



HAL
open science

Le management des connaissances liées aux usages des plantes

Pierre Silvie, Pierre Martin, Priscilla Keip, Marianne Huchard, Pascal Marnotte, Zakaria Ilboudo, Appolinaire Tagne, Samira Sarter

► To cite this version:

Pierre Silvie, Pierre Martin, Priscilla Keip, Marianne Huchard, Pascal Marnotte, et al.. Le management des connaissances liées aux usages des plantes : Une initiative combinant savoirs traditionnels et publications scientifiques pour l'approche One Health. Jean-Pierre Profizi; Stéphanie Ardila-Chauvet; Serge Muller; Anshuman Singh Rana; Hery Lisy Tiana Ranarijaona; Bonaventure Sonke; Claire Billot; Pierre Couteron; Maïté Delmas; Thi My Hanh Diep; Philippe Grandcolas; Kouami Kokou. Biodiversité des écosystèmes intertropicaux - Connaissance, gestion durable et valorisation, Chapitre 46, IRD Éditions, pp.683-699, 2021, Synthèse, 978-2-7099-2939-4. 10.4000/books.irdeditions.42309 . hal-03562392

HAL Id: hal-03562392

<https://hal.science/hal-03562392>

Submitted on 23 Feb 2022

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.

Éditeurs scientifiques

J.-P. Profizi, S. Ardila-Chauvet, C. Billot, P. Couteron,
M. Delmas, T. M. H. Diep, P. Grandcolas, K. Kokou,
S. Muller, A. S. Rana, H. L. T. Ranarijaona, B. Sonke

Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance,
gestion durable et valorisation



Biodiversité des écosystèmes intertropicaux

Connaissance, gestion durable
et valorisation

Éditeurs scientifiques

Jean-Pierre PROFIZI, Stéphanie ARDILA-CHAUVET, Claire BILLOT,
Pierre COUTERON, Maité DELMAS, Thi My HANH DIEP,
Philippe GRANDCOLAS, Kouami KOKOU, Serge MULLER,
Anshuman Singh RANA, Hery Lisy Tiana RANARIJAONA, Bonaventure SONKE

*Cet ouvrage est une contribution du programme
« Sud Expert Plantes Développement Durable » (SEP2D).
Il a bénéficié du soutien de Agropolis Fondation.*

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Collection Synthèses

Marseille, 2021

Photo 1^{re} de couverture

© IRD/R. Oslisly – Forêt galerie dans le parc national de la Lopé, Gabon.

Photo 4^e de couverture

© IRD/G. Villegier – Fruits de *Coffea liberica*, espèce endémique d'Afrique de l'Ouest, introduite à La Réunion.

Citation requise :

PROFIZI J.-P. et al. (éd.), 2021 : *Biodiversité des écosystèmes intertropicaux. Connaissance, gestion durable et valorisation*. Marseille, IRD Éditions, coll. Synthèse, 784 p.

Coordination fabrication

IRD/Catherine Guedj

Préparation éditoriale

Agropolis Production/Isabelle Amsallem

Mise en page

Desk (53)

Maquette de couverture

IRD/Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

IRD/Pierre Lopez

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contre-façon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2021

ISBN papier : 978-2-7099-2938-7
ISSN : 2431-7128

ISBN PDF : 978-2-7099-2939-4
ISBN epub : 978-2-7099-2940-0

Le management des connaissances liées aux usages des plantes

Une initiative combinant savoirs
traditionnels et publications scientifiques
pour l'approche *One Health*

Pierre SILVIE
IRD, France

Pierre MARTIN
Cirad, France

Priscilla KEIP
Cirad, France

Marianne HUCHARD
Université de Montpellier, France

Pascal MARNOTTE
Cirad, France

Zakaria ILBOUDO
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Appolinaire TAGNE
Irad, Cameroun

Samira SARTER
Cirad, France

Introduction

La gestion des connaissances, ou *Knowledge Management*, est une démarche managériale pluridisciplinaire, dont l'aboutissement est le développement de méthodes pour constituer un capital cognitif au service d'une organisation selon un objectif initialement défini. Une centaine de définitions sont toutefois mentionnées par GIRARD et GIRARD (2015), en lien avec la perception polysémique du terme « connaissance », telle que située sur la pyramide DIKW (*Data, Information, Knowledge and Wisdom*) (ROWLEY, 2007). Un des enjeux est de rendre les connaissances accessibles et de proposer des outils adaptés (plateforme, logiciel) à des utilisateurs ayant des préoccupations variées.

Toujours en lien avec les termes employés dans ce chapitre, le concept « Une seule santé », ou « *One Health* », est défini comme « une approche collaborative, multisectorielle et transdisciplinaire, le travail étant réalisé sur le plan local,

régional, national et mondial, pour obtenir des résultats optimaux en matière de santé et de bien-être, tout en reconnaissant les interconnexions entre les personnes, les animaux, les plantes et leur environnement commun » (ONE HEALTH COMMISSION, 2019). Cette approche s'applique particulièrement bien aux pays tropicaux dans lesquels la pression des bioagresseurs est très importante vis-à-vis des populations humaines, notamment en santé publique, du fait de la transmission de maladies par divers organismes (insectes, mollusques hôtes intermédiaires de parasites), des animaux (santé animale), ou des végétaux cultivés (santé végétale). Les applications de pesticides de synthèse et l'utilisation de substances antibiotiques ou antimicrobiennes affectent, elles, la santé de l'environnement.

Les effets de l'utilisation des pesticides et leurs coûts (WILLIAMSON, 2011) sont de mieux en mieux caractérisés dans certaines filières où ces produits sont très employés, comme les cultures industrielles (cotonnier, cacaoyer) ou les cultures maraîchères et fruitières. Ces effets concernent la santé des applicateurs, des consommateurs, mais également la santé de l'environnement : pollution de l'eau, réduction des pollinisateurs, élimination des ennemis naturels des ravageurs (DE BON *et al.*, 2014 ; JEPSON *et al.*, 2014). Dans le cas des insectes, la sélection d'individus résistants aux produits appliqués est une conséquence qui a été démontrée dans plusieurs cas (MARTIN *et al.*, 2005 ; ABBAS *et al.*, 2014 ; AGBOYI *et al.*, 2016).

Les conséquences de l'utilisation intensive des antibiotiques et des antimicrobiens pour traiter les infections bactériennes sont également de mieux en mieux connues. L'utilisation des antibiotiques est associée à l'émergence, la sélection et à la propagation de bactéries résistantes dans la chaîne alimentaire et dans l'environnement, ce qui constitue une menace pour les santés humaines et animales (CABELLO *et al.*, 2016). Jusqu'à 80 % des antibiotiques généralement administrés en aquaculture sont accumulés dans l'eau et les sédiments, où ils exercent une pression sélective sur les communautés microbiennes du milieu aquatique. Sachant que la sélection de bactéries résistantes peut se faire à des concentrations d'antibiotiques extrêmement faibles, le milieu aquatique peut constituer un réservoir pour la dissémination de la résistance (MARTI *et al.*, 2014).

Face aux contraintes d'utilisation et aux conséquences mises en évidence de l'emploi des pesticides et des antibiotiques, de nouvelles modalités de culture ou d'élevage ont été développées dans des stratégies ou des pratiques qui visent à réduire l'usage de ces substances, voire à interdire leur emploi comme dans le cas de l'agriculture biologique.

Pour les producteurs inscrits dans cette démarche, l'utilisation des plantes ou de leurs extraits peuvent être schématiquement rapportées en (1) l'adoption de pratiques véhiculées par la transmission de savoirs traditionnels et (2) l'application de produits commerciaux formulés.

La première démarche découle de l'utilisation traditionnelle des plantes. En Afrique subsaharienne, mais également dans tous les pays du monde, l'ethnopharmacologie, qui relève des études ethnobotaniques, rapporte

l'utilisation des plantes ou de leurs extraits (extraits aqueux, huiles essentielles) en pharmacopée traditionnelle (KONÉ *et al.*, 2004 ; LEHMAN *et al.*, 2007). Mais les plantes sont également utilisées comme pesticides ou substances répulsives pour les cultures au champ (GRZYWACZ *et al.*, 2014 ; SOLA *et al.*, 2014 ; MKINDI *et al.*, 2015 ; DOUGOUD *et al.*, 2019), la protection des semences stockées contre les ravageurs et les maladies (GUËYE *et al.*, 2011 ; KEDIA *et al.*, 2015 ; MDANGI *et al.*, 2016) ou encore comme antihelminthiques dans les élevages (DESRUES *et al.*, 2017), antimicrobiens ou immunostimulants pour l'aquaculture (REVERTER *et al.*, 2020 ; CARUSO *et al.*, 2017 ; KUEBUTORNYE et ABARIKE, 2020), ou en santé publique comme répulsifs des insectes piqueurs vecteurs de maladies (PAVELA et BENELLI, 2016). Des usages en tant que poisons pour la pêche sont également signalés dans la littérature (NEUWINGER, 2004). Ces pratiques, souvent développées de façon empirique, sont mentionnées prioritairement par les producteurs eux-mêmes dans les enquêtes qui cherchent à mettre en lumière leurs innovations (TAMBO, 2018). Par ailleurs, l'emploi de plantes entières ou de leurs extraits est plus facilement accessible et adopté par les producteurs des filières de l'agriculture biologique.

La seconde démarche, qui conduit à l'application de produits commercialisés, homologués ou non, permet d'élargir la gamme des formulations disponibles et d'économiser le temps de préparation des extraits. Les produits les plus connus sont à base de pyrèthre naturel (*Tanacetum cinerariifolium* Sch. Bip., Asteraceae) ou d'extraits de neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). Assez peu de formulations prêtes à l'emploi sont donc finalement disponibles pour les producteurs qui souhaitent éviter l'usage des pesticides ou des antibiotiques.

Identifier de nouvelles espèces de plantes aux usages multiples nécessite l'exploration de la diversité végétale et un accès aux connaissances traditionnelles et académiques déjà existantes. Ces plantes pourraient présenter un intérêt pour leur mise en culture et le développement de chaînes de valeurs intégrant l'agriculture familiale. Mais l'utilisation des plantes peut également présenter des risques de toxicité importants (empoisonnement), souvent non mentionnés dans la littérature, notamment vis-à-vis des hommes, et d'autres d'effets non intentionnels néfastes pour l'écosystème. Ces risques doivent être évalués, et leur analyse constitue un autre objectif important à atteindre dans le contexte de l'approche *One Health*.

Le travail présenté dans ce chapitre a été conduit par un collectif de chercheurs en entomologie, microbiologie, botanique et informatique. Son objectif est de rassembler les connaissances liées aux usages des plantes présentées dans la littérature en remplacement possible des pesticides et antibiotiques de synthèse, afin de proposer des solutions alternatives aux producteurs du Sud. Pour ce faire, le management des connaissances a été abordé grâce à la mise en œuvre d'une base de connaissances appelée *Knomana* (contraction de *Knowledge management*), élaborée à partir des nombreuses informations déjà disponibles dans la littérature.

Les modalités de construction de cette base et une brève description de son contenu sont précisées, ainsi que les méthodes permettant son analyse pour extraire des connaissances ou en créer de nouvelles. Quelques exemples de plantes à usages multiples sont donnés.

Méthodologie

La structure de la base *Knomana* est formalisée par une ontologie (au sens informatique du terme), laquelle est utilisée pour la navigation et l'exploration.

Le recensement des utilisations des plantes a été effectué à partir des documents publiés dans les domaines de santé précédemment mentionnés. Ces utilisations relèvent de conditions expérimentales ou de pratiques courantes appliquées par les producteurs.

Construction de la base

Les connaissances sur les utilisations des plantes sont rassemblées et diffusées dans de multiples supports écrits ou visuels.

Les résultats des études portant sur l'utilisation des plantes et les principes actifs impliqués sont publiés sous la forme d'articles dans de nombreuses revues scientifiques ou des ouvrages complets (ARBONNIER, 2019). Des connaissances sont également rapportées sous la forme de recettes dans des manuels ou des guides de portée nationale ou régionale (STOLL, 2002).

Un premier recensement des usages a été réalisé à partir de documents publiés en Afrique francophone, notamment au Burkina Faso et au Cameroun, et de ceux rédigés par les membres du réseau informel PPAf (Plantes pesticides d'Afrique). Les informations ont été recueillies après lecture par saisie manuelle. Par la suite, les recherches ont été élargies à des publications produites dans d'autres pays africains puis d'autres continents, afin de permettre notamment l'intégration d'informations relatives à des espèces exotiques envahissantes sur le continent africain (comme *Spodoptera frugiperda* ou *Tuta absoluta*).

Le jeu de données initial est conservé sous la forme d'un fichier Microsoft Excel®, facile d'emploi pour des saisies manuelles faites par des personnes peu familières des bases de connaissances. Pour les besoins des analyses, une vérification des termes a été effectuée, notamment grâce à des dictionnaires de données qui comportent la classification du vivant (*Catalogue of Life, Plants of the World*). Le jeu de données vérifié a ensuite été formaté pour des outils de fouille de données.

Chaque ligne du jeu de données représente une « connaissance » en santé végétale ou animale, c'est-à-dire une utilisation d'une plante, de manière expérimentale ou déjà réalisée par l'agriculteur, l'éleveur ou le pisciculteur, pour

protéger un organisme (plante ou animal) contre un autre organisme (appelé « organisme cible »). La santé publique et la santé humaine sont également concernées à travers les organismes vecteurs ou hôtes intermédiaires de maladies pour l'homme. Dans la base, les utilisations de plantes ou de leurs extraits pour la santé humaine peuvent concerner des symptômes ou des troubles, mais seuls les usages visant uniquement des organismes pathogènes ou parasites clairement identifiés sont considérés dans les résultats présentés ici.

La santé environnementale est représentée par les effets non intentionnels liés à l'usage des plantes contre certains organismes bénéfiques aux cultures (ennemis naturels de ravageurs, pollinisateurs), voire la phytotoxicité potentielle des extraits.

La première colonne de chaque ligne comprend le nom latin d'une espèce de plante de protection. Les autres colonnes du tableur constituent les attributs (informations) associés à chaque utilisation : caractéristiques liées aux plantes de protection, organismes ciblés, systèmes protégés comme les cultures et les animaux. Une description plus détaillée est donnée par SILVIE *et al.* (2021).

Une ligne représente un seul usage de plante de protection. Cet usage correspond donc à une seule condition d'utilisation expérimentale ou une application déjà adoptée sur le terrain. Ainsi lorsque plusieurs doses ou concentrations d'extrait sont expérimentées, chacune est détaillée sur une ligne. Selon la même logique, un seul organisme à protéger est présent par ligne, une seule espèce de bioagresseur, une seule référence bibliographique. Toutefois, une exception peut être introduite dans le cas des articles de revues. En effet, les tableaux présentés dans ces articles peuvent comprendre plusieurs références pour une même espèce végétale. Dans ce cas, ces références sont reprises de façon détaillée et la référence de l'article de la revue mentionnée sous la forme « auteurs, année » dans la colonne dédiée.

Navigation et exploration

La navigation a pour objet l'identification d'une connaissance présente dans la base d'après des critères définis par l'utilisateur, et l'exploration l'établissement de nouvelles connaissances. Les méthodes de navigation et d'exploration détaillées ont été publiées par KEIP *et al.* (2019). La navigation conceptuelle exploratoire est adaptée au contexte de grandes masses de données dans lequel les utilisateurs formulent des requêtes générales, potentiellement imprécises et sans connaissance préalable des données (MARCHIONINI, 2006).

La base est décrite par une ontologie dont le modèle de données, implémenté dans le système protégé (<https://protege.stanford.edu>), comporte une structure ternaire (fig. 1, partie supérieure). La représentation des connaissances adoptée repose sur une relation ternaire entre la plante utilisée pour la protection (biopesticide), l'organisme cible (ravageurs, maladie ou, dans la construction actuelle, auxiliaires) et le système protégé (plante cultivée pré- ou post-récolte, animal).

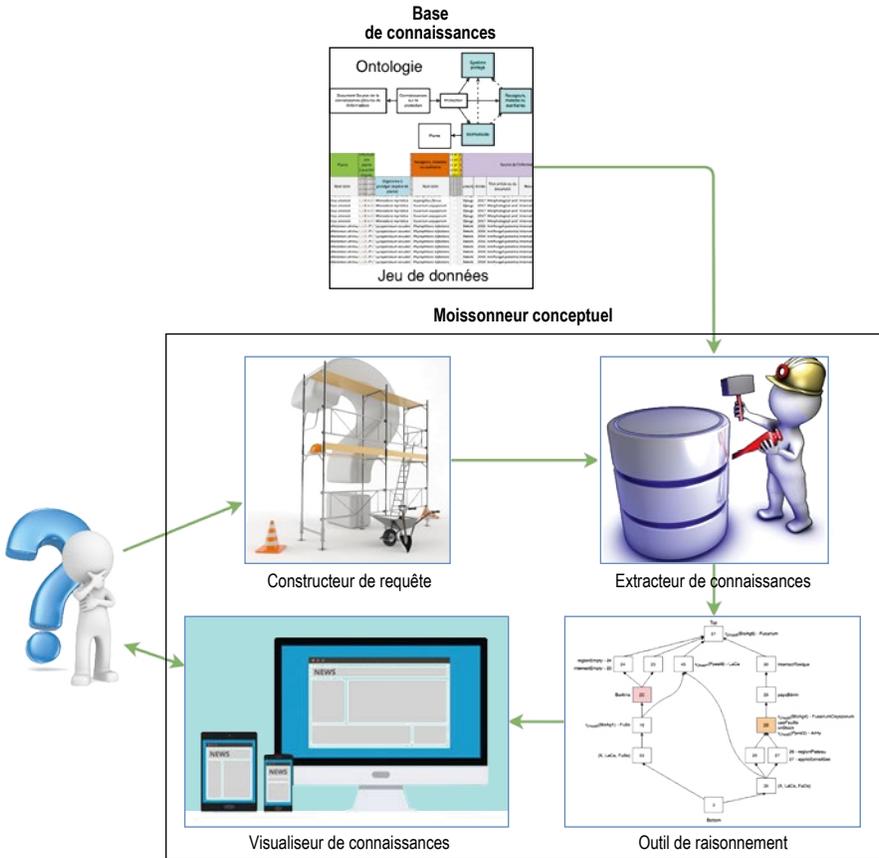


Figure 1

Schéma reliant la base de connaissances et son ontologie (partie supérieure) aux éléments du moissonneur conceptuel (partie inférieure) qui permettent à un utilisateur (à gauche) d'explorer la base afin de répondre à sa requête.

© Cirad/P. Keip.

La base est analysée via la construction de classifications conceptuelles pour mettre en évidence de nouvelles connaissances et suggérer de nouvelles expérimentations. Ces classifications conceptuelles sont construites par application d'une méthode d'intelligence artificielle symbolique (analyse de concepts formels, ou ACF) fondée mathématiquement sur la structure de treillis (BARBUT et MONJARDET, 1970 ; GANTER et WILLE, 1999).

Le système logiciel comportera, à terme, deux composantes inter-reliées, la base *Knomana* et le « moissonneur conceptuel », constituée de quatre éléments (KEIP *et al.*, 2019) (fig. 1, partie inférieure) : le constructeur de requêtes, l'extracteur de connaissances, l'outil de raisonnement qui analyse les données et l'outil de visualisation des connaissances. Le premier et le dernier de ces éléments ont pour but de permettre une interaction avec l'utilisateur.

Résultats

En parallèle au jeu de données initial, les documents consultés (articles, chapitres d'ouvrages, revues d'articles) ont été sauvegardés et regroupés au format PDF dans une bibliothèque Zotero. Les droits des revues sont préservés, seules les références de ces documents peuvent être communiquées sur demande.

La structure et une première version de la base (*Knomana*, *Usage des plantes à effet pesticide, antimicrobien, antiparasitaire, antibiotique*) ont été déposées en 2019 auprès de l'Agence pour la protection des programmes sous les numéros 122264 et 122779. Pour l'instant, une licence d'exploitation a été accordée aux seuls contributeurs pour cette première version.

Description et contenus

Début octobre 2020, le nombre de lignes ou descriptions (= connaissances) de la base *Knomana* était de 35 237, informations recueillies dans 462 documents dont 342 concernent le domaine de la santé végétale.

Domaines de santé et systèmes protégés

Les connaissances saisies concernent cinq grands domaines de la santé, avec des volumes d'informations variables pour chacun d'entre eux. La figure 2 représente les pourcentages calculés à partir du nombre total des lignes concernées pour chaque domaine.

Le domaine de la santé de l'homme, qui regroupe celui de la santé publique et de la santé humaine, est le plus important (44 % des connaissances saisies). En revanche, le domaine de la santé environnementale est très peu représenté (1 %).

Dans le domaine de la santé publique, les plantes entières ou leurs extraits ont pour objectif de tuer ou de repousser les vecteurs de maladie (insectes le plus souvent).

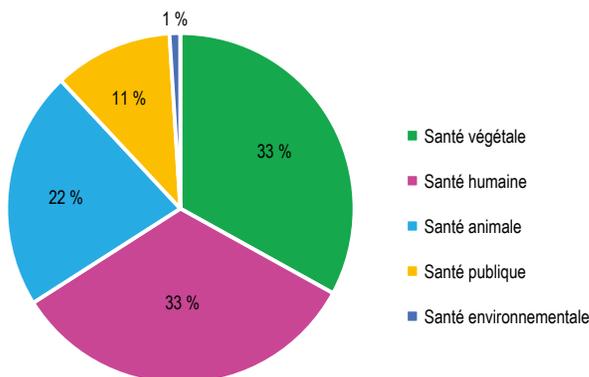


Figure 2
Répartition des usages saisis par grands domaines de la santé.

Dans le domaine de la santé végétale, les organismes ou systèmes protégés concernent 70 espèces de plantes cultivées. Certaines de ces plantes cultivées sont utilisées sous forme d'extraits pour la protection d'autres plantes comme, par exemple, *Carica papaya* (Caricaceae), *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) ou des espèces de la famille des Lamiaceae. Les systèmes protégés dans ce domaine peuvent être catégorisés comme suit :

- les denrées alimentaires : ce domaine intervient après la récolte des aliments. Les extraits de plantes utilisés ont pour vocation d'empêcher la contamination des aliments d'origine végétale par des contaminants, micro-organismes producteurs de toxines par exemple ;
- les grains stockés : ce domaine concerne la conservation des grains après la récolte, souvent dans des greniers, très importante en Afrique dans les zones sèches pour assurer l'alimentation des populations en période de « soudure » ;
- les semences : ce domaine concerne la conservation des organes végétaux destinés à être plantés à la campagne agricole suivante ;
- la protection des cultures au champ : ce domaine s'applique à toute production végétale au niveau du champ. La protection au niveau du champ cultivé est effectuée par application foliaire le plus souvent.

La tomate est fréquemment citée comme étant à protéger, en particulier contre des champignons pathogènes. Le riz, le maïs et le niébé sont également souvent mentionnés parce que leurs grains, stockés, sont à protéger de nombreux insectes.

Dans le domaine de la santé animale, 35 espèces à protéger sont présentes dans la base. Dans ce domaine, la catégorisation des systèmes protégés regroupe :

- l'aquaculture : les élevages de poissons et de crustacés sont concernés ;
- l'élevage : il s'agit d'élevages de mammifères terrestres (ovins, bovins, caprins, rongeurs, autres) ou d'oiseaux (volailles) ;
- les denrées alimentaires et les denrées stockées : idem qu'en santé végétale mais pour des aliments d'origine animale (fromages, par exemple) ;
- la conservation d'aliments d'origine animale : les extraits de plantes utilisés ont pour vocation d'empêcher la contamination des aliments d'origine animale.

Les animaux terrestres et aquatiques à protéger, majoritairement signalés dans la base, sont des Bovidae (*Bos taurus*, *Capra aegagrus*, *Ovis aries*), des Phasianidae (*Gallus gallus*), des Cyprinidae (*Carassius auratus*) et des Salmonidae (*Oncorhynchus masou*).

Organismes cibles

Dans la base *Knomana*, 668 espèces sont actuellement catégorisées comme organismes cibles, dont 384 dans le domaine de la santé végétale, 125 pour la santé animale, 83 en santé publique et 127 en santé humaine.

Les organismes cibles appartiennent à des taxons très divers, il peut s'agir, selon le domaine de santé concerné :

– d'Arthropodes tels que les insectes ou les acariens vecteurs de maladies pour l'homme, comme *Anopheles gambiae*, d'insectes ou d'acariens phytophages agissant au niveau du champ, comme le puceron *Brevicoryne brassicae*, ou dans des greniers de stockage de grains, comme la bruche *Callosobruchus maculatus* ;

– de maladies fongiques (*Aspergillus*) ou bactériennes (*Salmonella*) ;

– de nématodes phytopathogènes ;

– ou encore d'organismes pathogènes pour l'homme comme *Plasmodium falciparum*, responsable du paludisme.

La base contient également des acariens qui s'attaquent aux plantes ou aux animaux d'élevage, mais également des organismes pathogènes d'animaux, y compris de poissons (aquaculture).

Concernant la santé humaine, les organismes ciblés sont surtout des bactéries, des champignons et des insectes autres que les moustiques.

Espèces végétales étudiées pour leurs effets

Au total, 1 547 espèces végétales appartenant à 178 familles sont répertoriées pour le domaine de la santé végétale, 636 pour la santé animale, 386 pour la santé humaine, 806 pour la santé publique et 98 pour la santé environnementale.

Les familles botaniques possédant le plus grand nombre d'espèces recensées dans la base sont celles des Lamiaceae (297), Asteraceae (274), Fabaceae (243), Apiaceae (79), Myrtaceae (79), Euphorbiaceae (76), Rutaceae (65), Annonaceae (60), Apocynaceae (58), Meliaceae (54), Rubiaceae (54), Solanaceae (52) et Malvaceae (43).

Le management des connaissances présentes dans la base permet d'identifier les espèces de plantes qui peuvent concerner plusieurs domaines de santé, comme l'illustrent les espèces de la famille des Fabaceae par exemple (tabl. 1).

L'établissement de la base de connaissances permet de noter des usages multiples potentiels en milieu terrestre, mais également de faire des liens avec le milieu aquatique. Par exemple, l'espèce *Litsea cubeba* (Lauraceae) est employée en santé végétale (JIANG *et al.*, 2009) et en aquaculture (NGUYEN *et al.*, 2016) (fig. 3).

Dans les grands domaines de la santé humaine et de la santé animale, la famille botanique des Fabaceae est la plus souvent citée. Elle sert à protéger également contre les insectes vecteurs de maladies (santé publique).

Tableau 1
Classement des espèces de plantes de la famille des Fabaceae présentes dans la base Knomana par nombre décroissant d'usages dans les cinq domaines de santé.

| Espèces végétales | Santé animale | Santé humaine | Santé publique | Santé végétale | Santé environnementale |
|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------------------------|
| <i>Tephrosia vogelii</i> | X | X | X | X | X |
| <i>Senna occidentalis</i> | X | X | X | X | |
| <i>Acacia nilotica</i> | X | X | X | | |
| <i>Daniellia oliveri</i> | X | X | X | | |
| <i>Mimosa pudica</i> | X | | X | X | |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | | | X | X | X |
| <i>Parkia biglobosa</i> | X | X | | X | |
| <i>Pongamia pinnata</i> | | | X | X | X |
| <i>Senna obtusifolia</i> | | X | X | X | |
| <i>Senna siamea</i> | X | X | | X | |
| <i>Sophora flavescens</i> | X | | X | X | |
| <i>Tamarindus indica</i> | X | X | | X | |
| <i>Vigna unguiculata</i> | X | X | X | | |
| <i>Abrus precatorius</i> | | | X | X | |
| <i>Acacia caesia</i> | | | X | | X |
| <i>Azelia africana</i> | X | X | | | |
| <i>Albizia lebbek</i> | | X | X | | |
| <i>Bauhinia reticulata</i> | X | X | | | |
| <i>Bauhinia thonningii</i> | X | X | | | |
| <i>Bauhinia variegata</i> | | X | | X | |
| <i>Cassia fistula</i> | X | | | X | |
| <i>Cassia sieberiana</i> | X | X | | | |
| <i>Copaifera reticulata</i> | X | | | X | |
| <i>Cullen corylifolium</i> | X | | X | | |
| <i>Dalbergia melanoxylo</i> | X | X | | | |
| <i>Derris elliptica</i> | | | | X | X |
| <i>Derris sp.</i> | | | X | | X |
| <i>Dalbergia sissoo</i> | | | X | X | |
| <i>Detarium microcarpum</i> | X | X | | | |
| <i>Derris trifoliata</i> | | | X | X | |
| <i>Entada abyssinica</i> | X | X | | | |
| <i>Erythrina variegata</i> | | | X | X | |
| <i>Faidherbia albida</i> | X | X | | | |
| <i>Gleditsia sinensis</i> | | | X | X | |

| Espèces végétales | Santé animale | Santé humaine | Santé publique | Santé végétale | Santé environnementale |
|----------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------------------------|
| <i>Gliricidia sepium</i> | | | X | X | |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | | | X | X | |
| <i>Lonchocarpus</i> sp. | | | | X | X |
| <i>Milletia ferruginea</i> | | | X | X | |
| <i>Ormocarpum cochinchinense</i> | | | X | | X |
| <i>Phaseolus lunatus</i> | X | | | X | |
| <i>Prosopis africana</i> | X | X | | | |
| <i>Prosopis juliflora</i> | | | X | X | |
| <i>Pterocarpus erinaceus</i> | X | X | | | |
| <i>Pueraria montana</i> | | | X | X | |
| <i>Pueraria peduncularis</i> | | | X | X | |
| <i>Senna alata</i> | X | X | | | |
| <i>Senna auriculata</i> | X | | X | | |
| <i>Trigonella foenum-graecum</i> | X | | | X | |



Figure 3

Aliment de poisson enrichi en *Litsea cubeba* (Lauraceae) à différentes doses.
Ces longs rubans seront ensuite broyés en granulés/poudre.

© Nguyen Hai Van, Vietnam.

Exemple de requête : espèces exotiques envahissantes

L'analyse faite dans le cas de deux espèces envahissantes de ravageurs sur le continent africain, respectivement sur le maïs et la tomate, *Spodoptera frugiperda* (Lépidoptères, famille des Noctuidae) et *Tuta absoluta* (Lépidoptères, famille des Gelechiidae), est présentée dans le tableau 2. La requête a permis de préciser les nombres d'espèces utilisées de différentes familles botaniques pour chacun de ces ravageurs. La comparaison des espèces de plantes recensées dans les aires d'origine des ravageurs avec les espèces – ou les genres – présentes sur le continent africain permettra d'identifier celles qui sont les plus intéressantes ou prioritaires à éprouver dans des expérimentations dans les pays d'Afrique subsaharienne.

Tableau 2

Nombre d'espèces de plantes, par famille botanique, présentes dans la base, ayant fait l'objet d'essais contre les ravageurs *Spodoptera frugiperda* ou *Tuta absoluta*.

| Familles | <i>Spodoptera frugiperda</i> | <i>Tuta absoluta</i> |
|----------------|------------------------------|----------------------|
| Asteraceae | 25 | 8 |
| Meliaceae | 20 | 3 |
| Annonaceae | 20 | 0 |
| Fabaceae | 11 | 3 |
| Euphorbiaceae | 8 | 0 |
| Rutaceae | 7 | 0 |
| Myrtaceae | 7 | 3 |
| Lamiaceae | 7 | 7 |
| Simaroubaceae | 4 | 0 |
| Rubiaceae | 4 | 0 |
| Poaceae | 3 | 0 |
| Piperaceae | 3 | 6 |
| Celastraceae | 3 | 0 |
| Anacardiaceae | 3 | 0 |
| Verbenaceae | 2 | 0 |
| Solanaceae | 2 | 0 |
| Picramniaceae | 2 | 0 |
| Malvaceae | 2 | 0 |
| Burseraceae | 2 | 0 |
| Bignoniaceae | 2 | 0 |
| Salicaceae | 0 | 4 |
| Rutaceae | 0 | 4 |
| Amaryllidaceae | 0 | 2 |
| Euphorbiaceae | 0 | 2 |

Discussion

Le management des connaissances, et en particulier de celles relatives aux utilisations des plantes, est un défi majeur dans le contexte actuel de dégradation de l'environnement et des risques sanitaires associés à l'intensification des productions alimentaires. Le relever est une des caractéristiques qui confère à la base *Knomana* son intérêt dans le domaine des applications directes des plantes ou de leurs extraits pour protéger les cultures et les animaux de leurs bioagresseurs, afin de réduire l'impact des contaminants chimiques sur les écosystèmes naturels et cultivés. L'intérêt de cette démarche est bien mis en évidence à travers l'établissement de la base *Knomana*. Cette dernière permet en effet l'identification et l'intégration de connaissances publiées provenant des enquêtes ethnobotaniques et des études académiques. Les « entrées » sont multiples et permettent, par exemple, d'interroger la base selon les espèces ou les systèmes d'élevage ou de culture à protéger, les bioagresseurs cibles (ravageurs, micro-organismes pathogènes) ou les plantes utilisées et leurs origines géographiques. Des éléments sont donnés sur les composés principaux des extraits, les doses d'emploi et leurs effets, ainsi que sur les références bibliographiques rassemblées dans la bibliothèque Zotero (celle-ci constituée en parallèle rend possible la consultation des documents originaux, sous réserve des droits protégés). Dans le cas des espèces exotiques envahissantes, il est possible de savoir quelles sont celles qui ont fait l'objet de recherches dans leurs zones d'origine. La base est en perpétuelle actualisation au fur et à mesure des avancées de la littérature.

Cependant, il existe encore certaines limites. En premier lieu, seules les informations saisies sont disponibles ; or, les recherches sur les plantes sont extrêmement nombreuses et, comme le soulignait ISMAN et GRIENEISEN (2014), la qualité des informations recueillies n'est pas toujours fiable. Ainsi le nom latin, le chémotype lorsqu'il est connu, la zone géographique précise ne sont pas toujours indiqués dans les publications, et le dépôt d'échantillons *voucher* dans des collections très peu signalé. Si les extraits d'huiles essentielles sont souvent analysés chimiquement, cela n'est pas toujours le cas des extraits aqueux employés de façon spontanée par les populations. Les paramètres d'efficacité mesurés sont très variables, hétérogènes dans les unités données en lien avec les diverses méthodologies. La base *Knomana* actuelle ne comporte pas encore de références sur l'utilisation directe d'extraits de plantes à effet herbicide, ou de substances de défense naturelle ou de biostimulants issus de plantes.

La santé environnementale peut être appréhendée dans la base actuelle à travers les effets non intentionnels sur les plantes (effet de phytotoxicité des extraits) ou sur d'autres organismes non-cibles : organismes telluriques (vers de terre), aquatiques (daphnies), arthropodes bénéfiques (pollinisateurs, insectes prédateurs et parasitoïdes), mais également sur les communautés bactériennes (antibiorésistance). Mais le volume de publications qui concernent ces effets reste limité (1 % des connaissances) et doit être encore amélioré ; identifier les

manques de connaissances, comme les effets non intentionnels sur les organismes non-cibles, est une nécessité, notamment pour la procédure d'homologation de produits formulés et commercialisés.

Les plantes à effet pesticide ou antimicrobien peuvent elles-mêmes être attaquées par des ravageurs. Dans l'optique de les cultiver sans apports de pesticides de synthèse, il convient de qualifier les chaînes trophiques (ravageurs et leurs ennemis naturels, maladies) qui les concernent. Il apparaît ainsi utile de disposer d'une autre ontologie reliant les espèces de ces chaînes, caractérisation qui a été faite dans le cas des insectes foreurs de tiges des céréales (MARTIN *et al.*, 2020).

Actuellement, les outils informatiques de production des structures conceptuelles et de règles d'implication (extracteur de connaissances du moissonneur conceptuel) sont opérationnels. Des méthodologies spécifiques ont été créées pour les exploiter. Une des difficultés à surmonter est l'extraction et la formalisation des données pertinentes pour répondre aux diverses questions, à partir des données brutes de la base *Knomana*.

Conclusion et perspectives

En dépassant les frontières thématiques des différentes santé définies, le management des connaissances est une solution adaptée pour atteindre la transdisciplinarité prônée par l'approche *One Health*.

Au plan des recherches, une des perspectives immédiates est une extension de *Knomana* pour explorer davantage la pluralité des services offerts par les espèces végétales. En effet, les plantes ont de nombreux autres usages que ceux évoqués. D'autres utilisations sont connues, à travers les plantes tinctoriales, les plantes dites « de service » qui assurent par exemple les couvertures végétales dans les modalités de culture en semis direct ou dans la stratégie dite de « *push-pull* », les plantes nectarifères qui favorisent le maintien d'insectes parasitoïdes ou d'organismes pollinisateurs, les plantes bio-indicatrices de l'état des milieux terrestres ou aquatiques, les plantes à effet allélopathique, etc. Ainsi, pour regrouper et saisir d'une manière pragmatique ces diverses utilisations, plusieurs matrices complémentaires pourraient être établies selon chacune de ces utilisations. De plus, la base actuelle pourrait être mise en relation avec celles sur les composés chimiques végétaux, afin de disposer d'une entrée pour une consultation par molécule ou famille chimique.

Concernant les applications, la production à large échelle à des fins d'exploitation commerciale est connue notamment dans le cas des huiles essentielles, des pyréthrines naturelles ou de la production d'artémisine, substance antipaludéenne. La promotion de l'utilisation d'autres extraits nécessitera toutefois des études sur la disponibilité des végétaux en grande quantité et la conservation de leur diversité, notamment pour les plantes médicinales présentes dans les forêts.

Remerciements

Les auteurs remercient le métaprogramme Inra-Cirad « *Transitions to global food security*/Transitions pour la sécurité alimentaire mondiale » (Glofoods) qui a financé en 2017-2018 le projet Knomana, dont est originaire la base de connaissances (<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2019109314>). La partie dédiée à l'exploration de connaissances a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme d'investissements d'avenir portant la référence ANR-16-CONV-0004.

Références bibliographiques

ABBAS R. Z., ZAMAN M. A., COLWELL D. D., GILLEARD J., IQBAL Z., 2014

Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Veterinary Parasitology*, 203 : 6-20.

AGBOYI L. K., KETOH G. K., MARTIN T., GLITHO I. A., TAMO M., 2016

Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*,
DOI : 10.1017/S1742758416000138

ARBONNIER M. (éd.), 2019

Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 3^e édition. Éditions Quæ/MNHN, France.

BARBUT M., MONJARDET B., 1970

Ordre et classification, algèbre et combinatoire. Tomes I et II, Hachette, Paris, 374 p.

CABELLO F. C., GODFREY H. P., BUSCHMANN A. H., DÖLZ H. J., 2016

Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance. *Lancet Infectious Disease*, 16 : e127-33. DOI : [http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00100-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00100-6)

CARUSO D., LUSIASTUTI A. M., TAUKHID T., AVARRE J.-C., YUHANA M., SARTER S., 2017
Ethnobotanical uses and antimicrobial properties of plants in small-scale tropical fish farms: the case of Indonesian fish farmers in Java (Indonesia). *Journal of the World aquaculture society*, 48 (1) : 83-92. DOI : 10.1111/jwas.12345

DE BON H., HUAT J., PARROT L., SINZOGAN A., MARTIN T., MALÉZIEUX E., VAYSSIÈRES J.-F., 2014
Pesticide risks from fruit and vegetable pest management by small farmers in sub-Saharan Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34 : 723-736.
DOI : 10.1007/s13593-014-0216-7

DESRUÉS O., MUELLER-HARVEY I., PELLIKAAN W. F., ENEMARK H. L., THAMSBORG S. M., 2017

Condensed tannins in the gastrointestinal track of cattle after sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) intake and their possible relationship with antihelminthic effects. *Journal of agriculture and food chemistry*, 65 : 1420-1427.

DOUGOUD J., TOEPFER S., BATEMAN M., JENNER W. H., 2019

Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39 : 1-37.
DOI : doi.org/10.1007/s13593-019-0583-1

GANTER B., WILLE R., 1999

Formal concept analysis, mathematical foundations. Springer-Verlag, Berlin, 284 p.

GIRARD J., GIRARD J., 2015

Defining knowledge management: toward an applied compendium. *Online Journal of Applied Knowledge Management*, 3 (1) : 1-20.

GRZYWACZ D., STEVENSON P. C., MUSHOBOZI W. L., BELMAIN S., WILSON K., 2014

The use of indigenous ecological resources for pest control in Africa. *Food Security*, 6 : 71-86.

GUËYE M. T., SECK D., WATHELET J.-P., LOGNAY G., 2011

Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnologie, Agronomie, Sociétés, Environnement*, 15 (1) : 183-194.

ISMAN M. B., GRIENEISEN M. L., 2014

Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in Plant Science*, 19 : 140-145.

JEPSON P. C., GUZY M., BLAUSTEIN K., SOW M., SARR M., MINEAU P., KEGLEY S., 2014

Measuring pesticide ecological and health risks in West African agriculture to establish an enabling environment for sustainable intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 369 : 20130491. DOI : <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0491>

JIANG Z., AKHTAR Y., BRADBURY R., ZHANG X., ISMAN M. B., 2009

Comparative toxicity of essential oils of *Litsea pungens* and *Litsea cubeba* and blends of their major constituents against the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57 : 4833-4837. DOI : 10.1021/jf900274r

KEDIA A., PRAKASH B., MISHRA P. K., SINGH P., DUBEY N. K., 2015

Botanicals as eco-friendly biorational alternatives of synthetic pesticides against *Callosobruchus* spp. (Coleoptera: Bruchidae). A review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (3) : 1239-1257. DOI : 10.1007/s13197-013-1167-8

KEIP P., OUZERDINE A., HUCHARD M., SILVIE P., MARTIN P., 2019

Navigation conceptuelle dans une base de connaissances sur l'usage des plantes en santé animale et végétale. Coria, Conférence en recherche d'informations et applications, mai 2019, Lyon.

KONÉ W. M., ATINDEHOU K. K., TERREAUX C., HOSTETTMANN K., TRAORÉ D., DOSSO M., 2004

Traditional medicine in North Côte d'Ivoire: screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 93 : 43-49.

KUEBUTORNYE F. K. A., ABARIKE E. D., 2020

The contribution of medicinal plants to tilapia aquaculture: a review. *Aquaculture internationale*, DOI : doi.org/10.1007/s10499-020-00506-3

LEHMAN A. D., DUNKEL F. V., KLEIN R. A., OUATTARA S., DIALLO D., GAMBY K. T., N'DIAYE M., 2007

Insect management products from Malian traditional medicine. Establishing systematic criteria for their identification. *Journal of Ethnopharmacology*, 110 : 235-249.

MARCHIONINI G., 2006

Exploratory search: from finding to understanding. *Communications of the ACM*, 49 : 41-46.

MARTI E., VARIATZA E., BALCAZAR J. L., 2014

The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance. *Trends in Microbiology*, 22 : 36-41.

MARTIN T., OCHOU O. G., DJIHINTO A., TRAORE D., TOGOLA M., VASSAL J.-M., VAISSAYRE M., FOURNIER D., 2005

Controlling an insecticide resistance bollworm in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107 : 409-411.

MARTIN P., SILVIE P.,

MARNOTTE P., GOEBEL F.-R., 2020

A decision support system for determining sugarcane pest reservoir. *Sugar Tech*, 22 (4) : 655-661.

MDANGI M., SIBUGA P. K., MASSAWA A. W., MAGADULA J. J., NGOWO V., MROSSO F. P.,

MKANGWA Z. C., KILONZO B. S.,

MULUNGU L. S., 2016

Farmers' knowledge, attitude and perceptions on the use of locally available plant material to prevent rodent damage to maize crop in Eastern Tanzania. *African Journal of Agricultural Research*, 11 (48) : 4902-4910. DOI : 10.5897/AJAR2016.11715

- MKINDI A. G., MTEI K. M., NJAU K. N., NDAKIDEMI P. A., 2015**
The potential of using indigenous pesticidal plants for insect pest control to small scale farmers in Africa. *American Journal of Plant Sciences*, 6 : 3164-3174.
- NEUWINGER H. D., 2004**
Plants used for poison fishing in tropical Africa. *Toxicon*, 44 : 417-430.
- NGUYEN H. V., CARUSO D., LEBRUN M., NGUYEN N. T., TRINH T. T., MEILE J.-C., CHU-KY S., SARTER S., 2016**
Antibacterial activity of *Litsea cubeba* (Lauraceae, May Chang) and its effect on the biological response of common carp *Cyprinus carpio* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Microbiology*, 121 : 341-351. DOI : 10.1111/jam.13160
- ONE HEALTH COMMISSION, 2019**
www.onehealthcommission.org (consulté en sept. 2020).
- PAVELA R., BENELLI G., 2016**
Ethnobotanical knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors. A review. *Experimental Parasitology*, 167 : 103-108.
- REVERTER M., TAPISSIER-BONTEMPS N., SARTER S., SASAL P., CARUSO D., 2020**
Moving towards more sustainable aquaculture practices: a meta-analysis on the potential of plant-enriched diets to improve fish growth, immunity and disease resistance. *Reviews in Aquaculture*, 13 (1) : 537-555. DOI : 10.1111/raq.12485
- ROWLEY J., 2007**
The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33 (2) : 163-180. DOI : 10.1177/0165551506070706 163
- SILVIE P., MARTIN P., HUCHARD M., KEIP P., GUTIERREZ A., SARTER S., 2021**
Prototyping a knowledge-based system to identify botanical extracts for plant health in sub-Saharan Africa. *Plants*, 10 (5) : 896. <https://doi.org/10.3390/plants10050896>
- SOLA P., MVUMI B. M., OGENDO J. O., MPONDA O., KAMANULA J. F., NYIRENDA S. P., BELMAIN S. R., STEVENSON P. C., 2014**
Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-Saharan Africa: making a case for plant-based pesticidal products. *Food Security*, 6 (3) : 369-384.
- STOLL G., 2002**
Protection naturelle des végétaux en zones tropicales : vers une dynamique de l'information. Margraf Verlag, 2^e édition, 386 p.
- TAMBO J. A., 2018**
Recognizing farmer-generated innovations through contests: insights from four African countries. *Food Security*, 10 (5) : 1237-1250. DOI : doi.org/10.1007/s12571-018-0835-y
- WILLIAMSON S., 2011**
« Understanding the full costs of pesticides: experience from the field, with a focus on Africa ». In *Pesticides. The impacts of pesticide exposure*. DOI : 10.5772/14055