

## Connaître les plantes utiles pour l'Agriculture Biologique d'après la littérature: Construction et exploration d'une base de connaissances pour la santé végétale et animale

*Knowing the Useful Plants for Organic agriculture according to literature: Building and Exploring a Knowledge Base for Plant and Animal Health*

\*Pierre Martin, Samira Sarter,  
Marianne Huchard,  
Appolinaire Tagne,  
Zakaria Ilboudo,  
Pascal Marnotte  
and Pierre Silvie

### Abstract

*Organic Farming excludes the use of synthetic chemicals to protect plants in the field or during grain storage and questions the use of antibiotics for livestock breeding or aquaculture. One way to limit major constraints of chemicals (pests and diseases) is to use active plants parts or plants-based products, as it has been described in the literature for plant and animal health. Our current work consists in building a knowledge database from existing literature and implementing exploration methods to support the extraction of knowledge by the potential users (smallholders, advisors, extensionists, researchers, producers, etc.). In early May 2018, the knowledge base gathered data from 227 documents, dated from 1957 to 2017. Ninety-four percent of the 33,400 uses recorded concerned sub-Saharan African countries.*

Corresponding author:  
Pierre Martin, as above

### Keywords:

Plant-based product,  
organic agriculture,  
knowledge management

### Introduction

L'agriculture biologique exclut, par définition, l'usage de produits chimiques de synthèse, pour la protection des plantes au champ ou lors du stockage des grains. Cette agriculture questionne également l'emploi des antibiotiques pour l'élevage des animaux terrestres et aquatiques, dont l'utilisation massive et inappropriée induit le développement de bactéries résistantes. Ces dernières compromettent l'efficacité thérapeutique des antibiotiques et représentent une menace pour la santé humaine, animale et environnementale (O'Neill, 2016).

Parmi les contraintes de production, les maladies et les ravageurs des cultures occupent une place prépondérante. Les pertes de grain dues aux maladies peuvent atteindre 11% de la production totale mondiale (Oerke *et al.*, 1994). En condition tropicale, les pertes occasionnées par les insectes sur le maïs sont estimées à plus de 30% des récoltes (Guèye *et al.*, 2010). Les coléoptères de la famille des Bruchidae peuvent causer des dégâts estimés à 800 g/kg dans les stocks de niébé (*Vigna unguiculata*) après 6 mois de stockage (Ouédraogo *et al.*, 1996).

Une voie prospectée consiste à utiliser des plantes, selon différentes formes. Les exemples d'utilisation en santé végétale et animale sont nombreux. Le traitement des semences de maïs ou de riz à l'aide des fongicides formulés à base d'huiles essentielles de : citronnelle, (*Cymbopogon citratus*), de thym (*Thymus vulgaris*), ou de basilic (*Ocimum gratissimum*), réduisent l'inoculum initial pouvant causer la pourriture des épis de maïs et des tiges au champ (Tagne *et al.*, 2013), ou des panicules vides « bakanae disease » du riz (Nguefack *et al.*, 2008). La protection post récolte des grains de maïs contre le charançon *Sitophilus zeamays* (Coleoptera: Curculionidae) peut être faite à partir d'huiles essentielles

(Ngamo *et al.*, 2004). Des formulations biopesticides à base d'huiles essentielles et de support poudreux (poudre de manioc, de gomme arabique et d'amidon) ont été utilisées efficacement contre le ravageur principal du niébé *Callosobruchus maculatus* (Ilboudo *et al.*, 2015).

Explorer la biodiversité végétale locale pour la phytothérapie permet également de valoriser et de préserver les connaissances et les savoir-faire traditionnels dans les pays du sud. Le travail présenté dans ce document a été réalisé dans le cadre du projet Knomana, financé par le méta-programme Glofoods INRA-Cirad. Il consiste à remplir une base de connaissances à partir de la littérature existante et à disposer de méthodes d'exploration permettant aux différents utilisateurs cibles (producteurs, conseillers, chercheurs, etc.) de trouver les réponses à leurs questions, celles-ci pouvant être diverses à l'exemple des plantes d'intérêt pour lutter contre un insecte nuisible aux cultures ou un vecteur de maladies animales pouvant se transmettre à l'homme (zoonose), aux modes de préparation ou aux effets négatifs de certains usages.

## Matériel et Méthodes

Le recensement des usages expérimentaux et/ou appliqués dans les élevages et sur les cultures, au champ ou dans les stocks a conduit à la construction d'une base de connaissances « PPAf » (Plantes Pesticides d'Afrique). Initiée en 2015, cette base rassemble les données collectées dans les articles publiés par des chercheurs, en particulier ceux du réseau informel également appelé PPAf (Silvie *et al.*, 2016). La saisie des données a été effectuée par des chercheurs, des cadres techniques et des étudiants localisés en France et en Afrique.

En parallèle à la saisie, le développement de méthodes de *visualisation et d'interaction avec la base de connaissances a été initié. L'objectif de ces méthodes est d'assister l'utilisateur à formuler sa requête, sans connaissance requise des méthodes informatiques mises en œuvre.* Les données présentes dans la base de connaissances étant très nombreuses et les types de requête non connus au préalable, la méthode informatique choisie repose sur des techniques de classification en cours d'adaptation à PPAf, en particulier l'Analyse Formelle de Concepts et ses variantes *pour le traitement des données numériques et relationnelles* : les Pattern Structures (Kaytoue *et al.*, 2015), les approches Graph-FCA (Ferré and Cellier, 2016) et l'Analyse Relationnelle de Concepts (Rouane-Hacene *et al.*, 2013). Les extractions, présentées dans ce résumé, sont préliminaires aux analyses plus complexes qui seront effectuées par la suite.

## Résultats

Début mai 2018, la base de connaissances rassemblait des données extraites de 227 articles. Ces derniers proviennent de 132 sources d'origines diverses (revue scientifique, acte de conférence, bulletin d'académie, etc.), rédigés en langue anglaise ou française, et datés de 1957 à 2017. De ces articles, 33 400 usages ont été recensés, qu'ils soient expérimentaux ou appliqués, en protection des cultures et en santé animale. La recherche ayant porté principalement sur les pays d'Afrique sub-Saharienne, 94% des usages concernent cette zone géographique. Quelques cas d'études sont proposés dans les tableaux suivants.

### *Protection des plantes au champ ou dans les denrées stockées*

L'interrogation de la base de connaissances par type de culture permet de dresser le tableau des usages, expérimentaux ou réels, dans le cas de cultures comme les légumes, généralement fortement traitées chimiquement (e.g., la tomate et le chou). Le nombre de plantes utilisées varie selon les cultures : 17

pour le chou, 16 pour le haricot, et 26 pour la tomate (Tableau 1). Dans le cas de la tomate, selon le lieu et la méthode de préparation/application, les plantes permettent de protéger la culture de champignons (*Aspergillus niger*, *Athelia rolfsii*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium poae*, *Phytophthora infestans*), de bactéries (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) ou d'insectes (*Helicoverpa armigera*, *Tetranychus evansi*, *Tuta absoluta*).

Dans le cas d'un insecte exotique envahissant pour l'Afrique, il est possible de rechercher le nom des plantes utilisées sur d'autres continents, également présentes en Afrique. Par exemple, pour *Spodoptera frugiperda* récemment signalée, PPAf propose, entre autres, *Acanthospermum hispidum*, *Azadirachta indica*, *Calotropis procera*, *Carica papaya*, *Citrus limon*, *Dysphania ambrosioides*, *Melia azedarach*, *Momordica charantia*, *Ricinus communis*, *Senna obtusifolia*, *Solanum lycopersicum*, *Zanthoxylum gillettii*, et *Zea mays*. Ces résultats permettent d'identifier des espèces ou des genres botaniques pouvant faire l'objet de travaux de recherche complémentaires sur leur efficacité.

Tableau 1. Exemple de plantes pour la protection de cultures contenues dans PPAf

Culture protégée	Espèce expérimentée ou appliquée
Choux ( <i>Brassica napus</i> , <i>Brassica oleracea</i> , <i>Brassica sp.</i> )	<i>Allium sativum</i> , <i>Aloe spp.</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Capsicum annuum</i> , <i>Capsicum frutescens</i> , <i>Capsicum spp.</i> , <i>Carica papaya</i> , <i>Chenopodium opulifolium</i> , <i>Derris elliptica</i> , <i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Lippia javanica</i> , <i>Nicotiana tabacum</i> , <i>Ocimum gratissimum</i> , <i>Senna siamea</i> , <i>Solanum delagoense</i> , <i>Tagetes minuta</i> , <i>Tephrosia vogelii</i>
Haricot <i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Allium sativum</i> , <i>Aloe spp.</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Callistemon viminalis</i> , <i>Capsicum annuum</i> , <i>Capsicum frutescens</i> , <i>Capsicum spp.</i> , <i>Chenopodium opulifolium</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Dysphania ambrosioides</i> , <i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Nicotiana tabacum</i> , <i>Ocimum gratissimum</i> , <i>Senna siamea</i> , <i>Tephrosia vogelii</i> , <i>Urtica dioica</i>
Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	<i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Callistemon citrinus</i> , <i>Calotropis procera</i> , <i>Clausena anisata</i> , <i>Commelina benghalensis</i> , <i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Deinbollia saligna</i> , <i>Emilia coccinea</i> , <i>Entandrophragma angolense</i> , <i>Erigeron floribundus</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus tereticornis</i> , <i>Euphorbia hirta</i> , <i>Garcinia smeathmanii</i> , <i>Lippia javanica</i> , <i>Lippia multiflora</i> , <i>Musa sp.</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Ocimum gratissimum</i> , <i>Oxalis barrelieri</i> , <i>Podocarpus milanjanus</i> , <i>Solanum delagoense</i> , <i>Tephrosia vogelii</i>

Dans le cas de la protection des denrées stockées, le tableau 2 présente quelques espèces végétales sur les 49 recensées, expérimentées ou appliquées en Afrique contre le bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*). La base de connaissances permet de retrouver les noms vernaculaires et les références bibliographiques correspondantes.

Tableau 2. Exemples de plantes, d'après PPAf, expérimentées ou appliquées contre *Callosobruchus maculatus* dans les stocks de niébé

Famille	Espèce
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Monodora myristica</i> , <i>Xylopia aethiopica</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia lateriflora</i> , <i>Spirostachys africana</i>
Fabaceae	<i>Chamaecrista nigricans</i> , <i>Tephrosia densiflora</i> , <i>Tephrosia vogelii</i>
Lamiaceae	<i>Hyptis spicigera</i> , <i>Hyptis suaveolens</i> , <i>Ocimum americanum</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Ocimum canum</i> , <i>Tetradenia multiflora</i>
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> , <i>Lippia javanica</i> , <i>Lippia multiflora</i> , <i>Lippia rugosa</i>

*Santé animale*

Concernant la santé animale, l'analyse partielle permet de recenser 373 espèces végétales utilisées de manière expérimentale ou appliquée, pour protéger 7 familles animales, dont 2 espèces aquatiques, i.e. le tilapia et la crevette. Le tableau 3 présente des exemples de plantes pour la protection des bœufs (*Bos taurus*) et des chèvres (*Capra aegagrus*) contre différents bio-agresseurs.

Tableau 3. Exemple de plantes expérimentées ou appliquées en santé animale, d'après PPAf

Espèce animale	Espèce de plante de protection	Organisme cible
Bœuf ( <i>Bos taurus</i> )	<i>Lantana camara</i>	<i>Amblyomma variegatum</i> , <i>Corynebacteriaceae</i> , <i>Hansenula</i> sp., <i>Rhipicephalus microplus</i> , <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Sporobolomyces</i> sp., <i>Torulopsis candida</i>
	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Rhipicephalus microplus</i>
	<i>Tephrosia vogelii</i>	<i>Amblyomma variegatum</i> , <i>Rhipicephalus microplus</i>
Chèvre ( <i>Capra aegagrus</i> )	<i>Chromolaena odorata</i>	<i>Rhipicephalus lunulatus</i>
	<i>Dysphania ambrosioides</i>	<i>Rhipicephalus lunulatus</i>
	<i>Eucalyptus saligna</i>	<i>Rhipicephalus lunulatus</i>

**Discussion**

Le croisement des résultats présentés ci-dessus montre que certaines plantes sont utilisées pour protéger autant des cultures agricoles que des élevages animaux. Dans le cas de *Lantana camara* par exemple, elle est employée pour des modèles biologiques distincts : le bruche du niébé en santé végétale, des bactéries, des acariens et des champignons pathogènes en santé animale. Les usages recensés pour cette plante proviennent de pays différents (Burkina Faso, Bénin, Kenya, etc.). Leur regroupement au sein de la base PPAf permet ainsi de mettre en évidence son aptitude multi-usages, et pose la question de sa composition chimique pouvant varier selon son lieu de développement. De plus, cette plante étant invasive, sa mobilisation dans un cadre d'agriculture biologique permettrait de valoriser au mieux cette ressource locale non cultivée.

## Conclusion

Les premières analyses permettent d'envisager des résultats importants concernant le multi-usage des plantes cultivées et non-cultivées. Les travaux actuels portent sur la consolidation de la base de connaissances avec un enrichissement par des travaux réalisés sur d'autres continents. L'accès à une analyse plus approfondie sera possible dès lors que les méthodes de navigation et d'interrogation de la base de connaissances seront implémentées.

---

## Références

- Ferré S., Cellier P. 2016. Graph-FCA in Practice. Graph-Based Representation and Reasoning. Lecture Notes in Computer Science 9717, Springer 2016. p. 107-121.
- Guèye M.T., Seck D., Wathelet J.P., Lognay G. 2010. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique.
- Ilboudo Z., Dabiré-Binso C.L., Sankara F., Nébié R.C.H., Sanon A. 2015. Optimizing the use of essential oils to protect stored cowpeas from *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchinae) damage. *African Entomology* 23 (1): 94-100.
- Kaytoute M., Codocedo V., Buzmakov A., Baixeries J., Kuznetsov S.O., Napoli A. 2015. Pattern Structures and Concept Lattices for Data Mining and Knowledge Processing. ECML/PKDD 3: 227-231.
- Ngamo T.L.S., Goudoum A., Mapongmetsem P.M., Kouninki H., Hance T. 2004. Persistence of the insecticidal activity of five essential oils on the maize weevil *Sitophilus zeamays* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *Common Agric. Appl. Biol. Science* 69 (3): 145-147.
- Nguefack J., Leth V., Lekagne Dongmo J.B., Torp J., Amvam Zollo P.H., Nyasse S. 2008. Use of three essential oils as seeds treatment against seed-borne fungi of rice (*Oryza sativa*). *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science* 4 (5): 554-560.
- Oerke E. C. Dehne H.W. Scönbeck F. Weber A. 1994. Crop Production and Crop Protection. Estimated losses in major food and cash crops. Elsevier 808p.
- Ouédraogo A.P., Sou S., Sanon A., Monge J.P., Huignard J., Tran M.D., Credland P.F. 1996. Influence of temperature and humidity on populations of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera Bruchidae) and its parasitoids *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two zones of Burkina Faso. *Bulletin of Entomological Research* 86: 695-702.
- O'Neill J. 2016. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. Review on antimicrobial resistance. Wellcome Trust and UK Government, 80 p.
- Rouane-Hacene M., Huchard M., Napoli A., Valtchev P. 2013. Relational concept analysis: mining concept lattices from multi-relational data. *Ann. Math. Artif. Intell.* 67(1): 81-108.
- Silvie P., Martin P., Marmotte P., Yarou B., Zida P., Foko D., Ilboudo Z., Tofel H., Tendongeng F., Sow G., Adda C. 2016. Using knowledge management to better identify research gaps and priorities on pesticide plants in West and Central Africa. *Natural products and Biocontrol Meeting*, Perpignan (France), 1 p.
- Tagne A., Amvam Zollo P.H., Fontem D.A., Mathur S.B., Neergaard E. 2013. Fungicides and Essential Oils for Controlling Maize Seed-Borne Fusarium moniliforme and its Transmission into Seedlings. *World Journal of Agricultural Sciences* 9 (3): 290-297.

PIERRE MARTIN, *et al.*:

Connaître les plantes utiles pour l'Agriculture Biologique d'après la littérature: Construction et exploration d'une base de connaissances pour la santé végétale et animale

---