Equations</b>
<b>Efficacité économique</b>	Valeur ajoutée / Produit de l'activité
<b>Productivité du capital</b>	Valeur ajoutée / Quantité de capital utilisée (ou total d'actif)
<b>Sensibilité aux aides</b>	$\sum$ Aides directes / EBE
<b>Autonomie financière</b>	Fonds ou Capitaux propres / Total du bilan (ou total passif)
<b>Efficience du processus productif</b>	(Produit - Intrants) / Produit
<b>Dépendance vis-à-vis les achats d'intrants</b>	Intrants (€) / Chiffre d'affaire hors aides PAC
<b>Efficience-santé applicateur</b>	Marge brute/ha / IRSA pondéré/ha
<b>Efficience-toxicité environnement</b>	Marge brute/ha / IRTE pondéré/ha

<sup>1</sup> [EToPhy software \(2011\), APP deposit n°: IDDN.FR.001.060017.000.D.C.2011.000.31500](#)

<sup>2</sup> <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index.htm>

<sup>3</sup> <http://www.lexagri.com>

### 3. Description de calcul de la performance agroécologique

Le calcul de la performance agroécologique par rapport aux différents indicateurs peut être fait à trois niveaux en fonction des indicateurs: l'exploitation (indicateurs économiques et certains indicateurs du premier groupe), la parcelle (les indicateurs IRSA et IRTE) et les deux ensembles (le reste des indicateurs du premier groupe). Afin d'obtenir un indice de performance pour chaque indicateur, les différentes composantes d'un système de production agricole sont évaluées en attribuant des notes aux paramètres (techniques agricoles) des indicateurs du premier groupe, aux valeurs IRSA et IRTE pondérés/ha calculées pour les cultures, et aux résultats des équations des indicateurs économiques. Plus la note est élevée plus la performance est bonne. Pour certains paramètres des indicateurs du premier groupe, les notes attribuées sont fonction des indicateurs. En effet, une technique agricole peut ne pas avoir le même effet en fonction des objectifs.

Un système de notation constitué de quatre grilles de notation est défini pour calculer tous les indicateurs, et donc avoir des indices de performance: une première grille de notation des paramètres au niveau *Exploitation*, une deuxième au niveau *Parcelle* pour les indicateurs du premier groupe, une troisième grille économique et une dernière pour les valeurs IRSA et IRTE pondérés/ha. A l'exception de l'IRSA et de l'IRTE, les modes de notation ont été déterminés soit en s'inspirant des méthodes classiques d'évaluation de la durabilité IDEA, DIALECTE et RAD, soit en se basant sur des recherches bibliographiques et le contexte de l'étude. Pour attribuer des notes aux indicateurs IRSA et IRTE, des intervalles de valeurs par hectare ont été déterminés à partir des valeurs calculées par le logiciel "EToPhy" pour les produits phytosanitaires attribués à chaque culture.

La performance du processus de transition agroécologique d'une exploitation agricole par rapport aux différents indicateurs est déterminée en comparant les indices de performance obtenus avec les seuils de performance de ces indicateurs. Ces seuils ont été déterminés en attribuant les notes maximales aux résultats des indicateurs économiques, aux valeurs IRTE et IRSA pondérés/ha, et aux paramètres des indicateurs du premier groupe. Autrement dit, la note maximale de l'indicateur (ou la somme des notes maximales de ses paramètres) est égale à son seuil de performance agroécologique. Les indices de performance permettent de comparer les exploitations et les cultures entre elles. La comparaison peut concerner les itinéraires techniques, les stratégies de fertilisation, les pratiques de conservation, etc. Pour faciliter cette comparaison, nous avons considéré que tous les seuils de performance des indicateurs étaient égaux à 100% ce qui correspond en pourcentage à la valeur maximale. Pour les indicateurs du premier groupe dont les paramètres sont divisés entre les deux niveaux *Exploitation* et *Parcelle*, une conjonction entre ces derniers permet d'avoir une performance globale (niveau Global). Pour les indicateurs IRSA et IRTE, une performance globale peut également être calculée à partir d'une conjonction entre les différentes cultures. Afin d'estimer l'intensité de la performance de transition agroécologique d'une exploitation agricole par rapport à un indicateur donné, cinq classes de performance agroécologique globale ont été définies (Tableau 3). Dès lors, des pistes d'amélioration et des recommandations peuvent être proposées pour améliorer la performance globale du processus de transition agroécologique. Les interventions peuvent concerner l'échelle agro-environnementale et/ou l'échelle sociale et/ou l'échelle économique, ainsi que le niveau *Exploitation* et/ou le niveau *Parcelle*.

**Tableau 3** Classification de la performance agroécologique globale

Classe	Pourcentage de performance	Intensité de la performance agroécologique
1	0 - 20%	Très faible
2	20% - 40%	Faible
3	40% - 60%	Moyenne
4	60% - 80%	Bonne
5	80% - 100%	Très bonne

### Références bibliographiques

**Le Grusse P, Mandart E, Bouaziz A, Le Bars M, Bord JP, Fabre J (2014)** Gestion de la Toxicité en zone Ramsar (TRam). 68 p. rapport final, programme Pesticides (APR 2009).

**Ayadi H (2013)** Outils de gestion de la pollution phytosanitaire diffuse au niveau d'un territoire : cas d'application zone humide Ramsar de la Merja Zerga au Maroc. Thèse (Dr en Géographie et Aménagement de l'Espace, spécialité Agronomie) : Université Montpellier 3, (France).

**Mghirbi O, Ellefi K, Le Grusse P, Mandart E, Fabre J, Ayadi H, Bord JP (2015)** Assessing plant protection practices using pressure indicator and toxicity risk indicators: analysis of the relationship between these indicators for improved risk management, application in viticulture. *Environmental Science and Pollution Research* 22:8058-8074. doi: 10.1007/s11356-014-3736-4

**Mghirbi O, Le Grusse P, Fabre J, Mandart E, Bord JP (2017)** OptiPhy, a technical-economic optimisation model for improving the management of plant protection practices in agriculture : a decision-support tool for controlling the toxicity risks related to pesticides. *Environmental Science and Pollution Research* 24:6951–6972. doi: 10.1007/s11356-016-6775-1