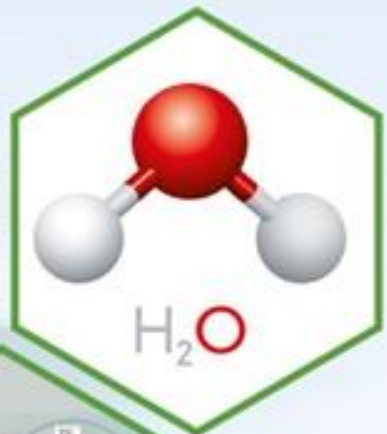


REGARDS

SUR DES EVIDENCES SCIENTIFIQUES

FORMULATIONS BIOPESTICIDES A BASE DE PLANTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DU MARAÎCHAGE

Ouvrage de vulgarisation



BURKINA FASO

Version numérique

Citation proposée : ANSAL-BF (2025) Regards sur des évidences scientifiques : formulations biopesticides à base de plantes pour le développement du maraichage, Ouvrage de vulgarisation, N° ISBN 979-10-977198-1-4, 109 pages

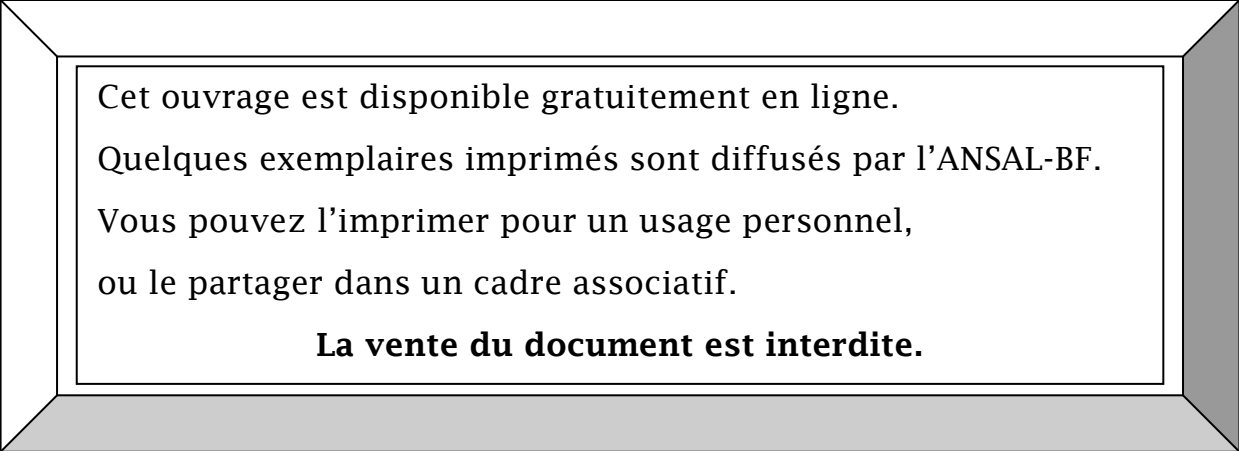
REGARDS SUR DES EVIDENCES SCIENTIFIQUES

FORMULATIONS BIOPESTICIDES A BASE DE PLANTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DU MARAÎCHAGE

Ouvrage de vulgarisation



Cet ouvrage a été réalisé sous la coordination scientifique
du Professeur **Bonzi-Coulibaly L. Yvonne**,
Chimiste organicienne.



Cet ouvrage est disponible gratuitement en ligne.

Quelques exemplaires imprimés sont diffusés par l'ANSAL-BF.

Vous pouvez l'imprimer pour un usage personnel,
ou le partager dans un cadre associatif.

La vente du document est interdite.

Académie Nationale des Sciences, des Arts et des Lettres du Burkina Faso
(ANSAL-BF)

N° ISBN 979-10-977198-1-4

Version 2025

Sommaire

<p>PARTIE I : GENERALITES SUR LES BIOPESTICIDES D'ORIGINE VEGETALE</p>	<p>PARTIE II : CONNAISSANCES APPORTEES PAR LES ETUDES EXPERIMENTALES</p>	<p>PARTIE III : CONSIDERATIONS POUR UNE UTILISATION SURE ET DURABLE DES FORMULATIONS BOPESTICIDES D'ORIGINE VEGETALE</p>
<p>Sujet 1 : <i>La différence est partout</i> Page 11</p>	<p>Sujet 2. <i>Le potentiel biopesticide de certaines plantes</i> Page 15</p>	<p>Sujet 3. <i>La diversité des plantes pesticides au Burkina Faso</i> Page 19</p>
<p>Sujet 4. <i>La diversité des composés bioactifs des plantes pesticides</i> Page 24</p>	<p>Sujet 5. <i>L'approche de vérification scientifique du potentiel biopesticide des plantes</i> Page 25</p>	<p>Sujet 6. <i>Les choix à faire pour organiser l'étude expérimentale sur l'efficacité pesticides de formulations</i> Page 26</p>
<p>Sujet 7. <i>Le choix de la plante biopesticide pour préparer une formulation</i> Page 32</p>	<p>Sujet 8. <i>Le rôle des chercheurs</i> Page 39</p>	<p>Sujet 9. <i>Les modes d'extraction des principes actifs</i> Page 42</p>
<p>Sujet 10. <i>Les évidences analytiques des chimistes</i> Page 48</p>	<p>Sujet 11. <i>La présence d'éléments inorganiques dans les formulations</i> Page 56</p>	<p>Sujet 12. <i>Les résultats des tests d'efficacité biologique réalisés en laboratoire</i> Page 58</p>
<p>Sujet 13. <i>Des évidences en milieu réel du potentiel biopesticide de formulations à base de plantes locales</i> Page 63</p>	<p>Sujet 14. <i>Le souci de la préservation des ennemis naturels des bioagresseurs* lors du traitement phytosanitaire</i> Page 75</p>	<p>Sujet 15. <i>Les précautions à prendre dans l'usage des formulations biopesticides d'origine végétale</i> Page 80</p>
<p>Sujet 16. <i>L'évaluation des risques toxicologiques lors de l'utilisation des formulations à base de plantes locales</i> Page 85</p>	<p>Sujet 17. <i>La standardisation et le contrôle de qualité des formulations pesticides à base de plantes</i> Page 89</p>	<p>Sujet 18. <i>Un peu d'économie circulaire, pensons y !</i> Page 100</p>

La liste des contributions du forum est jointe en annexe 2.

Liste des tableaux

Tableau I. Liste de vingt-cinq (25) plantes pesticides.....	32
Tableau II. Paramètres d'optimisation de l'extraction de polyphénols	55
Tableau III. Résultats de tests de diverses plantes à potentialité bio-herbicide..	74
Tableau IV. Description des sites de prélèvement de feuilles d'eucalyptus.....	82
Tableau V. Facteurs abiotiques et biotiques qui affectent les plantes.....	91

NOTE INTRODUCTIVE

L'activité agricole au Burkina Faso connaît de nombreuses difficultés en raison du contexte climatique, économique, environnemental, institutionnel et sécuritaire. Et pourtant, l'agriculture reste le pilier des activités humaines ; elle représente une source essentielle de subsistance pour la majorité des populations, tout en générant des devises précieuses pour le pays.

Les défis sont nombreux pour mettre en place une agriculture durable, notamment face à la pauvreté des sols, aux pressions foncières croissantes, aux effets du changement climatique, à la pollution des ressources naturelles, à la prolifération des bioagresseurs, mais aussi au manque d'accès aux technologies adaptées.

Récemment, le Burkina Faso a élaboré une stratégie nationale 2023-2027 assortie d'un plan d'action triennal glissant de développement de l'agroécologie pour orienter les efforts du pays en matière de systèmes agricoles et alimentaires durables.

De nombreux chercheurs, producteurs, associations et ONG s'investissent activement dans le développement de bio-intrants indispensables pour une agriculture durable. En ce qui concerne les produits phytosanitaires, plusieurs travaux (publiés ou non) ont abouti à des résultats prometteurs sur des plantes aux propriétés pesticides. Les extraits végétaux issus de ces recherches ont présenté une large gamme d'activités intéressantes : fongicides, larvicides, acaricides, bactéricides, insecticides, insectifuges, voire herbicides. Ces extraits naturels représentent ainsi une alternative attrayante pour le contrôle des bioagresseurs* des spéculations agricoles. De plus, ils sont disponibles (proximité de la ressource), peu coûteux, potentiellement moins toxiques pour être utilisés comme formulations biopesticides de qualité, bien adaptés aux besoins des petites exploitations agricoles.

Dans une synergie d'actions autour d'une démarche commune de valorisation et de vulgarisation des résultats de recherche sur les biopesticides d'origine végétale, le collège Sciences et Techniques de l'Académie Nationale des Sciences, des Arts et des Lettres du Burkina Faso (ANSAL-BF), le Conseil National de l'Agriculture Biologique au Burkina Faso (CNABio), et le Laboratoire de Chimie Analytique Environnementale et Bio-Organique (LCAEBiO), ont coorganisé un forum les 5 et 6 octobre 2023, conçu comme un cadre de rencontre et de partage. L'évènement a mis en lumière une quinzaine d'expériences de la recherche scientifique mettant en avant des évidences scientifiques directement utilisables par les producteurs.

Les résultats de recherche ont été partagés au cours du forum avec un langage qui s'est voulu simple. Les données rapportées, dans le présent ouvrage de vulgarisation de façon différente des publications scientifiques ou des brevets, mettent en lumière les connaissances des plantes pesticides, des protocoles pour améliorer la production et l'applicabilité des formulations biopesticides en milieu réel. L'ouvrage présente également des résultats d'analyses phytochimiques, de tests *in vitro* et en champs, ainsi que des études d'impact sur la santé et l'environnement.

Toutes ces évidences scientifiques sur des formulations efficaces *made in* Burkina Faso, méritent d'être largement connues et exploitées stratégiquement face aux besoins grandissants et urgents de l'agriculture biologique et de l'agroécologie au Burkina Faso.

Structuré en trois parties et organisé en 18 sujets, cet ouvrage s'adresse aux producteurs, aux vulgarisateurs, aux apprenants de tous niveaux, ainsi qu'à tous les acteurs de l'agriculture agroécologique et biologique. Il constitue également une source de résultats accessibles pour toute personne soucieuse de pratiquer ou de promouvoir des activités agricoles durables.

Tous les acteurs de l'ouvrage souhaitent une bonne lecture et bonne exploitation du contenu proposé.

Glossaire

Des définitions sont fournies pour mieux comprendre des **mots jugés techniques**. Ces **mots sont signalés par *** à travers le contenu de l'ouvrage.

Acarien : Les acariens sont des animaux microscopiques invisibles à l'œil nu, qui vivent 2 à 3 mois, font parties de la même famille que les araignées

Allélopathie : allélopathie : phénomène biologique dans lequel une plante libère des substances bioactives (appelées allélochimiques) qui influencent la croissance, le développement ou la germination d'autres plantes à proximité.

Bioagresseur est un organisme vivant : insecte, nématode, bactérie, virus, champignon, adventice (mauvaise herbe) etc., qui attaque les plantes et réduit leur croissance ou leur production.

Biopesticide est un pesticide d'origine naturelle (animale, végétale ou minérale), utilisé pour protéger les cultures contre les insectes, champignons, bactéries ou plantes adventices. Le thème englobe plusieurs catégories qui sont entre autres ceux constitués d'organismes vivants tels que i) les pesticides microbiens constitués de microorganismes (bactéries, champignons, virus, algues...) comme ceux à base de *Bacillus thuringiensis* Bt ou leurs sous-produits, ii) les macro-organismes (insecte, acarien,) ainsi que ceux du groupe des pesticides dits biochimiques à base de substances non vivantes, d'origine animale ou végétale dont des exemples typiques sont : les extraits de plantes, les médiateurs chimiques (phéromones d'insectes) et les régulateurs de croissance.

Chimiodiversité est la variété des molécules chimiques présentes dans un organisme ou dans un espace.

Chromatogramme : une expression visuelle de la séparation des constituants d'un mélange par une méthode de séparation appelée chromatographie

Chrysalide est le stade de transformation intermédiaire entre la larve (chenille) et l'adulte chez des insectes (subissant une métamorphose complète). C'est la phase où l'insecte subit une transformation profonde à l'intérieur d'une enveloppe protectrice avant d'émerger sous sa forme adulte.

Croissance mycélienne : c'est le développement de la partie souterraine des champignons appelée mycélium.

Décocté est une préparation obtenue en faisant bouillir du matériel végétal (feuilles, écorces, fleurs, graines, racines, ...) dans de l'eau pendant un certain temps pour en extraire les principes actifs. L'opération est la **décoction**.

Economie circulaire est une économie intégrant les principes de réduction de la pollution et créer une économie plus durable. Elle cherche à recycler, réparer, réutiliser et partager les produits et matériaux autant que possible.

Epuisement : l'épuisement par l'éthanol est un processus où l'éthanol extrait certains composés d'un matériau (ici une plante) jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus.

Essai-champ (ou essai en champ, test sur le champ, essai sur site) est une expérimentation réalisée en plein champ directement sur le terrain. Les observations sont faites en conditions réelles pour tester un produit ou une technique.

Expectorant est un médicament qui augmente l'expulsion du mucus de la trachée ou des bronches par l'expectoration (expulsion par la bouche) ou de la toux.

Flavonoïde : type de molécule présente dans les plantes et dotée de nombreuses propriétés biologiques bénéfiques pour la santé.

Fongique : relatif aux champignons.

Formulation est un mélange de différentes substances pour obtenir un produit final utilisable dans une application donnée : Produits pharmaceutiques, vétérinaires, phytosanitaires, cosmétiques et compléments alimentaires.

Huile essentielle : extrait liquide et aromatique concentré d'une très grande variété de substances actives volatiles et odorantes qui donnent à la plante d'origine son odeur et ses propriétés thérapeutiques. Elle est obtenue généralement par distillation à la vapeur d'eau.

Hydrodistillation : une méthode d'extraction des huiles essentielles basée sur l'utilisation de l'eau ou de la vapeur.

IC₅₀ : Inhibitory Concentration 50 (en anglais) est une mesure de l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique. Il équivaut en français à CI₅₀ concentration inhibitrice médiane et indique la concentration de la substance inhibitrice nécessaire pour inhiber à moitié le processus biologique étudié.

In vitro : terme utilisé en biologie et en médecine pour désigner une expérience qui se fait en laboratoire dans un tube ou une boîte de Pétri. Elle est donc réalisée en dehors d'un organisme vivant.

In vivo : terme utilisé en biologie et en médecine pour désigner une expérience réalisée directement sur un organisme vivant : un animal ou un être humain.

Lyophilisation : c'est une déshydratation d'un produit alimentaire, cosmétique ou pharmaceutique qui consiste à congeler le produit, puis à éliminer l'eau par un passage direct de l'état solide (congelé) à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide.

Molécule est la plus petite unité d'une substance chimique qui conserve ses propriétés.

Plan en blocs randomisés est une méthode expérimentale utilisée pour réduire les variations expérimentales, améliorer la précision et la validité des résultats expérimentaux en groupant les sujets en blocs homogènes et en assignant les traitements de manière aléatoire à chaque bloc.

Plante aromatique plante qui contient une huile essentielle.

Plante oléagineuse est une plante dont les graines ou fruits sont riches en huile (ex. : arachide, sésame, tournesol).

Principe actif dans un extrait ou une formulation est le composé principal responsable de l'effet biologique.

Ravageurs : insectes ou animaux nuisibles aux cultures.

Toxicité aiguë : effets nocifs d'une substance qui résultent d'une exposition unique ou de courte durée, de 24 heures à quelques jours un organisme. Elle est souvent évaluée par voie orale, cutanée ou par inhalation.

Toxicité subaiguë/subchronique : effet d'une substance qui résultent d'une exposition répétée ou prolongée des animaux d'expérience pendant plusieurs semaines (en général 28 jours) jusqu'à 3 mois (90 jours), ce qui correspond à une période brève au regard de leur espérance de vie.

Virose est une maladie causée par un virus, souvent chez les plantes.

PARTIE I : GENERALITES SUR LES BIOPESTICIDES D'ORIGINE VEGETALE

Le contenu de cette partie porte sur des notions générales qui sont présentées pour mieux comprendre l'enjeu des biopesticides* à base de plantes.

Sujet 1	<i>La différence est partout</i>
----------------	----------------------------------

La différence se trouve chez les Hommes, les animaux et les plantes, c'est à dire dans les trois mondes qui nous fascinent.

Homo sapiens est la seule espèce humaine encore présente sur la Terre, pourtant des différences entre nous sont bien visibles.



Le Jardin botanique de Linné crée par le naturaliste pionnier mondial Carl von Linné à Uppsala en Suède, date du 18^e siècle. C'est un lieu historique et scientifique célèbre qui abrite une grande variété d'espèces végétales marquant la richesse végétale indicatrice de la biodiversité.

Il nous suffit au Burkina Faso de regarder dans nos forêts, nos champs, nos marchés, nos cuisines et d'apprécier nos majestueux baobabs pour constater aussi une richesse végétale spécifique à notre écosystème.



Photos du jardin botanique de Linnée (Suède) et de champ, de marché local ou d'une cuisine (Burkina Faso).

Pour le monde des animaux, les biologistes estiment qu'il existe sur la terre entre : **8 et 10 millions d'espèces animales**, avec seulement 2 millions d'espèces décrites et nommées dont un million d'espèces d'insectes.



Individuellement, chacun de nous est familier à un grand nombre d'insectes ou a une bonne connaissance sur un éventail d'insectes utiles comme nuisibles.

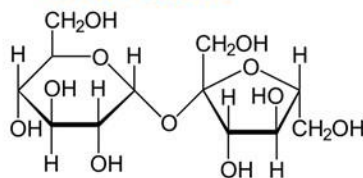
Même dans la ressemblance, il y a toujours une différence dans la nature et ce pour certains produits naturels.

Le saccharose extrait de la canne à sucre ressemble physiquement au sel obtenu par évaporation de l'eau de mer mais les goûts sont pourtant très différents.

Le saccharose



Goût sucré



Le chlorure de sodium



Goût salé



Dans le cas des plantes, la fascinante diversité se voit, se sent et se goûte .



Malgré des ressemblances apparentes entre deux arbres, chaun possède ses propres particularités qui le rendent unique.

Les différences s'étendent de la morphologie, avec la multitude des formes végétales, jusqu'aux variations de textures, de couleurs,

d'odeurs, de goûts, et se manifestent aussi dans les comportements et les fonctions distinctes de leurs parties ou de leurs extraits.

Selon les estimations, il existe entre 400 000 et 530 000 espèces de plantes, dont environ 50 000 à 100 000 restent à découvrir.



En dehors de la propriété unique au règne végétal de nous fournir de l'oxygène pour notre respiration, la diversité des plantes leur offre une multitude d'applications et usages : bois d'œuvre ou de chauffe, habillement, cosmétique, aliment, médicament et voire pesticide.



Derrière tout cela, se cache une diversité chimique appelée chimio-diversité des plantes.

*Les constituants chimiques
sont-ils les mêmes pour
toutes les plantes ?*

La composition chimique varie d'une plante à une autre.

Le jus d'orange est sucré, le lait de coco est gras et le lait de soja est riche en protéines. En effet, les constituants, les mieux connus et recherchés dans les végétaux, sont : les lipides, les protéines et les glucides, qui jouent un rôle fondamental comme nutriments et dont les plantes elles-mêmes ont besoin pour se développer.

Les **glucides** qui incluent les sucres simples (glucose, fructose) et les polysaccharides (amidon, glycogène, cellulose). Exemple de la canne à sucre, aussi du maïs qui contient de l'amidon.



Les **lipides** comme les huiles des plantes oléagineuses*. Exemple de graines oléagineuses : l'arachide et le sésame.



Les **protéines** constituées d'acides aminés indispensables à la croissance et au bon fonctionnement des cellules. Exemple du niébé riche en protéines.



Tous ces constituants sont appelés des métabolites primaires par les biochimistes. Ils se trouvent dans les cellules végétales, lieu de conversion majeure de l'eau et du dioxyde de carbone de l'air en sucres et de fabrication de bien d'autres molécules.

Après les métabolites primaires, il y a les métabolites secondaires. En effet, les plantes contiennent aussi des substances puissantes bioactives qui sont des molécules spécialisées et spécifiques à chaque espèce végétale. Les biochimistes appellent ces substances organiques végétales, les métabolites secondaires ou les métabolites spécialisées.

Pour en savoir plus.

Les métabolites secondaires sont des substances fabriquées par les plantes, mais elles ne sont pas indispensables à leur survie immédiate. Par contre, elles servent d'armes de défense contre les insectes et les microbes, ou d'outils de séduction pour attirer des animaux pollinisateurs comme les abeilles, les chauves-souris, les oiseaux et les papillons.

Ce qui est intéressant, c'est que ces substances spécialisées et donc spécifiques à chaque famille ou espèce végétale, ont de nombreuses propriétés biologiques qui permettent aux plantes d'être utilisées comme médicaments. Exemple la théine est dans le thé et la caféine dans le café.

Pour mieux comprendre, l'importance des métabolites primaires et secondaires, l'exemple de l'éléphant permet d'illustrer de manière symbolique le fonctionnement d'une plante à travers ses mécanismes de défense.



La trompe est essentielle à l'éléphant pour boire et se nourrir, c'est un membre vital pour sa survie (tout comme les métabolites primaires (le sucre et les protéines et lipides) le sont pour une plante.

Ses deux défenses en ivoire, au contraire, ne sont pas indispensables immédiatement pour vivre, mais elles l'aident à se défendre contre les prédateurs, à lutter dans les combats entre mâles, à couper des branches, arracher les écorces des arbres pour se nourrir ou à creuser le sol pour trouver de l'eau. Elles jouent donc un rôle important, mais pas vital – tout comme les métabolites secondaires chez les plantes. L'éléphant peut donc vivre sans ses défenses, mais sa vie sera plus difficile.

Les métabolites secondaires spécifiques à chaque espèce végétale sont des molécules de défense contre les agressions physiques des animaux ravageurs* ou des attaques biologiques des champignons, bactéries. Ils sont d'abord utiles pour la plante qui les contient car ils leurs permettent de s'adapter pour survivre à des conditions environnementales difficiles (soleil, chaleur, sécheresse,...)

Chaque plante à sa façon de réagir selon son environnement et produit son propre arsenal de défense.

Ces molécules dites bioactives, présentes dans les diverses espèces de plantes, permettent d'utiliser ces plantes pour leurs propriétés curatives ou préventives face à diverses maladies ou problèmes de santé. Cette pratique de phytothérapie est bien connue au Burkina Faso comme dans le monde entier.



Vue d'un stock de phyto-médicaments utilisés en médecine traditionnelle dans le marché de la zone 1 de Ouagadougou

*Pourquoi
les plantes peuvent être utilisées
comme pesticides pour soigner
d'autres plantes ?*

Donc de la même manière, ces composés, plus élaborés dans les cellules végétales servant à la défense des plantes elles-mêmes, peuvent être extraits pour soigner les Hommes, les animaux et aussi d'autres plantes en tant que biopesticides*.

Ainsi, les plantes peuvent être exploitées dans les traitements biocides pour la protection des productions agricoles.

En réalité, les plantes pesticides sont utilisées depuis des temps reculés dans le monde. Il existe des exemples historiques de plantes utilisées dans des formulations biopesticides pour protéger les produits agricoles.



*Azadirachta
indica*



Allium sativum



Lippia multiflora



*Eucalyptus
camaldulensis*



Nicotiana tabacum



*Cymbopogon
citratus*



Cleome gynandra



*Balanites
aegyptiaca*



Calotropis procera



Euphorbia hirta

(Ouédraogo IWK, PV3)

L'intérêt pour les produits naturels d'origine végétale n'est plus à démontrer au 21^e siècle. A côté de plantes dites pharmacie, miraculeuse, de la vie, telles le moringa et le neem, figurent de nombreuses autres plantes étudiées par les chercheurs en raison des nombreux usages de différentes parties de ces végétaux.

Plusieurs plantes à propriété biopesticide sont recensées au Burkina Faso.*

Les exemples du neem, de la citronnelle et de l'eucalyptus sont ici présentés.

Exemple 1. Le neem (*Azadirachta indica*) ou Margousier est précieux car il a de nombreux usages.

Quels sont les divers domaines d'utilisation du neem ?

Les domaines d'utilisation de diverses parties ou des extraits du neem sont variés.



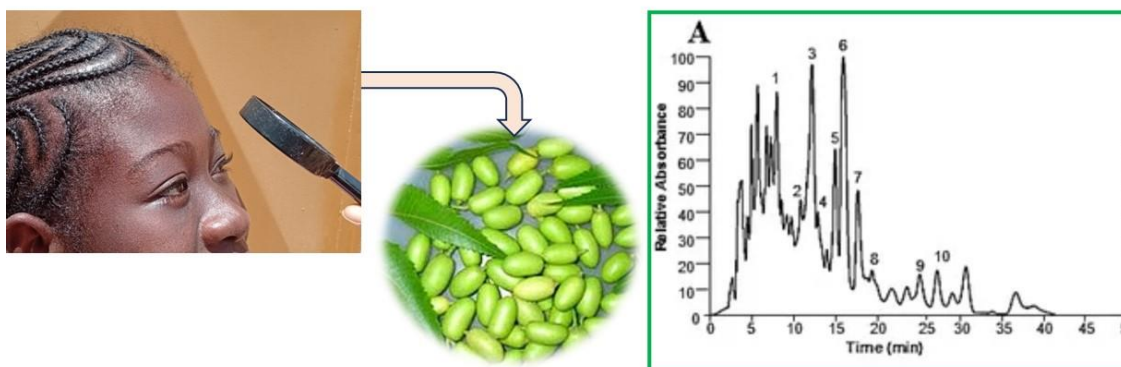
- Ombrage
- Bois d'œuvre (construction, menuiserie), bois de chauffe
- Fertilisant (apport d'azote)
- Alimentation du bétail (protéines)
- Médicaments (anti-malaria, affections pulmonaires, infections cutanées)
- Produits cosmétiques (savon, dentifrice)
- Biopesticide.



Les chercheurs ont trouvé dans l'huile issue des graines de neem et dans l'extrait aqueux de feuilles de neem, une multitude de composés appelés limonoïdes (voir le profil chromatographique* de l'huile de graines de neem). Le composé majoritaire et le plus actif est l'azadiractine dont la teneur se situe entre 0,3 à 1,6 % dans l'huile de graines de neem selon la méthode d'extraction à chaud ou à froid de l'huile.

Cette huile présente diverses propriétés biologiques et des multi-usages : thérapeutique, cosmétique et phytosanitaire.

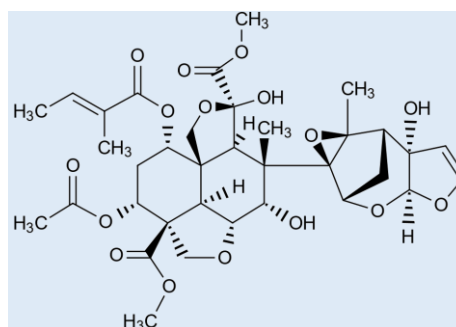
En analyse chimique, le chromatogramme de l'huile de graines de neem présente un nombre important de différents composés.



Pour en savoir plus.

L'azadiractine est une molécule de structure chimique compliquée. Les chimistes ne diront pas le contraire.

Les groupements d'atomes portés par les traits de liaison ordinaires sont dans le même plan que celui de la molécule, en foncé ils sont à voir devant le plan moyen de la molécule et en trait pointillé, ils sont en arrière.



Dans l'huile de neem, il y a la salannine, la nimbine, la nimbidine...

Exemple 2. La citronnelle, plante biopesticide recommandée.

Au Burkina Faso, la citronnelle a été largement testée et est utilisée comme plante biopesticide. La citronnelle ou *Cymbopogon citratus* est une herbacée aromatique originaire d'Asie du Sud-Est, acclimatée au Burkina Faso. Elle est cultivée sur divers sites au Burkina Faso.



Culture de la citronnelle
à la ferme Chantal de Komsilga



Co-culture de la citronnelle sur le site de
la saisonnière Bendogo, Ouagadougou

La citronnelle fournit une huile essentielle* riche en citronellal tandis que l'espèce *Cymbopogon nardus* contient du citral.

Ces huiles volatiles ont des propriétés anti-répulsives contre des insectes, ce qui permet de les utiliser en pulvérisation pour chasser les moustiques et les insectes ravageurs* de spéculations agricoles.

Pour en savoir plus.

Le thé des feuilles de citronnelle est utilisé pour traiter la fièvre, la toux, les troubles gastriques, les difficultés urinaires, la nervosité, l'inflammation, etc.

Des études menées au Burkina Faso sur l'activité antifongique* d'extraits aqueux de la citronnelle, contre les principaux champignons transmis par les semences d'oignon et les champignons du sorgho, ont été convaincantes. Les extraits inhibent la croissance mycélienne* de toutes les espèces de champignons *Fusarium* à des taux d'efficacité compris entre 42,8 et 92,0 % et la croissance mycélienne de champignons du sorgho à 100 %.

Exemple 3. L'eucalyptus à voir comme une plante biopesticide

Eucalyptus camaldulensis **Dehnh**

est un arbre de la famille des Myrtaceae, appelé Gommier des rivières, Gommier rouge ou Gommier de Camaldoli

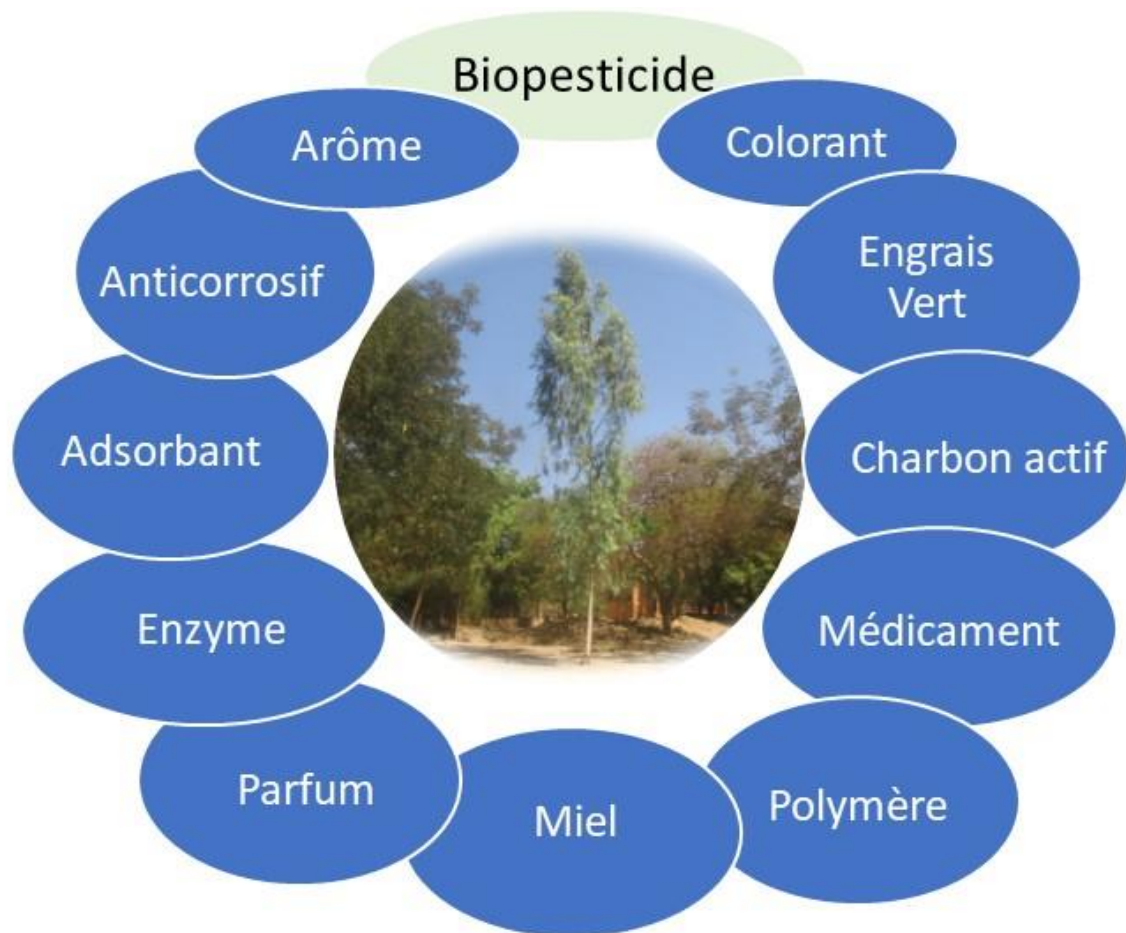


Photos de Ouagadougou : haies vives d'arbres d'eucalyptus servant de clôture d'un établissement scolaire, chantier avec des charpentes en bois d'eucalyptus, feuilles abandonnées après une coupe de l'arbre d'eucalyptus.

La plante est cultivée au Burkina Faso pour son bois très prisé dans la construction.



Mais en plus, beaucoup d'autres applications de la plante sont possibles.



*Et pourquoi ne pas voir
l' eucalyptus aussi comme
une plante biopesticide ?*

A coté des vertus thérapeutiques qui ne sont pas à négliger (soins des humains, des animaux), des applications biopesticides* de feuilles d'eucalyptus sont possibles surtout qu'elles ne sont pas utilisées après la coupe du bois.

Quelles sont
les grandes familles des composés
dotés d'une propriété pesticide ?

Les composés à propriété pesticide présentent des structures variées des différences en taille, odeur, et goût, mais se rattachent pour la plupart à l'une de trois grandes familles des molécules végétales bioactives.

Les trois exemples historiques de plantes pesticides ci-dessous cités, sont décrits avec des indications dans l'ordre suivant : nom de la plante, image, famille chimique du principe actif impliqué dans la défense chimique, structure chimique et nom de la molécule.

Neem



Terpénoides

Azadirachtine

Tabac



Alcaloïdes

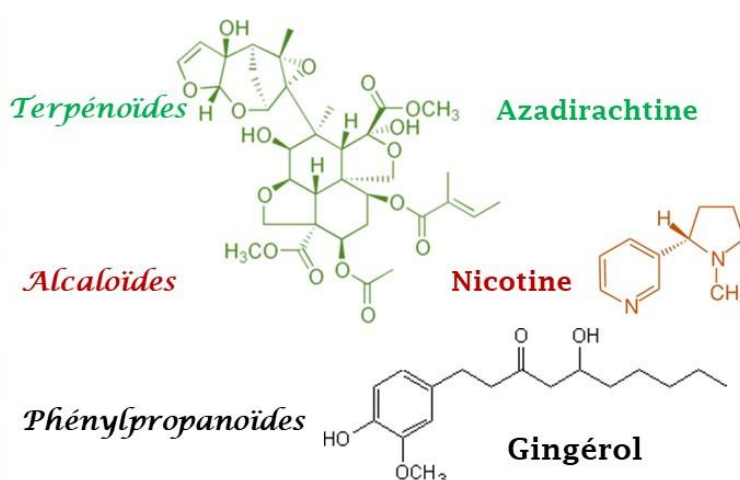
Nicotine

Gingembre



Phénylpropanoïdes

Gingérol



Pour en savoir plus.

Les grandes familles de molécules végétales bioactives sont les terpénoides, les alcaloïdes et les phénylpropanoïdes.

Leur différence structurale induit des modes d'action (de contact) variés contre les ravageurs et les agents pathogènes*.

Le neem contient l'azadirachtine qui stoppe la croissance des insectes.

Le tabac contient la nicotine qui paralyse et tue les insectes.

Le gingembre contient du gingérol responsable du goût piquant capable de repousser des insectes et d'empêcher leur développement.

L'ail contient l'allicine qui repousse les insectes grâce à son odeur.

Le piment contient la capsaïcine qui irrite et éloigne les insectes.

Sujet 5*L'approche de vérification scientifique du potentiel
biopesticide des plantes*

*Comment les chercheurs
choisissent les plantes pesticides
pour la protection des cultures ?*

Dans les champs, le producteur veut des spéculations bien protégées ou sans la présence de bioagresseurs*.

Le chercheur doit cibler la spéculation à protéger, identifier les bioagresseurs spécifiques et tester des formulations préparées afin de choisir les plantes sources les plus efficaces dans le biocontrôle.



Les biopesticides d'origine végétale sont appréciés pour leur biodégradabilité et leur faible impact environnemental, en comparaison aux pesticides synthétiques. De plus, les plantes dont ils sont extraits sont généralement disponibles à l'état sauvage ou peuvent être cultivées.

Sujet 6	<i>Les choix à faire pour organiser l'étude expérimentale sur l'efficacité pesticides de formulations</i>
----------------	---

Critère 1. Le choix de la spéculation à protéger

Le maraîchage est ciblé, mais pourquoi ?



Site de maraîchage de l'association *la Saisonnière*

Le maraîchage fait partie des activités agricoles les plus lucratives au Burkina Faso. En milieu rural, péri-urbain et urbain, le maraîchage présente un fort potentiel en termes d'impact socio-économique, car il contribue à la réduction de la pauvreté ainsi qu'à la sécurité alimentaire et nutritionnelle. C'est la filière qui, de la production à la commercialisation, crée le plus d'emplois en milieu rural pendant la saison sèche. Elle représente une source majeure de revenus pour les jeunes et surtout les femmes.

Les principaux produits maraîchers commercialisés sur les marchés sont : le chou, le poivron, les oignons, les carottes, les aubergines, la tomate, l'ail, les haricots verts, les concombres, les courgettes, le piment, etc.

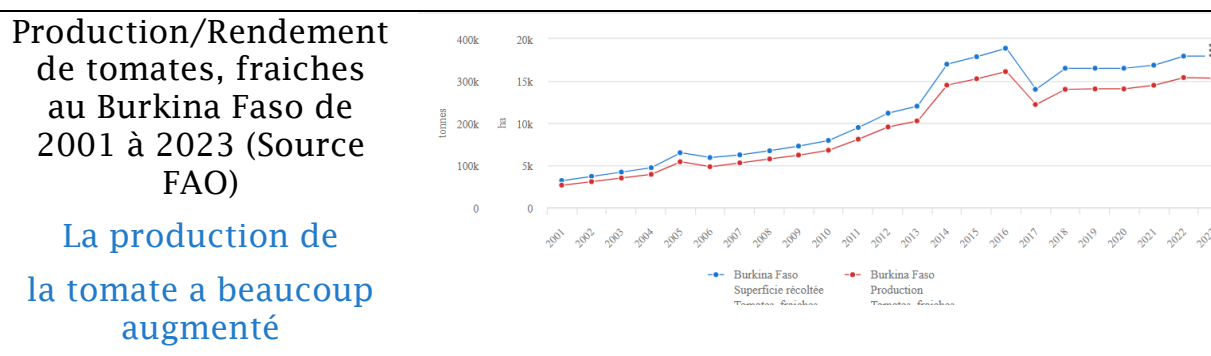
Parmi ces spéculations maraîchères produites au Burkina Faso, la tomate, le chou et l'oignon bulbe occupent les plus grandes spéculations maraîchères en termes de superficies cultivées et de volume de production.

Pour en savoir plus. Mais il y a des problèmes dans le maraichage.

Le Bulletin Mensuel d'Information du Système d'Alerte Précoce au Burkina Faso de juillet 2024 a signalé pour l'année agricole 2024-2025 : des maladies fongiques*, des flétrissements bactériens observés sur certaines plantes : aubergine, tomate, poivron (qui constituent avec la pomme de terre la famille dite des *Solanacées*) ainsi que des symptômes de viroses* détectés sur des cultures de tomate et d'aubergine.

La tomate est un des légumes le plus consommé au monde et une spéculation très prisée au Burkina Faso.

La tomate est une importante culture maraîchère au Burkina Faso qui joue un rôle clé dans la lutte contre la pauvreté et l'amélioration des conditions de vie des producteurs.



D'un point de vue nutritionnel, la tomate est riche en minéraux, sucres, acides organiques et antioxydants comme le lycopène et le bêta-carotène, qui offrent des bienfaits pour la santé, notamment des propriétés anticancéreuses. Il y a aussi un intérêt économique.

Importance de la tomate



(Sanon, C1) adapté

A cela, s'ajoute la demande croissante en produits biologiques des consommateurs de plus en plus avertis.

Le chou est la troisième culture maraîchère au Burkina Faso après l'oignon et la tomate. Il contribue à la sécurité alimentaire et à la création d'emplois. Il est riche en minéraux, vitamines et fibres, et possède des vertus médicinales, notamment des propriétés antimicrobiennes et anticancéreuses.

Plusieurs spéculations sont de la même famille que la tomate



Il s'agit de la pomme de terre, du poivron, de l'aubergine et du piment qui peuvent être traités avec des formulations phytosanitaires efficaces dans la production de la tomate.

*Critère 2. La considération des bioagresseurs**

Les entomologistes savent identifier les insectes ravageurs* et les maladies qu'ils peuvent propager. Les bioagresseurs des spéculations maraichères sont bien connues. Ici seront pris en compte les ravageurs et les agents pathogènes.

Pour en savoir plus.

Les noms des bioagresseurs sont parfois révélateurs ou trompeurs.

Les larves de la mineuse creusent des tunnels (comme cela se fait dans les mines) dans les feuilles des plantes.

La fusariose (*Fusarium oxysporum*) provoque le flétrissement des feuilles et la pourriture des racines.

L'alternariose (*Alternaria tomatophila*) cause des taches noires sur la tige, le jaunissement des tiges et des feuilles ainsi que la chute des fleurs et des feuilles.

Le mildiou (*Peronospora parasitica*) entraîne des taches jaunes sur les feuilles et un duvet blanc en dessous.

Dans le cas de la tomate, il y a une multitude de bioagresseurs destructeurs pour la plante, attaquant depuis la racine jusqu'au fruit.

Les ravageurs* :

- Insectes (mouches blanches, pucerons, papillons comme *Tuta absoluta* (la mineuse de la tomate) et *Helicoverpa armigera*) causant des dommages mécaniques et transmettant des virus.
- Acariens* et nématodes (*Meloidogyne sp.*) qui endommagent les racines et affaiblissent les plantes.

Les maladies :

- Fongiques* (ex. fusariose, alternariose) qui affectent tiges, feuilles et fruits.
- Bactériennes (ex. flétrissement bactérien, chancre bactérien, feu bactérien) qui attaquent le système vasculaire des plantes.

- Virales (ex. maladie des feuilles jaunes, mosaïque de la tomate) souvent propagées par des insectes vecteurs. Les maladies se manifestent par l'enroulement des feuilles en cuillère, des taches et une décoloration des feuilles.

Diverses anomalies sont ici visibles pour la tomate

Anomalies foliaires



Anomalies des fruits et de la tige



(Sanon, C1)

Pour le chou, sa production est également entravée par plusieurs ravageurs* et maladies.

Ravageurs* : Teigne des crucifères (*Plutella xylostella*), Borer du chou (*Hellula undalis*), pucerons qui endommagent les feuilles et transmettent des viroses*.

Maladies :

- Fongiques (ex. alternariose, hernie du chou, mildiou) causant l'apparition de taches et le dépérissement des plantes.
- Bactériennes (ex. nervation noire) provoquant des lésions et des pourritures.
- Virales (ex. mosaïque du chou) provoquant une décoloration, un flétrissement et un retard de croissance.

La culture du chou est confrontée aux attaques d'un cortège impressionnant de bio-agresseurs



Plutella xylostella



Hellula undalis



Brevicoryne brassicae

(Bonzí S., C3)

Pour en savoir plus.

Il existe plusieurs moyens de lutte recommandés pour limiter les contraintes des bioagresseurs, notamment l'utilisation de variétés résistantes, de semences saines, la rotation des culture, l'élimination précoce ou la destruction des plants contaminés, l'utilisation de culture piège pour attirer vers elles les bioagresseurs et la lutte biologique. Dans le cas de la tomate, l'excès d'humidité est également à éviter.

La clinique des plantes à l'Université Nazi Boni de Bobo-Dioulasso dispose de l'expertise et de l'équipement pour le diagnostic des maladies des plantes.



Sujet 7	<i>Le choix de la plante biopesticide pour préparer une formulation</i>
----------------	---

Il est important de bien choisir les plantes à utiliser comme biopesticides, en s'appuyant sur les connaissances des producteurs, les acquis des équipes de recherche et les travaux scientifiques antérieurs d'autres chercheurs. La liste de ces plantes avérées ou potentiellement pesticides est assez longue. Si une trentaine de plantes pesticides ont été testées par les chercheurs ou utilisées par les producteurs, le tableau I suivant présente une sélection limitée d'exemples.

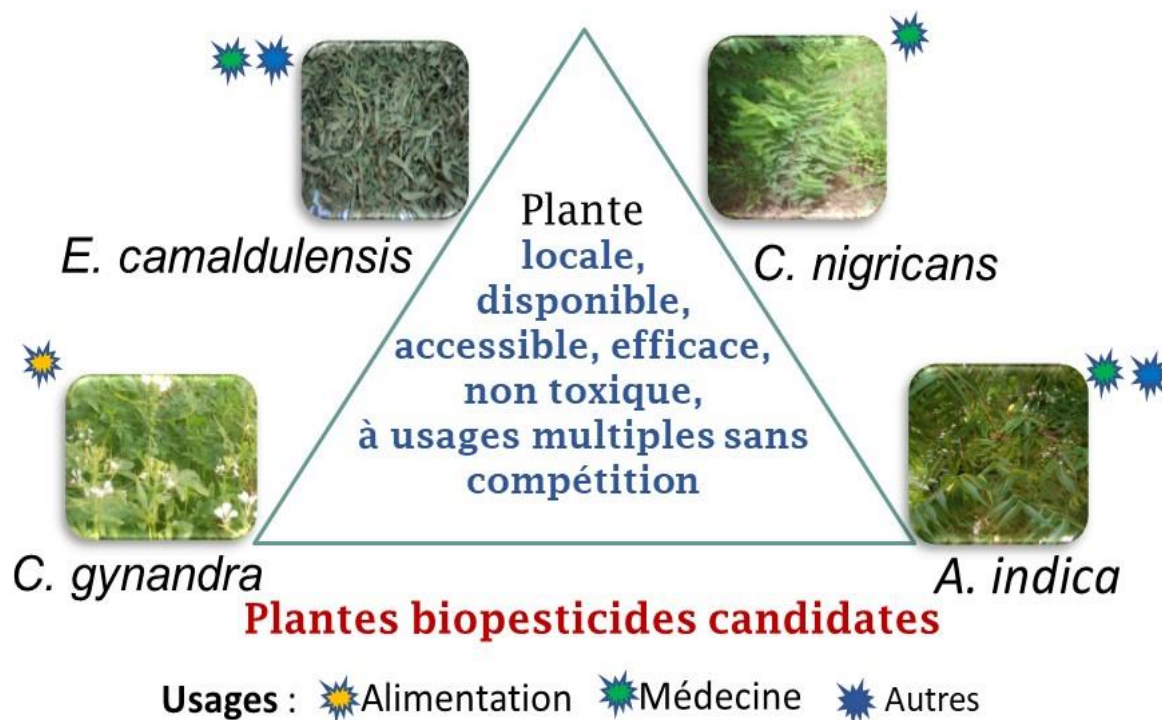
Tableau I. Liste restreinte de vingt-cinq (25) plantes pesticides

N°	Nom scientifique	Nom courant	Agresseur/pathogène cible	Parties de la plante utilisées ou formes d'utilisation
1.	<i>Acacia nilotica</i>	Pegnenga Bagaba-Yiri (en mooré)	Larves de moustiques	Extrait aqueux des graines
2.	<i>Allium sativum</i>	Ail	Mouche blanche	Extrait aqueux des gousses
3.	<i>Amaranthus sp.</i>	Bouloumboula (en dioula)	<i>Meloidogyne spp.</i> (nématode)	Extrait aqueux des feuilles, Tiges, racines
4.	<i>Anacardium sp.</i>	Anacardier	<i>Mouche blanche</i>	Extrait aqueux d'écorces
5.	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	<i>Meloidogyne incognita</i> (nématode)	Extrait aqueux des feuilles et huile
6.	<i>Calotropis procera</i>	Arbre de soie	<i>Meloidogyne incognita</i> (nématode)	Extrait aqueux des feuilles
7.	<i>Carica papaya</i>	Papayer	<i>Sclerotium rolfsii</i> (champignon des sols)	Extrait aqueux des racines
8.	<i>Cleome gynandra</i>	Kènèbdo (en mooré)	<i>Sphaerotheca fuliginea</i> (champignon)	Extrait aqueux des feuilles
9.	<i>Combretum racemosum</i>	Combretom Leenga (en mooré)	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Macrophomina</i> , <i>phaseolina</i> (champignons)	Extrait aqueux des feuilles

10.	<i>Copsiucum frutescens</i>	Piment	<i>Mouche blanche</i>	Extrait aqueux des fruits
11.	<i>Cymbopogon nardus</i>	Citronnelle	<i>Sitophilus zeamais</i> et <i>Rhyzopertha dominica</i> (charançon)	Extrait aqueux des feuilles, huile essentielle*
12.	<i>Cymbopogon citratus</i>	Citronnelle	<i>Xanthomonas oryzae</i> (bactérie)	Huile essentielle des feuilles
13.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalyptus	<i>Reticulitermes flavipes</i> (termite)	Extrait éthanolique des feuilles Extrait aqueux des feuilles
14.	<i>Euphorbia hirta</i>	Herbe à verrue	<i>Plutella xylostella</i> (teigne des crucifères)	Extrait aqueux des feuilles
15.	<i>Hyptis suaveolens</i>	Ung-Rüng-Yāangan (en mooré)	<i>Sclerotium rolfsii</i> Saccardo (champignon)	Extrait aqueux des feuilles
16.	<i>Jatropha curcas</i>	Jatropha	<i>Helicoverpa armigera</i> H (mouche blanche)	Extrait aqueux des graines
17.	<i>Lippia multiflora</i>	Thé des savanes ou de Gambie	<i>Helicoverpa armigera</i> H. (mouche blanche)	Extrait éthanolique des feuilles
18.	<i>Mimosa pudica</i>	Tetemteega	<i>Cryptolestes pusillus</i> (charançon)	Extrait aqueux (feuilles, tiges et racines)
19.	<i>Moringa olifera</i>	Moringa	Insectes	Huile, extrait méthanolique des feuilles
20.	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabac	<i>Meloidogyne incognita</i> (nématode)	Extrait aqueux des feuilles
21.	<i>Ocimum gratissimum</i>	Basilic Africain.	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pythium</i> Sp. (champignon)	Huile essentielle des feuilles
22.	<i>Securidaca longipedunculata</i>	Violette sauvage	Pucerons	Extrait aqueux des feuilles
23.	<i>Senna occidentalis</i>	Faux Kinkéliba	Termites, bruches	Extrait aqueux des feuilles
34.	<i>Tephrosia vogelii</i>	Arbre à poisson	<i>Caryedon serratus</i> (insecte)	Poudre des feuilles
25.	<i>Zingiber officinale</i>	Gingembre	<i>Aspergillus spp</i> (champignon)	Huile essentielle des rhizomes

Exemple 1. Critères de sélection dans le cadre du Projet BUF-01 à l'Université Joseph Ki-Zerbo

Dans le cadre du projet de recherche BUF-01, plusieurs plantes ont été étudiées après un choix basé sur des critères énoncés dans la figure illustrative.



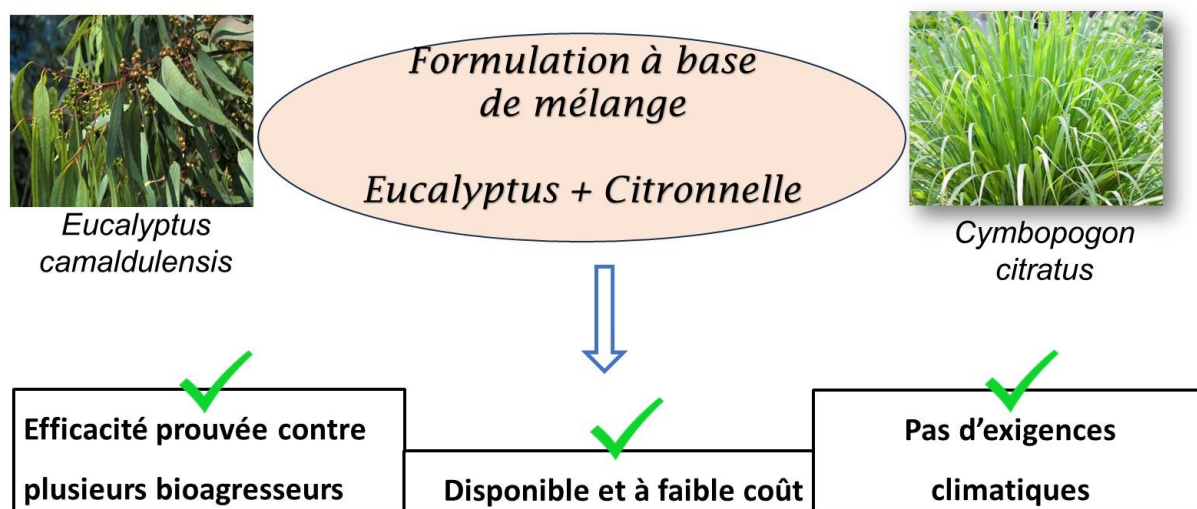
(Bonzi Y, PV₂)

Ce parcours sur l'analyse des plantes pesticides dans le cadre du projet BUF-01 a mis en évidence le potentiel biopesticide de plusieurs plantes exploitées pour le traitement phytosanitaire dans le maraîchage.



Exemple 2. Critères de sélection dans le cadre du Projet BIORAF-MA

Dans le cas du projet BIORAF-MA, le choix de deux plantes : l'eucalyptus et la citronnelle parmi une longue liste de potentiels biopesticides a été motivé par leur adaptabilité aux conditions climatiques du Burkina Faso et la disponibilité des biomasses.



(Ouédraogo IWK, PV₃)

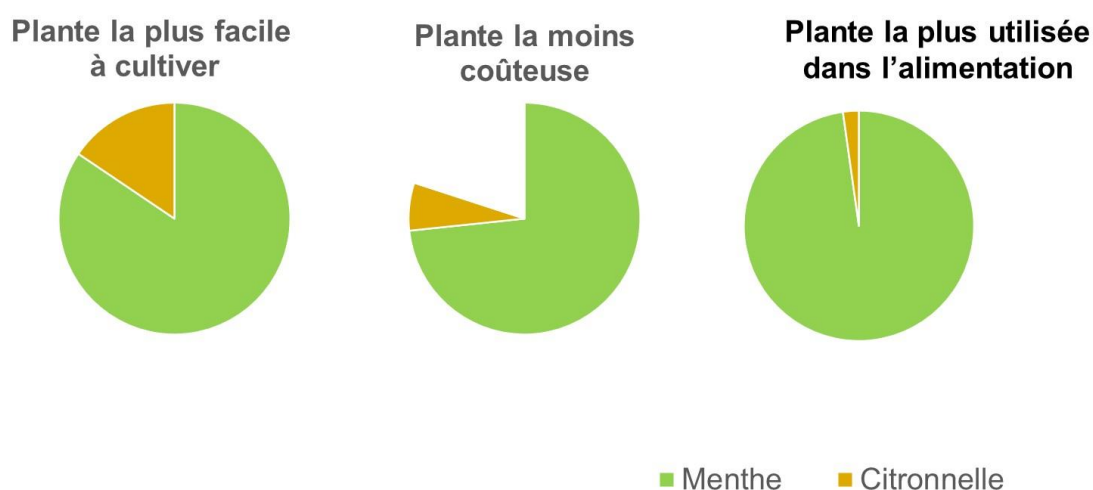


Une plante pour protéger une autre plante

Exemple 3. Orientation du choix de plantes par les producteurs

La voix des 45 maraîchers selon une enquête du sociologue

Les sociologues ont réalisé une enquête auprès des producteurs pour savoir quelle plante peut-on associer à l'eucalyptus pour le développement d'un biofongicide destiné au maraîchage. Le choix, entre la citronnelle et la menthe, deux espèces végétales connues pour leur pouvoir pesticide, a été soumis à un échantillon de quarante cinq (45) maraîchers de sites situés des quartiers de Ouagadougou : Pissy, Tanghin et Dapoya.



(Ouédraogo JCW, C2)

La menthe est appréciée pour son arôme dans les boissons locales. Elle est la plus facile à cultiver (84 % des avis), la plus cultivée (100 % des avis), la moins coûteuse (73 % des avis), la plus consommée (98 % des avis) et donc la plus vendue (100 % des avis).

En conclusion, le choix s'est porté sur la citronnelle comme deuxième plante à introduire dans les formulations biopesticides en association avec l'eucalyptus. Les raisons avancées pour cela sont que la menthe plus facilement cultivée et vendue est très consommée. Pour éviter la concurrence avec le besoin d'alimentation, la citronnelle qui est aussi cultivée a été proposée par les maraîchers.

Exemple 4. Pertinence des ateliers de partage multi-acteurs

Des ateliers nationaux sur les biopesticides* tenus en décembre 2013 et décembre 2015 ont été des moments de réflexion stratégique sur les formulations biopesticides à base de plantes.

Ces ateliers ont concerné des chercheurs, enseignants-chercheurs, des représentants de groupements et associations de producteurs, d'organisations paysannes, d'associations, de réseaux de journalistes, d'ONG, de structures techniques des ministères, instituts ou laboratoires.

Au regard des sujets abordés sur les aspects techniques de la production de formulations phytosanitaires à base de plantes, des mesures d'adaptation face au changement climatique et des considérations socio-économiques, les participants ont recommandé la poursuite des travaux de recherche sur le potentiel biopesticide de la citronnelle dans le contexte climatique du Burkina Faso.

Exemple 5. Importance de la revue des travaux scientifiques antérieurs

La littérature scientifique donne des informations sur le potentiel biopesticide des plantes. Le chimiste recherche ce que la plante contient comme composés bioactifs déjà identifiés et essaie d'optimiser leur extraction. Pour cela, il dispose d'indices pour sélectionner les plantes à étudier en vue d'asseoir sa méthodologie de recherche et il y a du travail au regard de la longue liste de plantes citées pesticides (voir annexe 1).

Pour en savoir plus.

***Azadirachta indica* (graines et feuilles)** riche en polyphénols et en limonoïdes

***Cleome gynandra* (plante entière)** riche en polyphénols et en glucosinolates

***Cassia nigricans* (plante entière)** riche en flavonoïdes* et en tanins

***Eucalyptus camaldulensis* (feuilles)** riche en polyphénols

Tous ces composés cités ont une bonne activité antioxydante.

Exemple 6. Commercialisation de formulations biopesticides* d'origine végétale dans le monde

Ailleurs, des exemples de formulations biopesticides d'origine végétale commercialisées existent.

Plusieurs marques en proposent.

- Neem Oil®, NeemAzal® sont des extraits des graines de **neem**. Ce sont des fongicides, insecticides, acaricides...
- PyGanic®, Spruzit® sont des extraits des fleurs de **pyrèthre** (*Chrysanthemum cinerariifolium*). Ce sont des insecticides à large spectre contre les moustiques, pucerons, mites, blattes.
- Orange Guard®, EcoPCO® sont des extraits d'**agrumes** (Citrus spp.). Ce sont des insecticides et répulsifs contre les fourmis, puces et cafards.
- Hot Pepper Wax® est un extrait du **piment** (Capsicum spp.) utilisé comme répulsif contre les mammifères et des insectes.

La liste établie en 2023 de pesticides autorisés par le Conseil Sahélien des Pesticides (CSP) du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) est longue de **546 formulations**.

Parmi les formulations d'origine naturelle inscrites, figure une dizaine de formulations à base de Bacillus pour la lutte biologique et seulement **deux formulations nématocides**, l'une à base d'ail (Nemguard) et l'autre (Pyretrum 5 EW) à base de pyrèthrine à la concentration de 50 g/L (5 % de matière active).

PARTIE II : CONNAISSANCES APPORTÉES PAR LES ÉTUDES EXPERIMENTALES

Le contenu de cette partie porte sur les communications du thème 1 du forum : « connaissances apportées par les études expérimentales. Il s'agit des études en laboratoire et celles réalisées en milieu champ ».

Sujet 8	<i>Le rôle des chercheurs</i>
----------------	-------------------------------

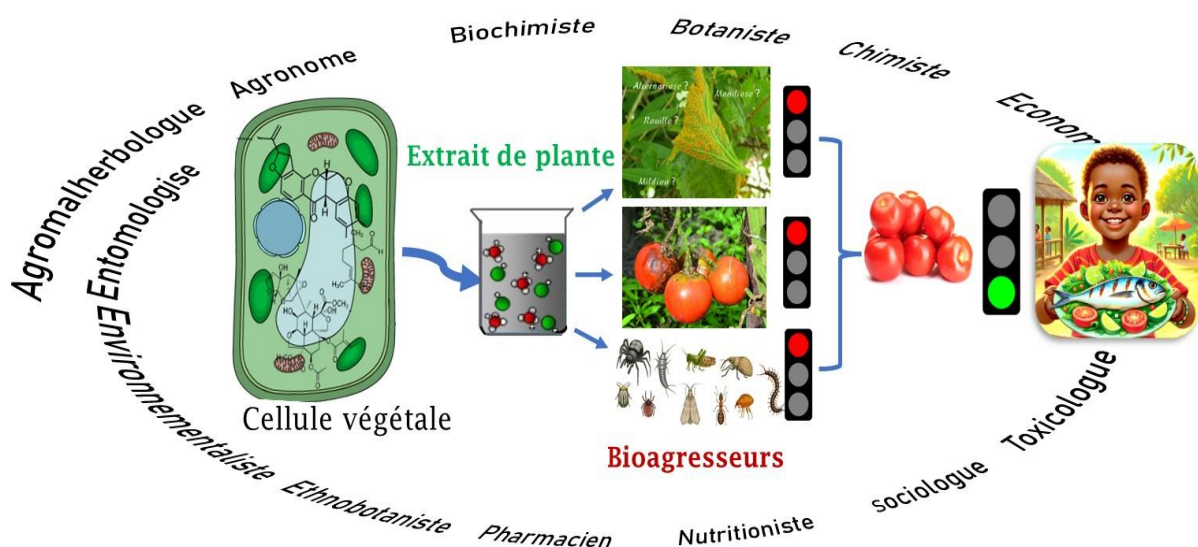
Chaque chercheur a du travail et chacun apporte ses évidences scientifiques spécifiques selon son domaine d'expertise.

La promotion de formulations phytosanitaires à base de plantes, accessibles, efficaces, peu coûteuses et respectueuses de l'environnement peut s'appuyer sur les évidences scientifiques. En plus de la mise à disposition de données sur la composition chimique, l'activité biologique, les toxicités* et l'impact environnemental de leurs utilisations, les résultats du potentiel biopesticide sont collectés en laboratoire et en milieu réel. Les indicateurs de l'efficacité d'un traitement phytosanitaire à relever sont choisis dans une bonne collaboration entre les scientifiques et les producteurs.

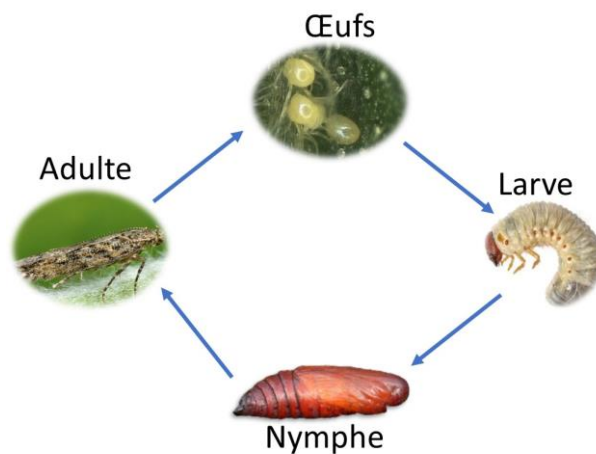
La démarche scientifique impose également des normes à respecter dans les évaluations selon le domaine d'étude.

- Le botaniste identifie l'espèce végétale à propriété biopesticide et l'impact de son utilisation sur la biodiversité ou la sécurité alimentaire.
- Le sociologue analyse le niveau d'acceptation du produit de la technologie ou de l'innovation apportée par la formulation.
- Le biochimiste identifie le mécanisme d'action de la molécule bioactive sur la cible.
- Le malherbologiste, qui est spécialiste des adventices (mauvaises herbes), les identifie, étudie leur biologie, leur écologie ainsi que les moyens de les combattre et donc exploite les effets bioherbicides de certaines plantes.

- L'ethnobotaniste mène des enquêtes pour connaître toutes les utilisations des plantes supposées biopesticides.
- Le chimiste fait des extractions, caractérise les molécules bioactives et proposent des formulations optimisées.
- Le pharmacien évalue les propriétés biologiques utiles et aussi la toxicité* des formulations.
- Le phytopathologiste étudie les maladies des plantes (manifestation, diagnostic, prévention et traitement).
- L'agronome teste, adapte les techniques pour des itinéraires agricoles plus durables à travers divers volets. Ici pour les biopesticides d'origine végétale il s'agit de la gestion des bioagresseurs, la qualité des semences, l'efficacité de formulations en laboratoire et en essai-champ et l'impact environnemental.
- L'économiste (agricole) évalue l'investissement initial nécessaire, calcule les coûts de production, évalue la rentabilité et mesure la viabilité économique des pratiques ou traitements mis en œuvre.
- L'environnementaliste évalue l'effet des facteurs environnementaux sur la qualité des plantes et l'impact de l'utilisation pesticide massive d'une espèce végétale sur les compartiments de l'environnement (eau, sol et air).

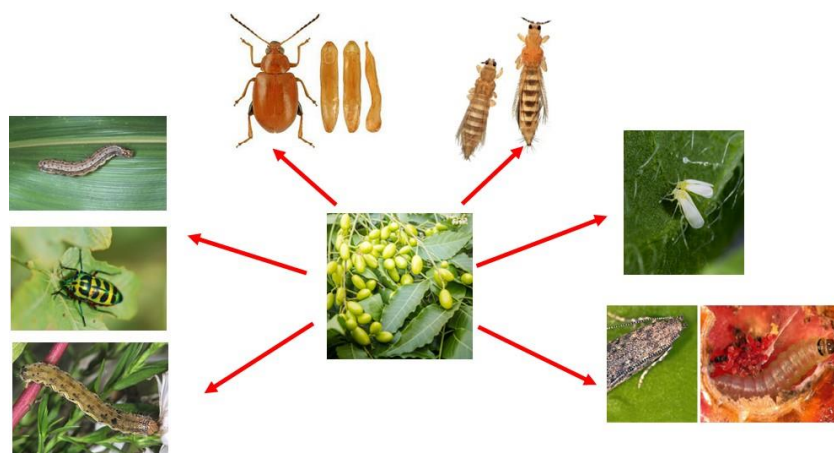


- L'entomologiste étudie les insectes ravageurs des spéculations agricoles, décrit leurs cycles biologiques en vue de proposer des moyens de lutte et peut proposer pour chaque étape du cycle (voir schéma) une formulation active et un mécanisme d'action..



(Drabo, P_{V1})

Le stade de nymphe (chrysalide) est un stade de transformation intermédiaire chez certains insectes qui subissent une métamorphose complète, surtout chez les papillons. C'est l'étape où la chenille (larve) arrête de bouger, se fixe à un support, et commence à se transformer à l'intérieur. Pendant quelques jours à plusieurs semaines, les organes de la chenille se désagrègent et se reconstruisent pour former le papillon ou l'insecte. L'efficacité d'une formulation pesticide se teste sur différents ravageurs et leurs différents stades de cycle de vie.

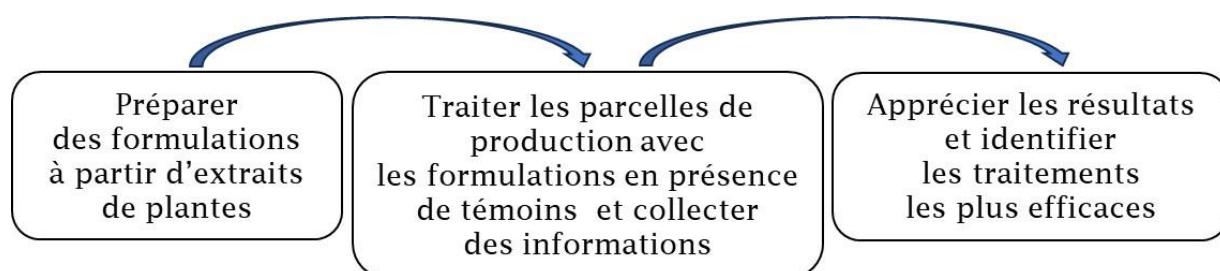


(Drabo, P_{V1})

*Comment sont préparées
les formulations pour les différents
tests en laboratoire ou en milieu réel ?*

L'évaluation de l'efficacité biopesticide d'une plante locale en culture maraîchère se fait avec les producteurs et cela prend du temps.

Il y a des étapes à suivre pour la validation scientifique par les scientifiques ou pour la validation populaire avec les producteurs.



La préparation des formulations commence par l'extraction des principes actifs des cellules végétales des plantes.

Les modes de préparation des formulations à base de substances organiques végétales, par les producteurs pour un usage personnel ou pour des productions semi-quantitatives, sont la macération, la décoction, l'infusion de la partie de plante visée.

Proportions entre la masse de la biomasse et le volume de solvant à utiliser.

En général, le rapport masse de biomasse /volume d'eau est de 10 % soit 100 g de matières végétales séchées pour 1 litre ou 1 kilogramme de matière végétale pour 10 litres de solvant.

Si la matière végétale est sous forme de poudre, l'extraction est meilleure.

L'éthanol (alcool éthylique) provenant de la fermentation des sucres est un solvant vert utilisable en agriculture biologique mais il a un coût plus élevé que celui l'eau.

Pour en savoir plus.

Les trois méthodes classiques d'extraction les plus utilisées sont les suivantes.

La **macération**, méthode dominante consiste à faire tremper la plante (feuilles, graines, fleurs ou fruits) pendant plusieurs heures ou jours. dans un liquide à froid (eau, alcool ou huile). Cela est utilisé pour extraire l'azadirachtine, sensible à la chaleur, des graines ou des feuilles de neem avec de l'eau. Le temps de macération lorsqu'il est long conduit à une fermentation qui influence la composition chimique du mélange.

La **décoction** consiste à faire bouillir le mélange eau-plante pendant un temps. Cela convient aux biomasses de texture dure (racines, écorces).

Pour **l'infusion**, de l'eau chaude est versée sur la biomasse avant de laisser l'ensemble reposer quelques minutes.

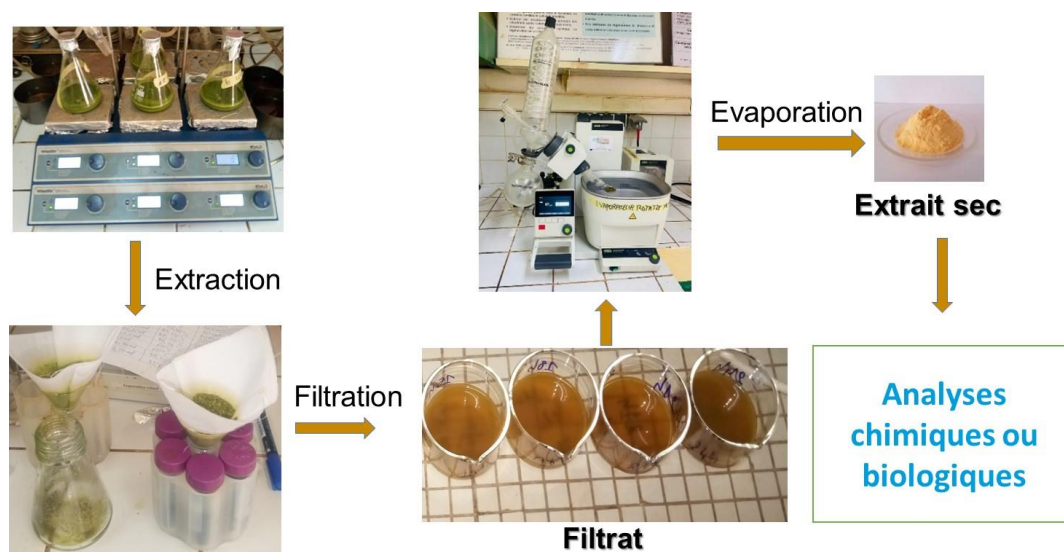
Dans tous ces modes d'extraction, une filtration est nécessaire pour retenir la phase liquide.

Exemple 1. Description du protocole

Le protocole appliqué qu'il soit simple ou compliqué doit être décrit.

Les chimistes utilisent une diversité de techniques d'extraction simples ou sophistiquées en laboratoire pour savoir ce qu'il y a dans une biomasse végétale. Ils réalisent différents extraits des plantes à l'aide de diverses méthodes d'extraction pour déterminer leur composition chimique globale qui justifie la propriété pesticide de la plante. Une fois la méthode d'extraction optimisée, le chimiste va extraire les principes actifs pour les utiliser dans des formulations.

Etapes d'un protocole d'extraction de molécules bioactives



(Ouédraogo IWK, PV3)

Exemple 2. Extraction des huiles essentielles *

L'hydrodistillation est une opération d'extraction de l'huile essentielle d'une plante dite aromatique (celle qui dégage naturellement une odeur).

Des exemples de plantes aromatiques utilisées au quotidien sont : la menthe, le basilic, la citronnelle. Les parfums cosmétiques ou alimentaires vendus dans le monde sont des mélanges d'huiles essentielles issus de nombreux fruits, fleurs, bois, épices etc.

Pour réaliser l'hydrodistillation, la plante aromatique est immergée ou placée dans l'appareil de distillation contenant de l'eau. Le chauffage de l'eau produit la vapeur qui traverse les tissus végétaux en emportant avec elles les molécules odorantes qui constituent l'huile essentielle.

Cette vapeur est refroidie dans un tube de refroidissement et devient liquide. A la sortie du tube, ce mélange liquide est recueilli et l'huile essentielle* non soluble dans l'eau flotte au dessus de l'eau. L'huile est alors séparée de l'eau. L'eau restante est appelée hydrolat ou eau florale ; elle garde toujours une bonne odeur car elle contient encore quelques molécules odorantes.

Dans le montage simplifié, la plante est placée directement dans l'eau et le mélange est chauffé pour obtenir la vapeur d'eau qui monte directement avec les molécules parfumées.

Pour en savoir plus.

L'huile essentielle appelée aussi essence végétale est un liquide naturel odorant issu d'une plante. Elle est constituée d'un mélange complexe qui peut contenir plus d'une centaine de molécules organiques de petite taille donc assez volatiles.

Cependant, certaines molécules majoritaires sont caractéristiques de l'huile essentielle d'une espèce végétale donnée. Par exemple, l'huile essentielle de la menthe poivrée est fortement concentrée en menthone et en menthol.

Les huiles essentielles sont classées en général selon la nature chimique des principes actifs majeurs qui leur confère d'importantes propriétés biologiques : antiseptique, relaxante, stimulante, anti-inflammatoire, etc.

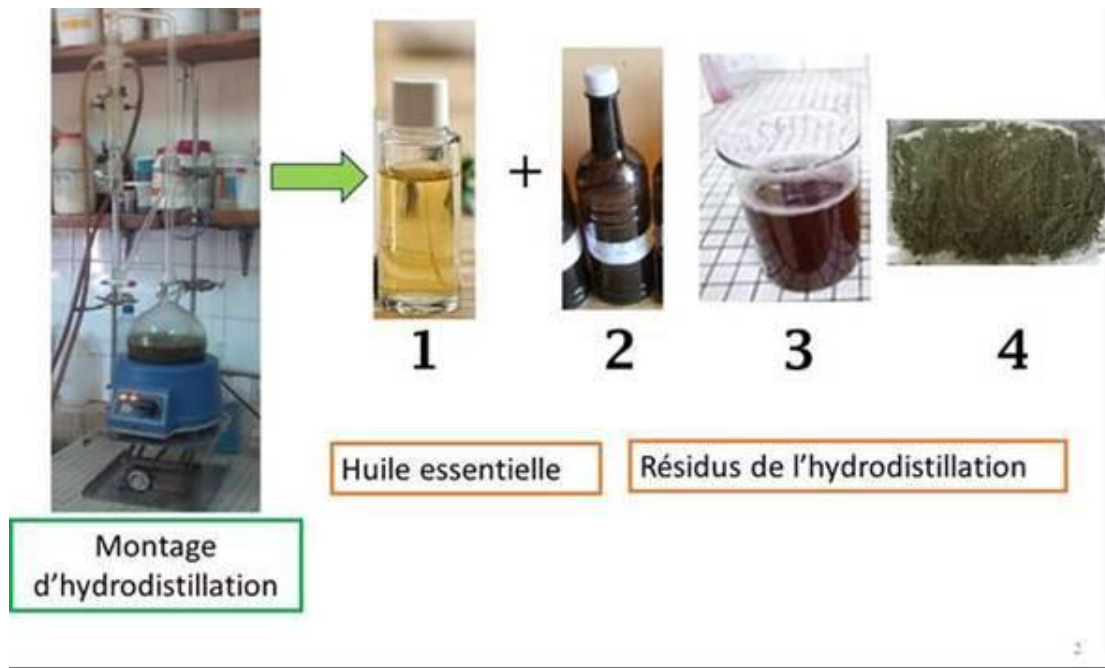
Ainsi, les huiles essentielles sont utilisées en alimentation, en aromathérapie, en cosmétique, en parfumerie et en tant que biocide à travers les traitements soit phytosanitaire ou domestique.

Par exemple, le pouvoir antibactérien, antifongique et herbicide de l'huile essentielle des tiges de *Shinus molle* L appelé poivre, est en lien avec sa richesse en α -limonène (25 %), α -eudesmol (16 %) et en géraniol (7 %).

Exemple 3. Stratégie de valorisation des déchets

Après l'hydrodistillation*, les résidus solides et liquides sont considérés comme des déchets ou mieux comme des co-produits car ils sont toujours riches en principes actifs*.

L'opération d'hydrodistillation fournit au total 1) l'huile essentielle, 2) l'hypophylisat ou l'eau florale récupéré en même temps que l'huile essentielle, 3) l'eau résiduelle et 4) le résidu solide après filtration pour séparer l'eau du moût de cuisson.



(Bonzi Y, PV₂)

L'hydrodistillation peut se faire sur un modèle de distillateur plus grand, ce qui permet d'obtenir de quantités importantes de résidus.



Préparation d'une hydrodistillation* à la microbioraffinerie

L'intérêt est porté généralement sur l'huile essentielle* obtenue par hydrodistillation des feuilles fraîches ou séchées d'eucalyptus.

Pourtant, tous les différents produits sortis de l'hydrodistillation* contiennent des molécules bioactives.

Le savoir local dans le domaine de préparation d'une formulation phytosanitaire préconise d'utiliser trois plantes de n'importe quelle

espèce dans une formulation biopesticide*. Cependant, il peut avoir des antagonismes entre les constituants des extraits à prendre en compte.

Dans une combinaison d'extrait d'eucalyptus et d'extrait de citronnelle, malgré la mise en jeu de seulement deux plantes, il s'agira de proposer un mélange constitué de trois groupes différents de constituants bioactifs à savoir les acides phénoliques, les flavonoïdes et les terpènes apportés par les huiles essentielles. Ces groupes sont présents grâce à l'approche de valorisation intégrale de tous les co-produits de l'hydrodistillation des deux plantes aromatiques (eucalyptus et citronnelle) sans apport de neem dont les graines coûtent chères. Dans le protocole, en plus de l'huile essentielle, tout les résidus sont valorisés. Le résidu solide peut être soumis à épuisement* par une extraction à l'éthanol, tandis que l'eau résiduelle correspond à un décocté* riche en substances bioactives.

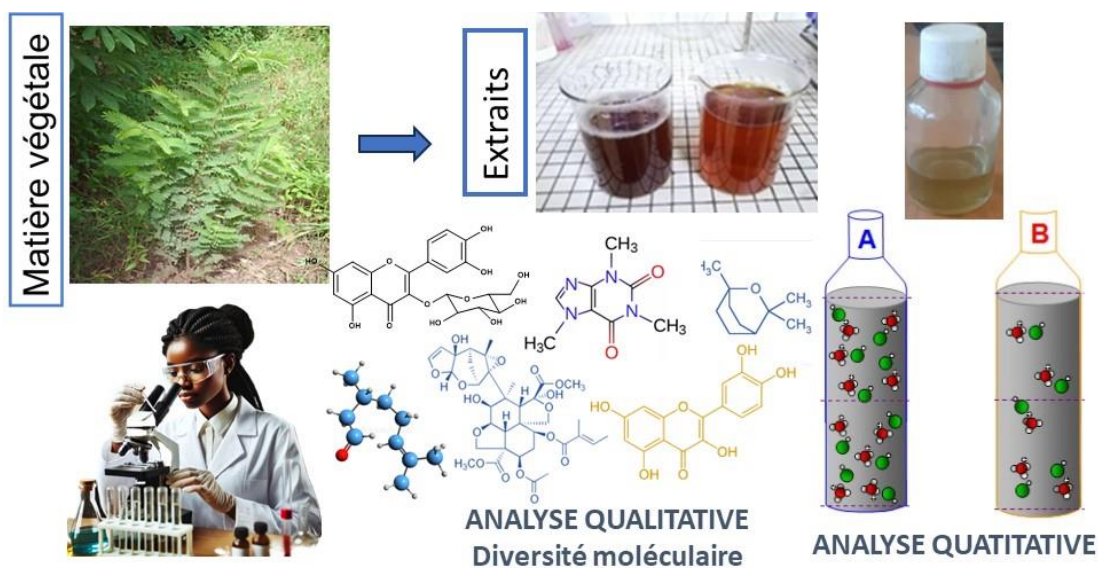
La valorisation des déchets en produits de valeur et à l'aide de protocoles simplifiés ecoresponsables est promue par le concept de l'économie circulaire*.

Cette stratégie de valorisation de déchets en produits pesticides est applicable à l'espèce *Cleome gynandra*, plante alimentaire dont l'eau de cuisson est riche en substances bioactives. Les eaux ont fait l'objet de tests d'efficacité pesticide.



Au Burkina Faso, les chimistes se sont mis au travail.

A l'aide de techniques de laboratoire, l'analyse qualitative permet d'identifier les molécules bioactives dans les extraits et l'analyse quantitative permet de déterminer leurs teneurs.



(Bonzi Y, P^{V2})

Exemple 1. Différentes méthodes d'analyse sont utilisées pour regarder ce qu'il y a dans les extraits



*Qu'est ce que l'œil du chimiste
a trouvé à travers
ses outils d'analyses ?*

Pour en savoir plus.

Les sigles utilisées indiquent des techniques de séparation ou d'analyses des composés d'un mélange. Cela donne des profils spécifiques comme des empreintes digitales de nos doigts.

La CCM est la chromatographie* sur couche mince

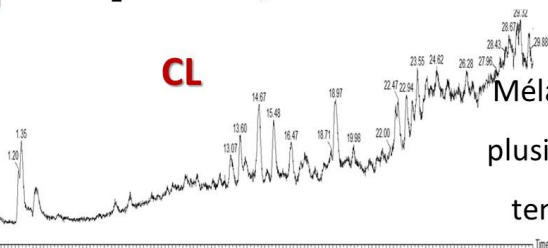
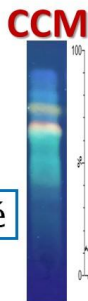
La CL est la chromatographie liquide

La CG est la chromatographie gazeuse

Analyses chimiques d'extraits de feuilles d'eucalyptus par CCM, CL ou CG

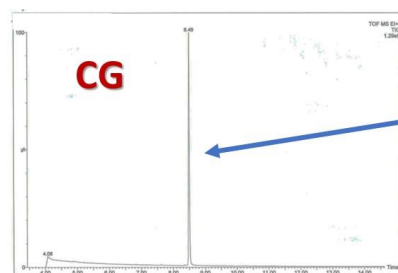


Le décocté



Mélange complexe de
plusieurs composés de
teneurs différentes

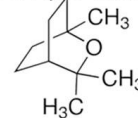
L'huile
essentielle



Composé majoritaire :

eucalyptol

ou 1,8-cinéole



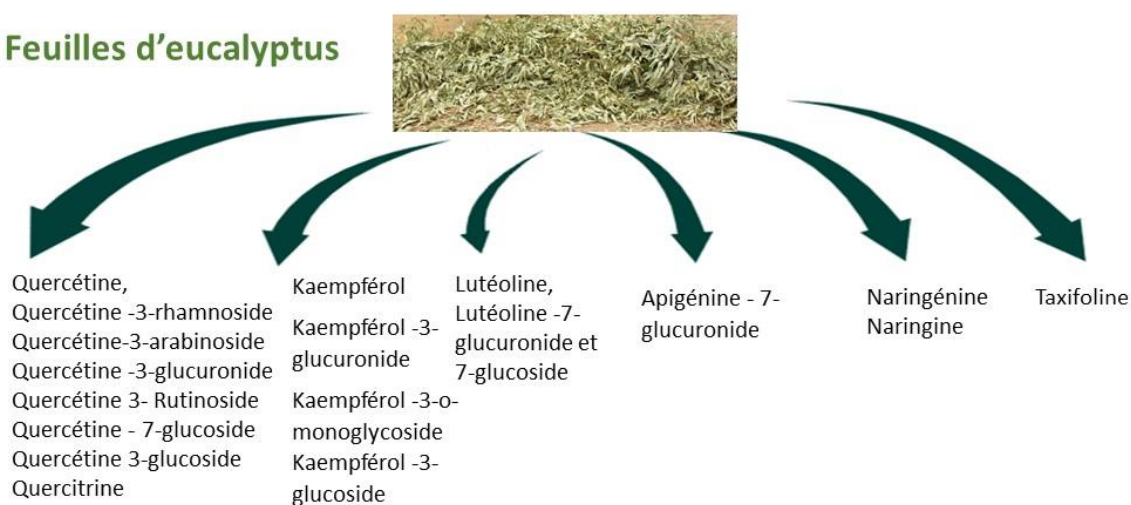
L'huile essentielle* d'eucalyptus sortie de l'hydrodistillateur du laboratoire (LCAEBiO) de l'université Joseph KI-ZERBO présente un pic majeur qui est le 1,8-cinéole ou eucalyptol (un bon expectorant*) sur son empreinte CG. Dans certaines unités de production, la qualité de l'huile

peut atteindre un taux de pureté de 99,8 % en eucalyptol après plusieurs distillations successives.

Pour la plupart des végétaux, un extrait est un mélange de plusieurs composés.

Des flavonoïdes*, composés organiques bioactifs les plus représentés, parmi bien d'autres dans le décocté de feuilles d'eucalyptus, sont ici listés par leurs noms.

Feuilles d'eucalyptus



Un résidu de coupe de bois d'eucalyptus est une mine de composés bioactifs.

Un extrait de plante est donc en réalité une bouillie moléculaire contenant une multitude de composés.

L'évaluation des phyto-constituants se fait par famille chimique ou par molécule individuelle.

Pour en savoir plus.


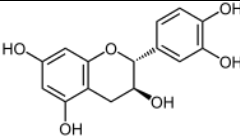
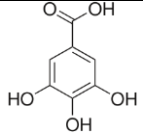




Dans le cas des composés appelés flavonoïdes* ou des polyphénols en général, leur évaluation concerne principalement la détermination de la nature des composés et de la teneur dans une plante ou un extrait.

Une concentration élevée (abondance) est généralement un indice d'une activité biologique prometteuse.

Exemple 2. Quantification de molécules bioactives

En plus de l'identification des composés bioactifs, il faut les quantifier, c'est-à-dire déterminer leurs teneurs dans la plante dont ils sont extraits, afin de proposer les bons dosages pour des formulations efficaces.

Premier cas. La catéchine et l'acide gallique ont été quantifiés dans les extraits de feuilles d'eucalyptus par chromatographie liquide.

Composé à quantifier dans l'extrait  = 1 %	 Catéchine	 Acide gallique
Eau d'hydrodistillation* Concentration dans le produit déshydraté		
Résidu solide Concentration dans le produit sec de l'extrait éthanolique		

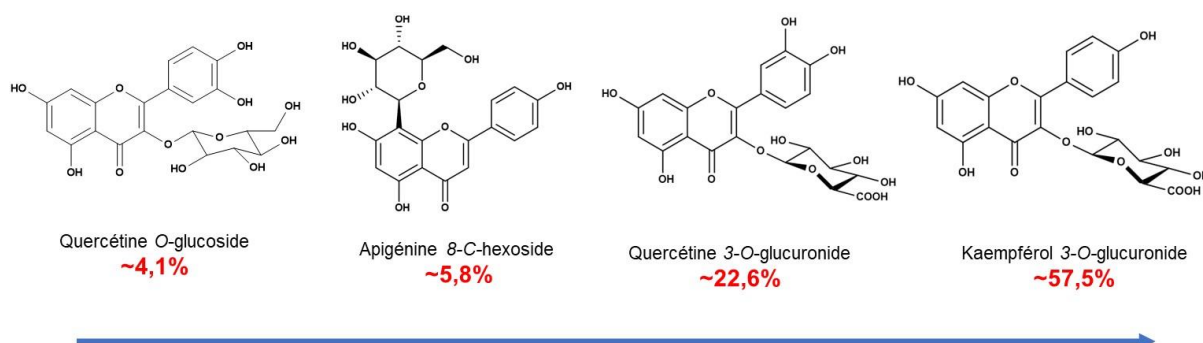
(Ouédraogo JCW, PV4)

L'eucalyptus contient bien de la catéchine et de l'acide gallique. Son eau résiduelle (décocté) issue de l'hydrodistillation est bien plus riche en catéchine et acide gallique que dans le résidu solide restant.

Pour en savoir plus.

L'acide gallique et la catéchine se trouvent naturellement dans divers végétaux (thé, raisin). Ces composés possèdent un fort potentiel biopesticide tel que antimicrobien, antifongique* et insecticide. Ils inhibent la croissance de plusieurs champignons ou bactéries phytopathogènes et perturbent le développement de certains insectes ravageurs.

Deuxième cas. Après optimisation de l'extraction des composés bioactifs présents dans l'extrait d'eucalyptus, des flavonoïdes* majoritaires ont été identifiés et quantifiés (structures et teneurs).

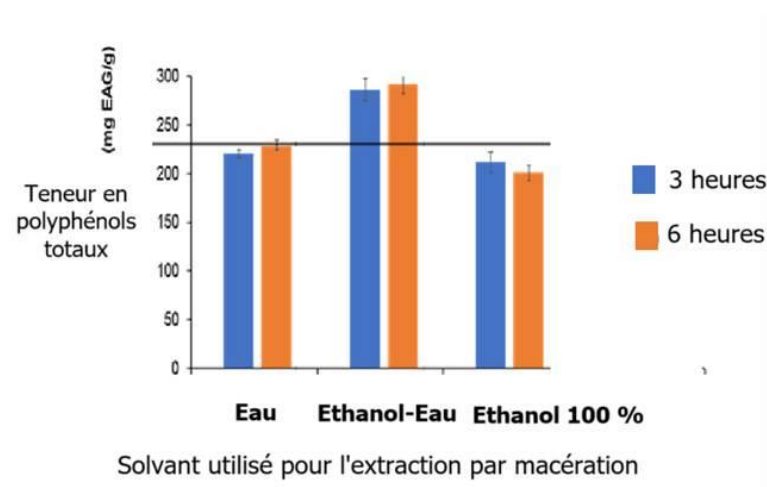


Cela met en évidence la diversité de flavonoïdes capables d'induire des effets biocides chez les ravageurs* des cultures.

Exemple 3. Quantification d'une famille de composés bioactifs

Au lieu de cibler une seule molécule, les chimistes disposent de méthodes de dosage précis pour les familles chimiques. C'est le cas pour les polyphénols ou les flavonoïdes.

Par exemple, le dosage des polyphénols est utilisé ici pour suivre la performance d'une extraction et savoir si 3 heures ou 6 heures sont nécessaires pour extraire par macération, le maximum de polyphénols d'une poudre de feuilles d'eucalyptus.



(Ouédraogo IWK, P_{V3})

Résultats

Le mélange eau/alcool (70/30, volume/volume) est le meilleur solvant pour extraire par macération et sous agitation au laboratoire, le maximum de polyphénols de la poudre de feuilles d'eucalyptus.

Un temps de 3 heures suffit largement pour extraire les polyphénols (correspondant aux teneurs les plus grandes) avec un mélange eau-alcool.

L'utilisation de l'eau toute seule est également assez efficace pour extraire les polyphénols mais n'est pas optimale.

L'éthanol pur n'est pas le solvant le plus efficace pour extraire directement les polyphénols avec les hauteurs sur l'histogramme les plus basses pour 3 h et pour 6 h d'extraction.

Exemple 4. Quantification via une propriété des composés bioactifs

La quantification d'une famille de composés peut se faire à travers la mesure d'une propriété les caractérisant.

Exemple, dans l'industrie alimentaire pour déterminer le taux en sucre dans un fruit ou contrôler la qualité d'un jus, une goutte du jus est prélevée pour évaluer à l'aide d'un appareil appelé réfractomètre, comment le liquide fait changer la lumière de direction (c'est une propriété des sucres). L'appareil bien calibrée fournit une valeur correspondant directement au taux de sucre.

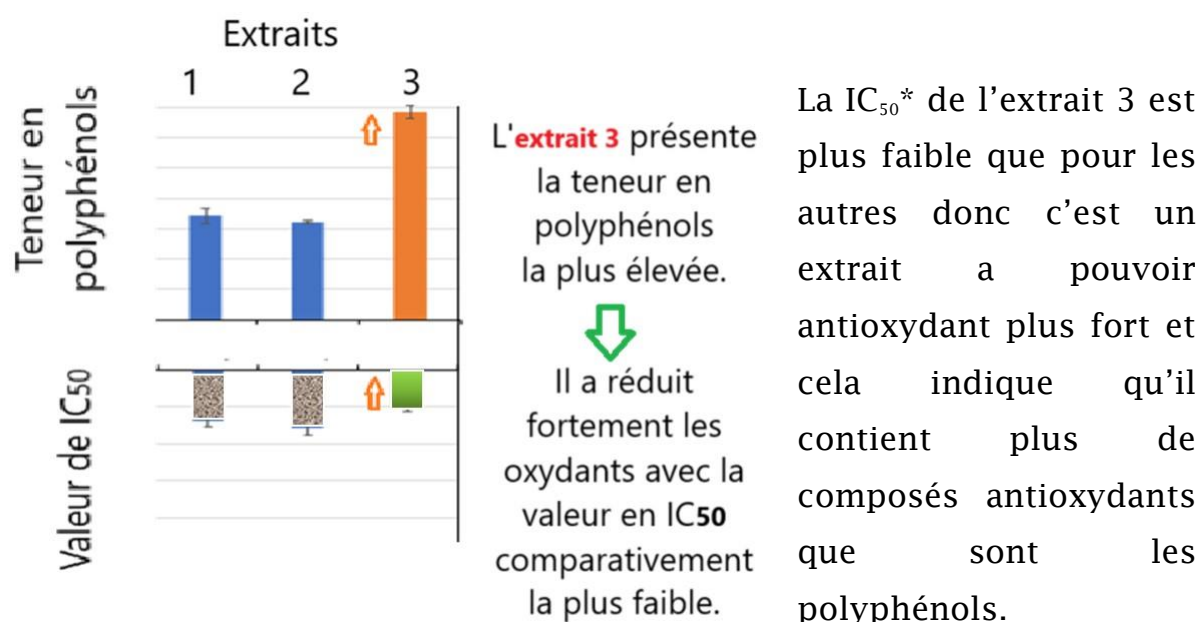
De même, la mesure du pouvoir antioxydant d'un extrait de plante constitue aussi un outil essentiel pour apprécier la teneur en composés bioactifs et prédire son potentiel biologique.

En effet, la recherche a montré un lien étroit entre l'activité antioxydante et les propriétés biologiques bénéfiques des extraits végétaux.

Pour en savoir plus

Les antioxydants sont des composés considérés comme des gilets pare-balles qui empêchent les molécules dangereuses d'abîmer les cellules humaines. Ce sont des boucliers protecteurs qui savent neutraliser les mauvaises petites molécules qui peuvent abîmer les cellules humaines.

Les flavonoïdes ou les polyphénols en général, sont des antioxydants qui permettent aux plantes de se protéger du stress environnemental (rayons UV, maladies, pollution). Ces antioxydants une fois extraits peuvent utilement détruire des bioagresseurs des productions végétales.



(Ouédraogo IWK, PV3)

La concentration inhibitrice médiane (CI_{50}) ou la IC_{50} (Inhibitory Concentration 50 en anglais) est une mesure de l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique. Elle représente la concentration d'une substance nécessaire pour inhiber une activité de 50 %. Il s'agit de la dose à laquelle une molécule coupe la moitié de l'activité ciblée. Plus la IC_{50} est petite, plus la substance est puissante car il en faut moins pour avoir un effet. Cette mesure sert pour tester les médicaments, les cosmétiques, etc.

Voici dans le tableau II, les conditions exactes obtenues après optimisation de l'extraction d'une poudre d'eucalyptus après les analyses.

Tableau II. Paramètres d'optimisation de l'extraction de polyphénols

Plante	Eucalyptus	Citronnelle
Rapport : Masse de la poudre de plante/volume de solvant à utiliser (g/100 mL) ou Kg pour 100 L	8	9
Température d'extraction (°C)	50	45
Temps d'extraction (heure)	2	2 (et 6 mn)
Rendement d'extraction obtenu (%)	28	16

Pour en savoir plus.

Une optimisation de l'extraction des composés bioactifs des feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* et de *Cymbopogon citratus* a été réalisée en appliquant une méthodologie dite de surface de réponse (MSR). L'efficacité d'extraction a été quantifiée par les mesures des rendements d'extraction, des teneurs en polyphénols et en flavonoïdes* majoritaires, ainsi que par la détermination de l'activité antioxydante des extraits.

Les proportions préconisées par le savoir local, soit 10 % masse du matériel végétal/volume d'eau à utiliser (couramment utilisées dans les recettes à base de feuilles de neem ou de papayer) ont été confirmées par les résultats sur l'optimisation qui donnent 8 % pour l'eucalyptus et 9 % pour la citronnelle. Ces évidences scientifiques sont en phase avec les pratiques artisanales des producteurs en ce qui concerne le ratio masse/volume d'eau et les améliorent par un gain de temps. En effet, l'utilisation d'une eau légèrement chaude (45-50 °C) améliore l'extraction et réduit le temps d'extraction. Une durée de 24 heures ou de plusieurs jours n'est pas nécessaire si la biomasse est utilisée sous forme de poudre pour la macération sous agitation pendant 3 heures. A 50 °C l'eau est chaude ; la main peut être plongée mais pas pour longtemps. Lorsque l'eau frémit (bulles) elle est déjà à 70 °C et elle bout à 100 °C.

Sujet 11*La présence d'éléments inorganiques dans les formulations*

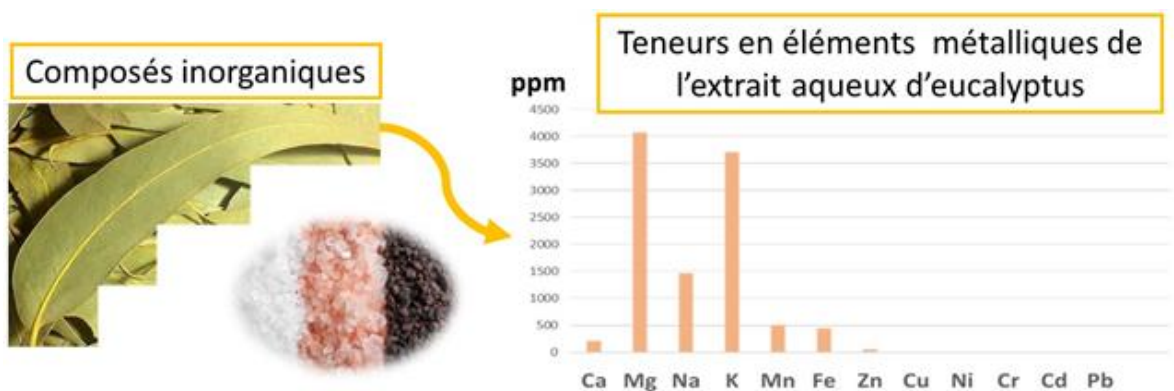
Il y a dans un extrait de plante des *co-localitaires* aux métabolites secondaires qui sont co-extraits avec ces molécules organiques. Il s'agit de la matière inorganique et cela se vérifie par les teneurs en cendres constituées de la matière minérale des biomasses lorsqu'elles sont soumises à l'incinération à haute température (500-600 °C) dans un four pendant plusieurs heures.

En effet, les plantes contiennent des macronutriments tels que le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, le calcium, le sodium, le magnésium, le potassium, le phosphore et le soufre, qui sont essentiels au bon fonctionnement des cellules. Elles ont également besoin de micronutriments, ou oligoéléments, comme le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, l'iode, le molybdène, le nickel, le bore et le chlore.

Les plantes peuvent également contenir des traces de métaux lourds qui sont toxiques comme le plomb, le cadmium, le mercure, en particulier lorsqu'elles poussent dans un environnement pollué.

Ainsi, les décoctés* aqueux contiennent inévitablement des sels inorganiques.

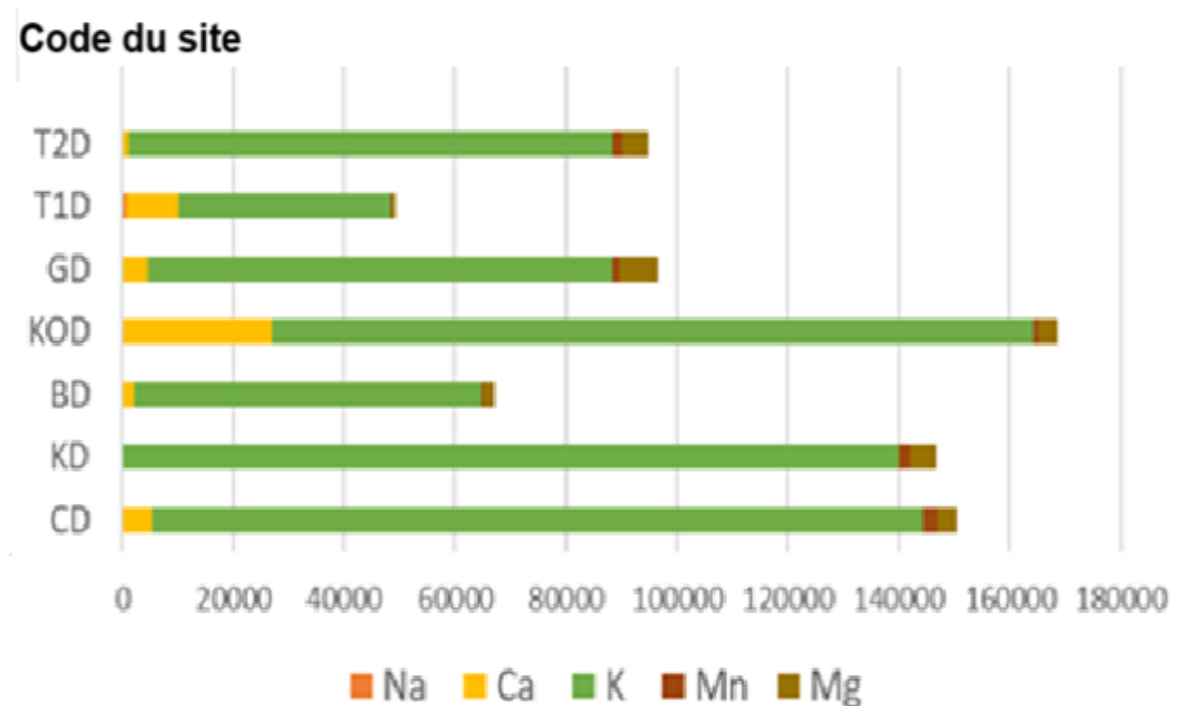
Un profil en matières inorganiques de l'espèce *Eucalyptus camaldulensis* indique les teneurs en macronutriments et de quelques micronutriments.



Des sites, représentatifs de différents environnements physiques du Burkina Faso, ont été repérés et des feuilles d'eucalyptus y ont été échantillonnées en vue de l'analyse des éléments inorganiques.

Un niveau de variabilité des teneurs en sodium (Na), en calcium (Ca), en potassium (K) et en magnésium (Mg) est constaté dans les décoctés d'eucalyptus d'un site à un autre site.

Teneurs en micronutriments exprimées en mg/Kg



Les deux éléments métalliques majeurs : calcium et potassium, s'ils sont abondants dans une formulation biopesticide à pulvériser sur les feuilles des péculations, ils constituent plutôt des éléments nutritifs pour les micro-organismes donc ils renforcent les ravages des maladies et les attaques des termites.

Ainsi, l'élimination des sels est utile pour réduire la charge en matière minérale et peut se faire par trempage préliminaire des feuilles d'eucalyptus pendant une heure avant d'entamer l'extraction des substances organiques avec une nouvelle eau.

Sujet 12**Les résultats des tests d'efficacité biologique réalisés en laboratoire**

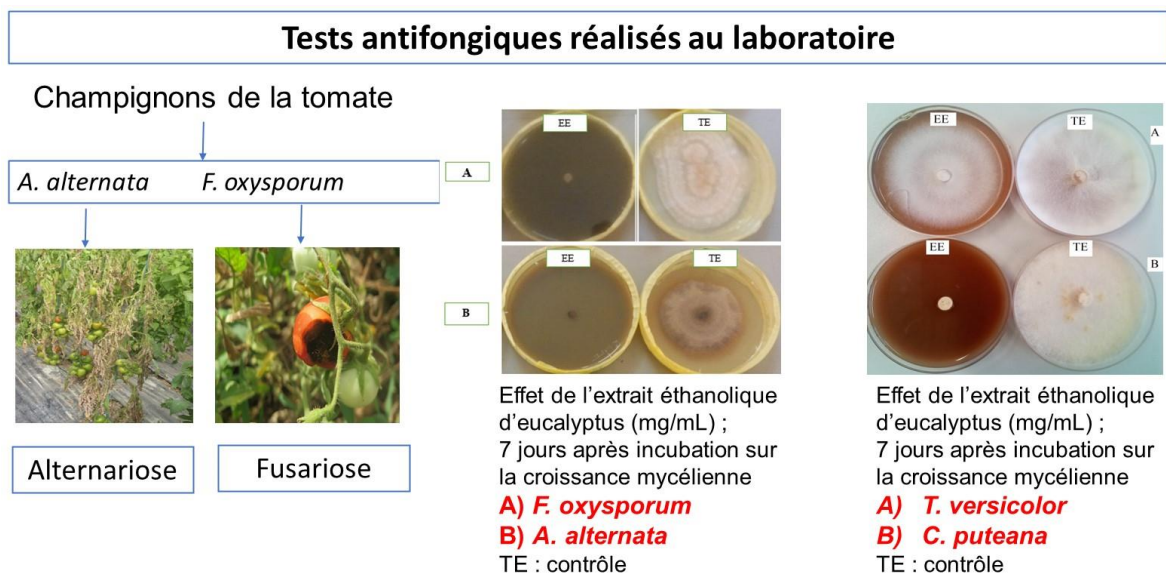
Les tests d'évaluation de l'efficacité pesticide des extraits ou des formulations se font au laboratoire et/ou sur les sites de production.

Quelles sont les évidences sur le potentiel biopesticide en laboratoire ?

Exemple 1. Protocole de tests antifongiques* en laboratoire

Le test se fait *in vitro**, c'est à dire dans des tubes ou des boites de culture en verre. C'est donc une expérience d'étape avant le test *in vivo**, réalisé directement sur un être vivant.

Exemples de milieux de culture pour les tests antifongiques contre les champignons de la tomate.



Extrait éthanolique de eucalyptus (EE) est plus efficace contre *Alternaria* que *Fusarium*

(Bonzi Y, P_{V2})

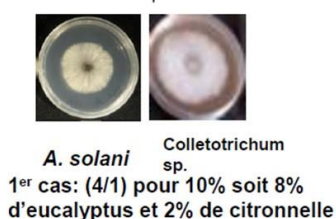
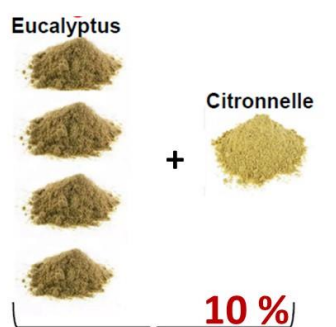
L'efficacité biologique des extraits de plantes, pris seuls ou en combinaison a été évaluée en laboratoire sur les champignons pathogènes de la tomate et du maïs, les résultats ont montré une inhibition variable selon le type d'extraits et de champignons.

Exemple 2. Tests antifongiques au laboratoire contre deux champignons ravageurs* de la tomate

Recherche de la meilleure combinaison des extraits végétaux

L'étude a consisté à trouver la meilleure combinaison pour une formulation de biofongicide à base de mélanges d'extraits aqueux de poudre d'eucalyptus et de citronnelle qui contrôlerait le développement des champignons majeurs nuisibles à la tomate.

Combinaisons réalisées et concentrations des mélanges des extraits aqueux d'eucalyptus et de citronnelle pour les tests antifongiques



Taux inhibition
A. solani : 50 %
C. sp : 10-15 %



Taux inhibition
A. solani : 80 %
C. sp : 20-25 %



Taux inhibition
A. solani : 100 %
C. sp : 50 %

(Sanon, C1)

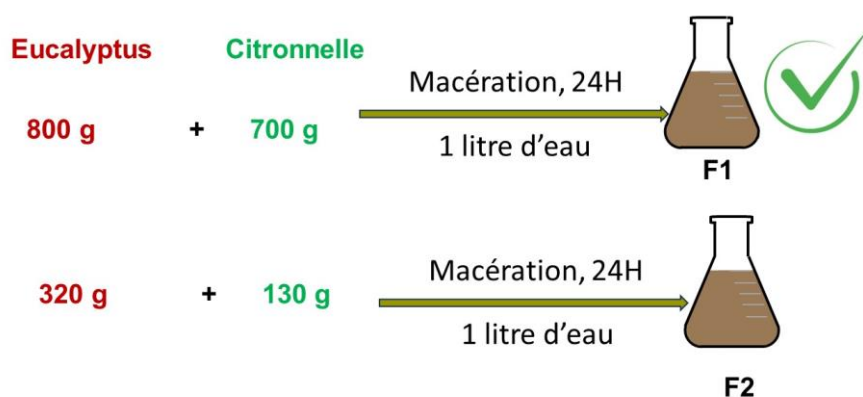
Les mélanges d'extraits aqueux lyophilisés* d'eucalyptus et de citronnelle ont été testés *in vitro* * à des concentrations respectives de 10 % ; 20 % ; 30 %. L'effet des extraits sur la croissance mycélienne* des champignons de la tomate soient *Alternaria solani* et *Colletotrichum* sp a été observé 7 jours après incubation.

Pour en savoir plus.

L'étude a montré que la combinaison (2/1) d'eucalyptus et de citronnelle correspondant à la concentration de 30 % a été plus efficace par rapport aux combinaisons préparées aux concentrations de 20 % et de 10 %, avec un pourcentage d'inhibition supérieur à 85 % sur le champignon *A. solani* après 7 jours d'incubation.

Les extraits éthanoliques d'eucalyptus seuls se sont révélés plus efficaces que ceux de citronnelle pris seul.

L'expression pratique de ce résultat de recherche serait d'utiliser 800 g de poudre de feuilles d'eucalyptus avec 700 g de feuilles de citronnelle pour une macération pendant 24 heures dans un litre d'eau. L'extraction de l'eucalyptus donnerait 25 % (200 g) de matières extractibles et l'extraction de la citronnelle se ferait avec un rendement en matières extractibles de 15 % (100 g) donc au total 300 g de matières extraites se trouveront dans le litre d'eau pour correspondre à la concentration de 30 %.



La réalisation d'une décoction donc à chaud permettrait d'extraire un peu plus de molécules bioactives à partir de la biomasse simplement séchée sans l'étape de broyage en poudre. Les quantités de biomasse à utiliser pourraient alors être réduites.

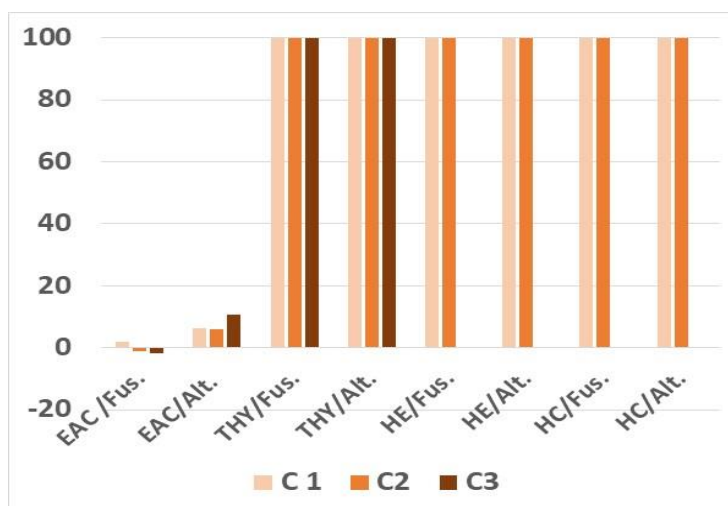
Exemple 3. Essais antifongiques *in vitro** d'huiles essentielles, d'extraits de plantes, de formulations sur deux champignons *Fusarium oxysporum* et *Alternaria solani* et les larves de Tuta

Les formulations testées ici sont des huiles essentielles appliquées aux concentrations (0,8 %) C1 et (1,2 %) C2 ou des extraits aqueux avec trois concentrations : 0,1 (C1) ; 0,3 ; (C2) et 0,5 (C3) g/100 ml ce qui est équivalent à 1, 3 ou 5 g (environ une petite cuillère de sucre) d'huile essentielle pour un litre d'eau.

Liste des formulations testées : Code de la formulation : nature

AB : Abamectine **Rut :** Rutine standard **TE :** Témoin non traité
EAC : Extrait aqueux de *Cleome gynandra*
EO : Extrait optimisé hydroalcoolique d'eucalyptus
F4 : Formulation à base d'extraits d'eucalyptus et de citronnelle avec usage d'alcool
F4S : Formulation à base d'extraits d'eucalyptus et de citronnelle sans d'alcool
HC : Huile essentielle de citronnelle
HE : Huile essentielle de *E. camaldulensis*
THY : Thymol standard

Efficacité des extraits de plantes sur les champignons *F. oxysporum* et *A. solani* (exprimée en pourcentage d'inhibition)



(Bonzi S. L4)

Le thymol est efficace dès la dose de 0,1g/100 ml. L'extrait aqueux de *Cleome* ne semble pas efficace contre les champignons *F. oxysporum* et *A. solani*.

Efficacité d'extraits de plantes sur la mortalité des larves de *Tuta absoluta* (exprimée en pourcentage d'inhibition)



(Bonzi S. \mathcal{L}_4)

Les formulations ont été testées *in vitro** suivant selon un plan en blocs complètement randomisés*. Les formulations semblent être efficaces contre les deux champignons sauf pour l'extrait aqueux de Cleome (EAC).

Les huiles essentielles d'eucalyptus (HE) et de citronnelle (HC) ainsi que le thymol (THY) inhibent totalement la croissance mycélienne* des champignons *F. oxysporum* et *A. solani*.

Les formulations F4, F4S réduisent significativement la croissance mycélienne* de *Alternaria solani*. Ces formulations ont donc un pouvoir fongicide en accord avec les résultats en champ.

Pour la mortalité des larves, toutes les formulations se sont montrés efficaces avec des taux compris entre 92-100 %. L'extrait aqueux de Cleome (EAC) est efficace sur les larves de *Tuta absoluta*.

Pour en savoir plus.

Quatre jours après la prise alimentaire, tous les extraits testés tuent plus de 60 % des larves.

Les huiles essentielles, le thymol, les formulations F4 et F4S ont un spectre d'action plus large sur les champignons et les insectes. Par contre l'extrait aqueux de Cleome (EAC) stimule même la croissance mycélienne de *F. oxysporum*, il est suggéré être spécifique aux insectes comme la routine.

La stimulation des champignons est due à la charge inorganique de le décocté qui conduit finalement à l'alimentation des champignons.

Sujet 13*Des évidences en milieu réel du potentiel biopesticide de formulations à base de plantes locales*

Les formulations préparées avec des plantes locales du Burkina Faso ont été appliquées lors des essais en champ réel dans la production de la tomate. Les traitements varient selon le site, la période, la pression des bioagresseurs, le niveau de maturité des plants...

Ainsi le traitement phytosanitaire débute 7 à 14 jours après le repiquage des plants de tomates. La fréquence de pulvérisation foliaire est pour la majorité hebdomadaire avec un total de 6 à 8 traitements et des doses d'application de 300 à 400 litres par hectare.

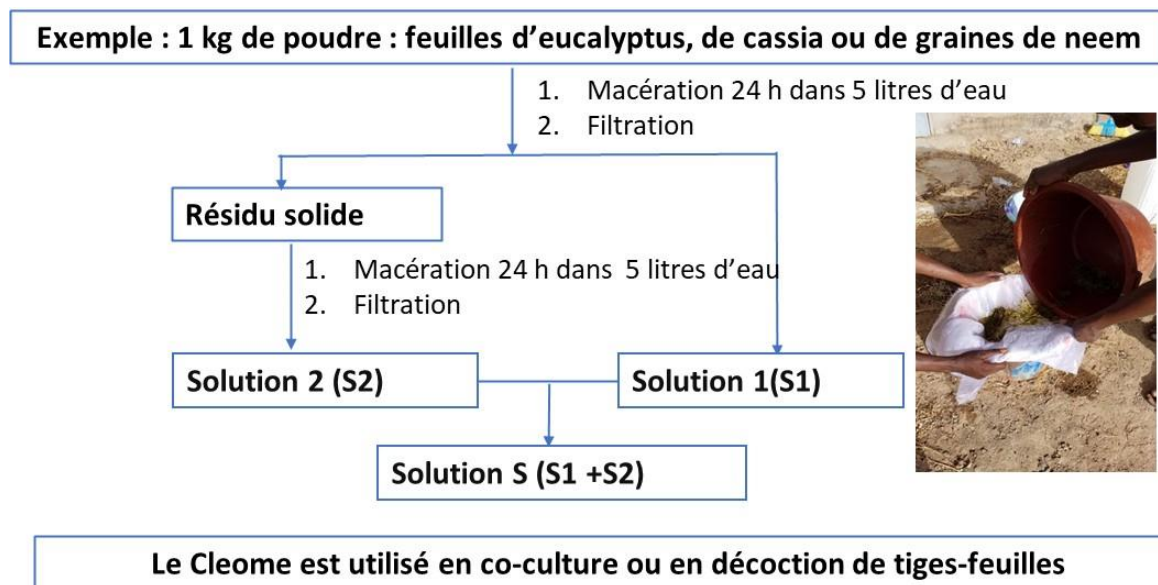


*Quelles sont les Évidences
du potentiel biopesticide en champ-réel ?*

Exemple 1 : Protocoles de préparation de formulations à tester en culture de tomates

Les maladies liées aux champignons de la tomate sont visées car la production de la tomate est très menacée par les champignons.

Etape 1. Préparation des formulations (à tester) en suivant des protocoles précis



(Bonzi Y., C5)

Des tests de biocontrôle ont été réalisées avec des formulations préparées à base de feuilles de *Eucalyptus camaldulensis*, de tiges feuillées de *Cleome gynandra* L. et de *Cassia nigricans* sous forme de poudres ou concassées. Les biomasses sont utilisées seules ou en mélange sur plusieurs sites maraichers du Burkina Faso : Gomponsom (en partenariat avec l'ONG DIOBASS et l'Association Kombi-Naam de femmes du groupe de recherche action de Gomponsom), à Koala en partenariat avec l'Association pour le Développement Économique et Social de Koala (ADESK), à Koubri sur le site de l'Association Watinoma et à Kouba sur un site maraicher privé.

Etape 2. Design de l'implantation physique sur les parcelles de Gomponsom

Les tests phytosanitaires ont été réalisés en milieu réel dans des dispositifs expérimentaux randomisés en trois répétitions comparativement à des témoins négatifs (eau) ou d'huile de neem (biopesticide de référence) dans certains cas.

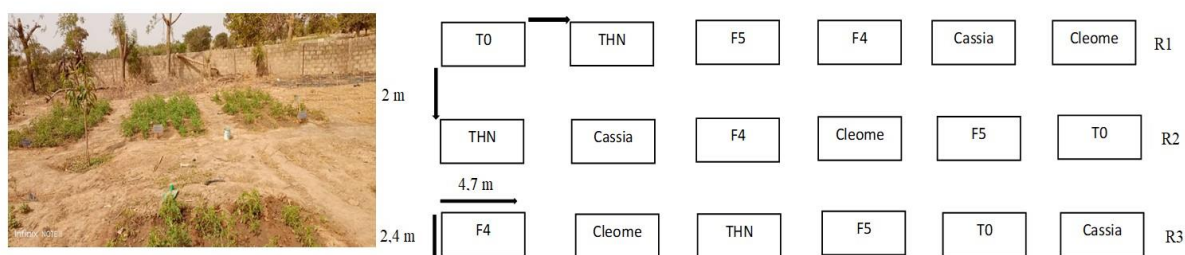
Description d'un exemple de protocole appliqué à la saisonnière

- ❖ Les parcelles ont des dimensions identiques d'au moins 10 m x 10 m (soit environ 100 m²) et espacées d'au moins 2 m l'une de l'autre.
- ❖ Ce dispositif expérimental a été répété une fois, à environ 5 m d'intervalle.
- ❖ Chaque parcelle contient environ 16 lignes de 32 plants de tomate (soit 512 plants en moyenne).
- ❖ Les traitements par pulvérisation foliaire ont été répétés chaque semaine pendant 10 semaines.

L'arrosage des parcelles est effectué par irrigation à un intervalle de 4 jours. Les variétés de tomates utilisées sur les sites Gomponsom et sur un site de maraîchage à Kouba sont la Variété Tropimech, à Koala, la variété Cobra F1 a été utilisée. Ces variétés ont toutes un rendement qui avoisine 20 t/ha. Les résultats sur la productivité, exprimée en % selon la qualité commerciale ou avariée des tomates, reflètent des effets bénéfiques (biocide et stimulateur de croissance) de plusieurs traitements sur la tomate.

24 février 2022 à Koala

EXEMPLE DE DISPOSITIF EXPERIMENTAL



T0 : Témoin négatif (sans traitement)

THN : Témoin huile de neem

F4 et F5 : Formulations à base d'eucalyptus et de citronnelle

Cleome : Traitement avec la formulation à base de *Cleome gynandra*

Cassia : Traitement avec la formulation à base de *Cassia nigricans*

(Sawadogo, C4)

Exemple d'implantation physique



tt0 : parcelle témoin
Ttec : parcelle traitée avec eucalyptus
TTc : parcelle traitée avec cleome
ttN : parcelle traitée avec neem
TtZ : parcelle traitée avec cassia

L'arrosage et la fertilisation sont identiques, avec un traitement phytosanitaire différent et ça pousse différemment.

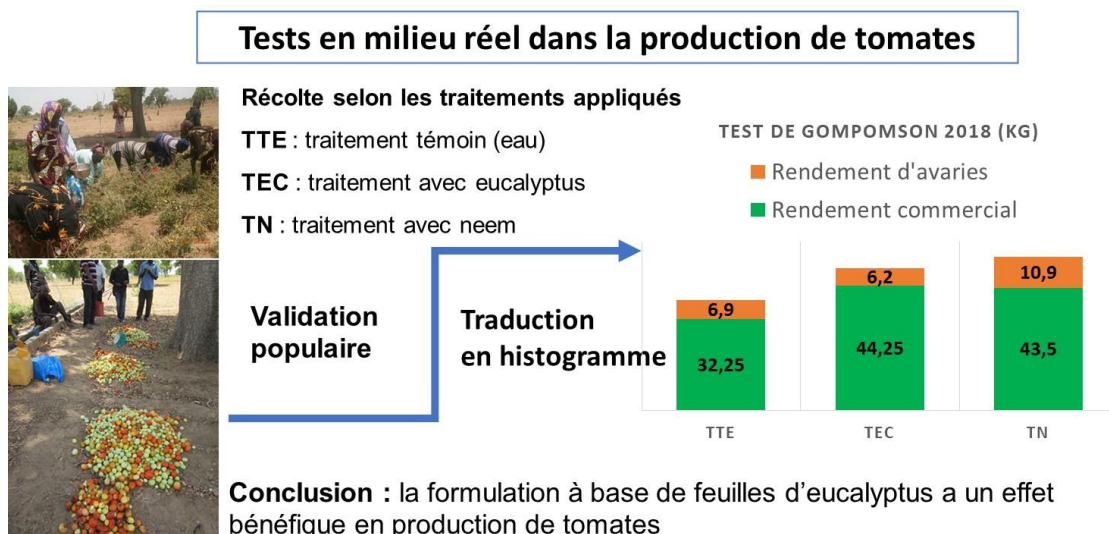
(Bonzi Y., C5)

Etape 3. Interprétation et expression des données expérimentales

En fin de production sur le site de Gompomson, la récolte est réalisée sur trois à quatre périodes de récolte échelonnées dans le temps.



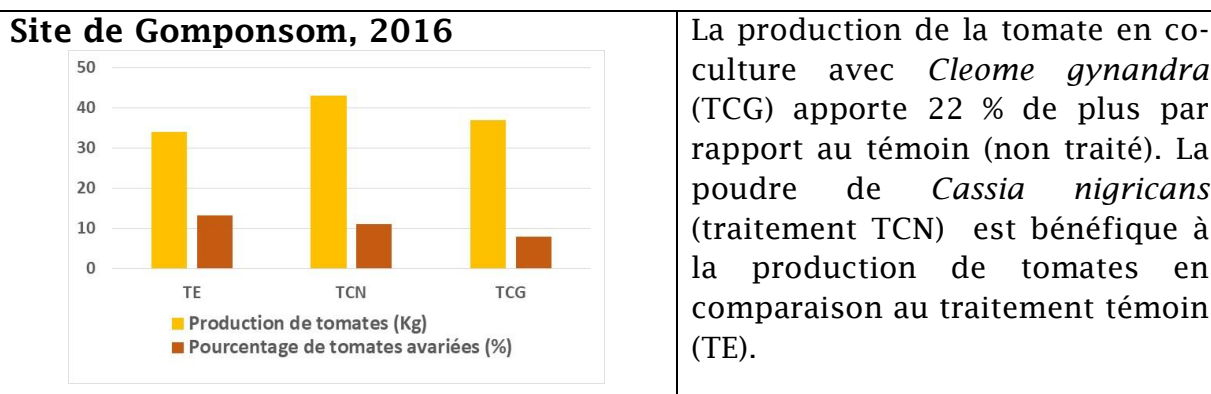
Après le tri et la pesée, des histogrammes ont été construits pour faciliter la visualisation et la compréhension des résultats.



L'expression de résultats se fait sur la production de tomates ; elle est exprimée soit en Kg de tomates de bonne qualité ou de mauvaise qualité soit en t/ha de tomates de qualité commerciale ou de tomates avariées. La qualité de la tomate récoltée et sa quantité sont des signes de protection phytosanitaire accrue.

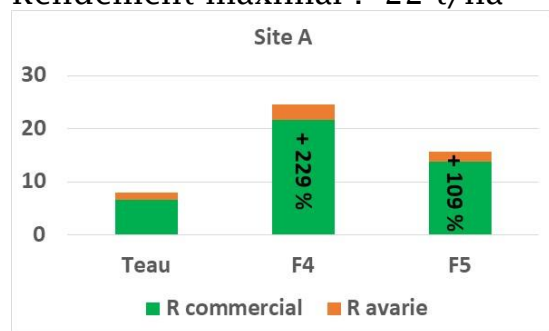
Exemple 2. Résultats de tests en milieu champ

La série suivante regroupe des données collectées sur le poids de tomates ou les rendements de production en milieu réel à l'issue de divers cycles de production et diverses formulations appliquées. Les comparaisons sont faites entre les parcelles traitées par rapport aux témoins non traités. Pour chaque cycle de production le mode de fertilisation et d'irrigation sont identiques.



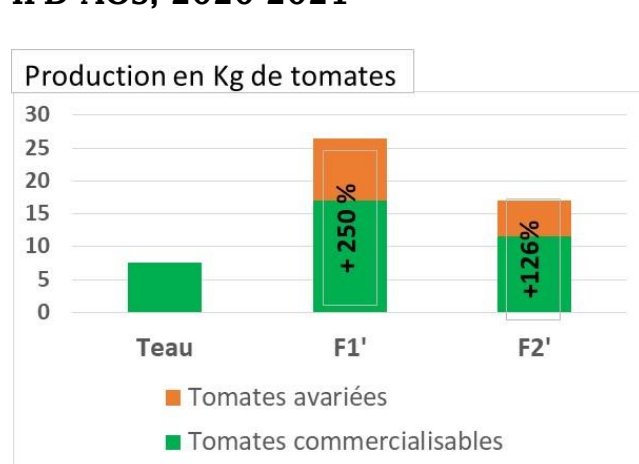
Site de la saisonnière, 2020-2021

Rendement maximal : 22 t/ha



La formulation F5 = demi-dose (forme diluée). Une hausse du rendement commercial est observée : 109 % (F5) et 229 % (F4) par rapport au témoin. Malgré le faible rendement maximal de 5 t/ha), la tendance a été la même sur le site B avec une hausse de 70 % pour F4.

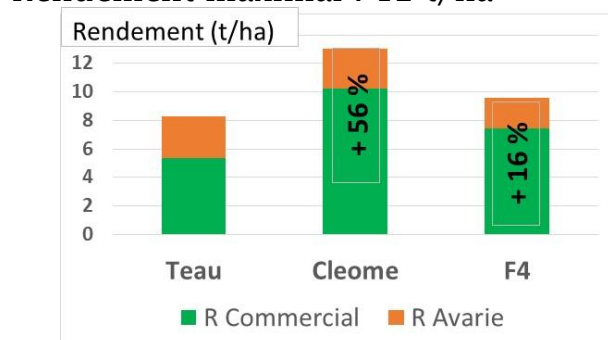
IPD-AOS, 2020-2021



F1' : macéré (24 H) de mélange de poudres (1 Kg d'eucalyptus + 0,5 Kg de citronnelle) dans 5 L d'eau (concentration de 30 %). La production de tomates avec F1' est supérieure à celle de F2' (20 % en concentration). Le broyage préalable en poudre des biomasses et le rapport masse/ volume de solvant restent des contraintes dans le protocole.

Site de Watinoma, 2022

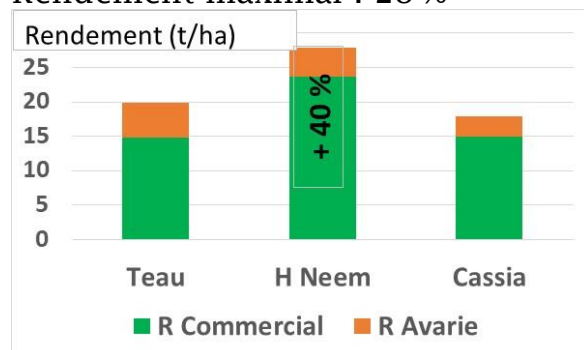
Rendement maximal : 12 t/ha



La formulation à base d'eau de cuisson de Cleome apporte 56 % de plus en production de tomates par rapport au témoin eau (non traité). Le taux d'accroissement des rendements commerciaux est près de 88 %. L'effet protecteur est probablement doublé d'un effet stimulant.

Site de Koala, 2022

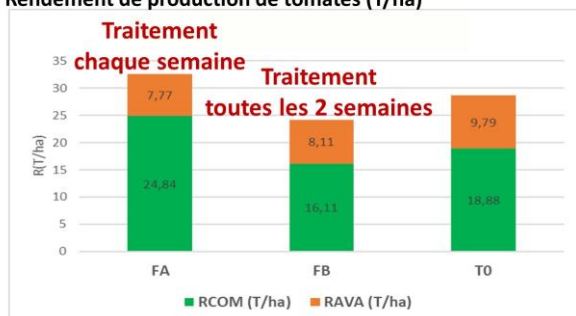
Rendement maximal : 28 %



La macéré de *Cassia nigricans* sous forme concassée n'a pas d'effet positif car l'extraction de principes actifs n'est pas optimale. L'huile de neem présente un effet bénéfique au niveau des micro-parcelles traitées comparativement au témoin non traité.

Dédougou, 2022

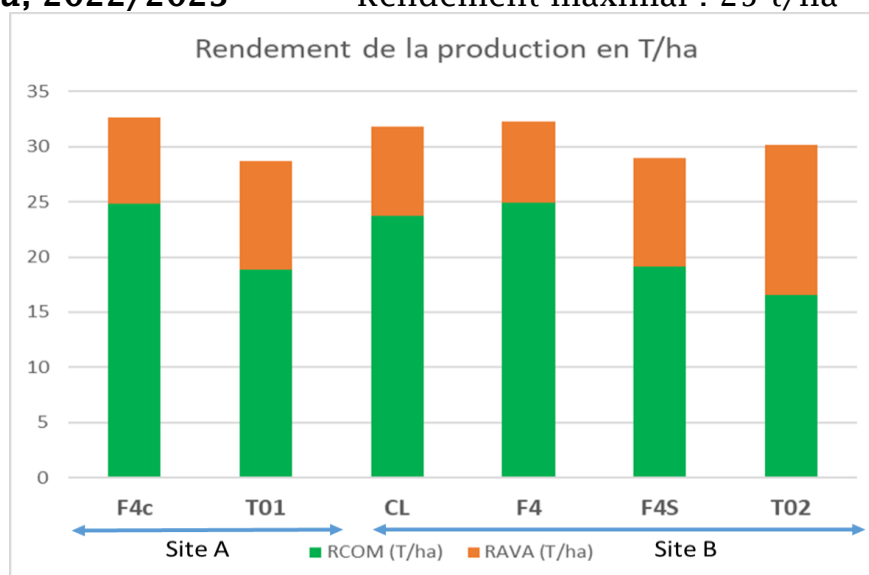
Rendement de production de tomates (T/ha)



FA = décocté (eucalyptus) concentrée (sans alcool) enrichie en huile essentielle de citronnelle appliquée par une pulvérisation chaque semaine et FB avec une pulvérisation toutes les 2 semaines.

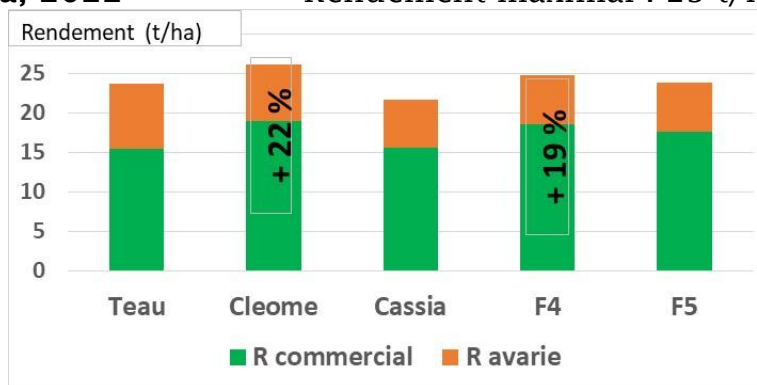
Dédougou, 2022/2023

Rendement maximal : 25 t/ha



Site de Kouba, 2022

Rendement maximal : 23 t/ha



T01, T02 et Teau = témoins, **Cl ou Cleome** = décocté de *C. gynandra*
F4 = formulation à base de décoctés d'eucalyptus et de citronnelle avec alcool + huiles essentielles. **F5** = F4 demi-dose.
F4S = F4 sans usage d'alcool dans le processus.
F4c = F4S avec une étape de concentration du décocté d'eucalyptus.
 Les formulations Cleome et F4 présentent des effets bénéfiques. Cassia concassé n'est pas efficace comme dans le cas de la poudre utilisée à Gomponsom.

En conclusion : L'appréciation générale des moyennes de production observées avec différents traitements, permet de retenir les feuilles d'eucalyptus et les eaux de cuisson de *Cleome gynandra* qui présentent des efficacités prometteuses en production de tomates. Les mélanges à base d'eucalyptus et de citronnelle pourraient être utilisées pour la mise au point de formulations destinées à la lutte contre les agresseurs dans une production biologique ou agroécologique de tomates.

Exemple 3. Effet des traitements biopesticides sur le développement des plantes infectées

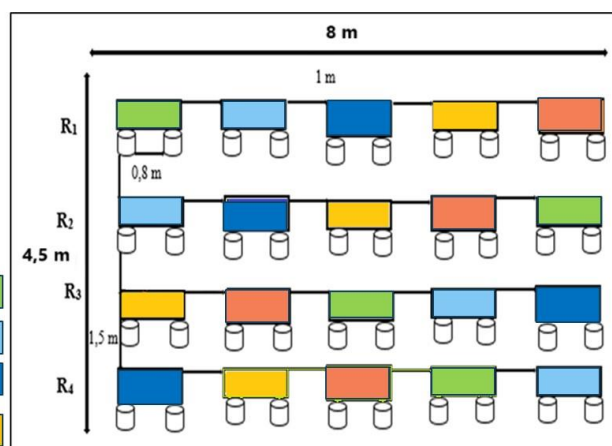
Les formulations à base d'extraits de neem, d'eucalyptus et de citronnelle, ont été testées sur des plants de tomates préalablement contaminés par le champignon *Fusarium oxysporum* afin de vérifier leur efficacité curative. L'expérimentation a été conduite en vase de végétation suivant un dispositif en blocs complètement randomisés*.

Elle a consisté en premier lieu à évaluer l'effet des traitements phytosanitaires sur le taux de survie ou la croissance des plantes infectées artificiellement avec le champignon.

En second lieu, l'effet des traitements sur les maladies foliaires a été évalué. Enfin, l'effet des traitements sur le taux de survie et sur la production des plantes infectées a été estimé.



- T0 : témoin non traité
- T1 : concentration initiale de la F₁
- 2T1 : double concentration de la F₁
- T2 : concentration initiale de la F₂
- 2T2 : double concentration de la F₂



Différents paramètres peuvent être mesurés en début de floraison, à 50 % fructification et en fin de récolte.

❖ Paramètres de croissance

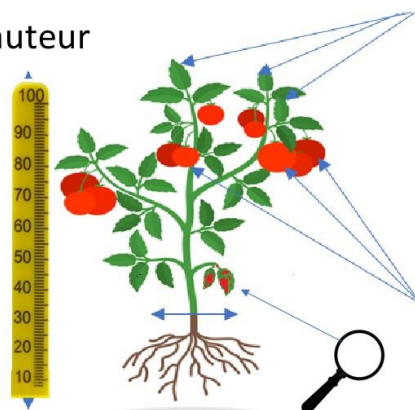
- Nombre moyen de feuilles
- Hauteur moyenne des plantes
- Nombre de fruits
- Poids de fruits



❖ Paramètres sanitaires

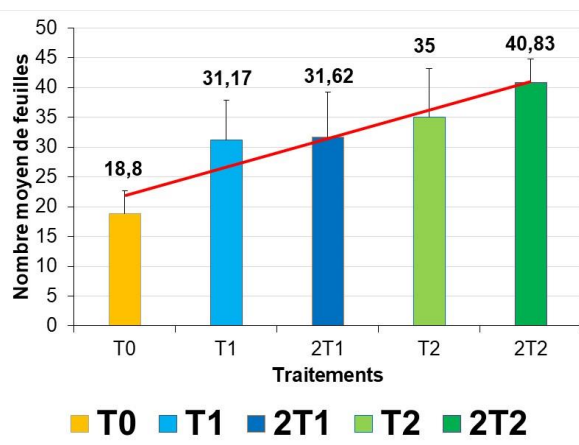
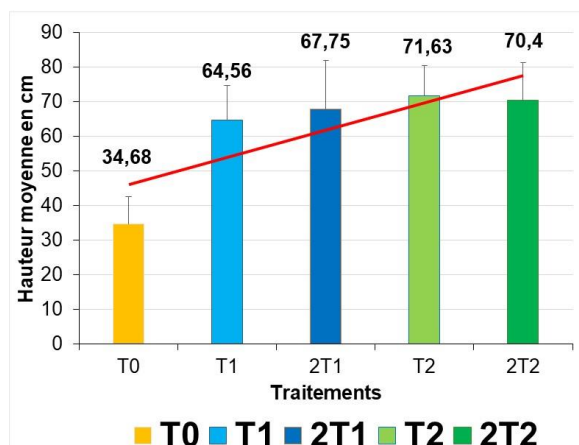
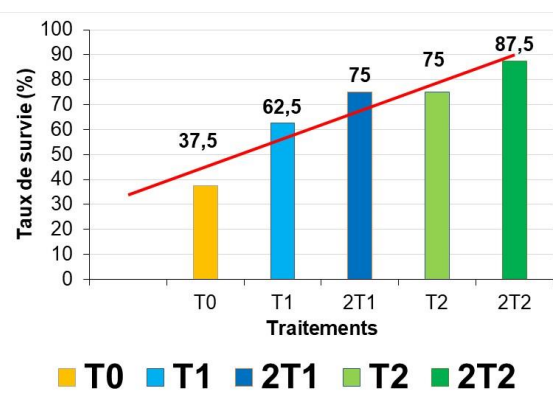
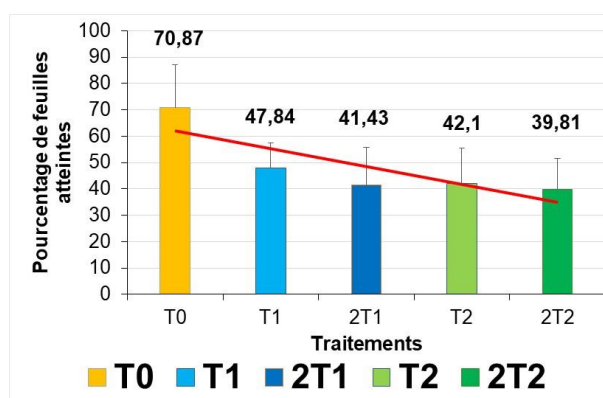
- Incidence de la maladie
- Taux de survie des plantes

Hauteur



Diamètre de la tige

Résultats



(Sawadogo, C4)

•*Quels sont les effets des traitements sur les plantes infectées artificiellement?*

L'application des formulations sur les plantes infectées a entraîné une réduction notable de la sévérité de la maladie. Les plants de tomates infestés sont mieux protégés avec les traitements T2 et 2T2.

Il y a une amélioration significative des paramètres de croissance des plantes inoculées et traitées par rapport aux témoins non traités. La hauteur moyenne des plants est grande pour le traitement T2 et le nombre moyen de feuilles est élevé pour le traitement 2T2.

La conclusion est qu'il y a une amélioration significative de la résistance des plantes inoculées traitées par rapport aux témoins. Le mélange de double concentration 2T2 réduit le pourcentage de feuilles atteintes et augmente le taux de survie des plantes infectées.

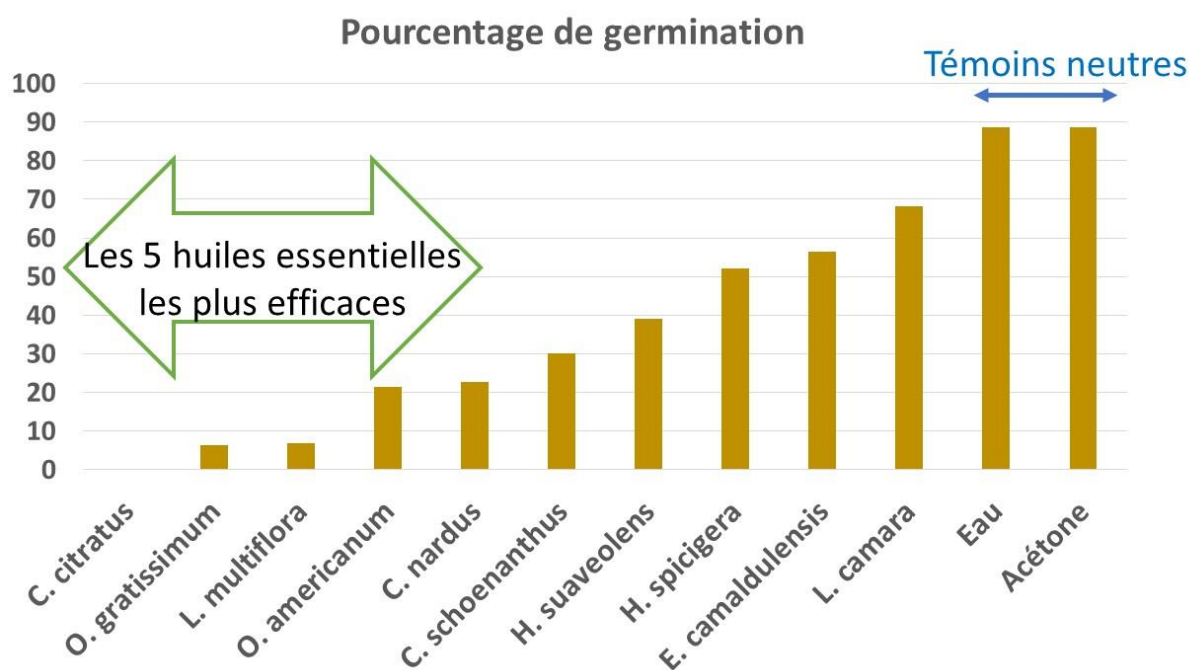
Pour en savoir plus.

Il y a un accroissement des taux de survie (de 25 à 50 %) et des rendements-fruits des plantes traitées comparativement aux témoins non traités.

La qualité des données est appréciée par une analyse statistique avec la valeur p qui mesure la probabilité que les différences observées soient dues au hasard. Lorsque p est inférieur à 0,05, cela signifie que le résultat n'est pas probablement dû au hasard et donc les différences observées sont significatives (réelles).

Exemple 4. Il y a aussi les formulations herbicides contre les adventices

Les propriétés allélopathiques* des plantes locales sont exploitées pour lutter contre la plante adventice (mauvaise herbe) *Striga hermonthica* au Burkina Faso.



(Yonli, 15)

Pour en savoir plus.

Le striga est une mauvaise herbe dangeureuse. C'est une plante parasite agressive qui sait se fixer aux racines des cultures hôtes (sorgho, maïs, mil ou riz) et sait pomper leurs nutriments. Il en existe plusieurs espèces, mais deux d'entre elles *Striga hermonthica* et *Striga asiatica*, sont les plus répandues au Burkina Faso. Striga affaiblit et tue la plante envahie avec des baisses de rendement des cultures allant de l'ordre de 50 à 100 %. En plus, la plante striga peut produire des milliers de graines, qui restent viables dans le sol pendant plus de 10 ans.

Des extraits aqueux préparés avec des rapports masse/ volume d'eau à 10 % de huit plantes locales ont été testés dans la lutte contre le striga. Le tableau III présente les effets observés selon les types de biomasses utilisées.

Deux extraits inhibent fortement, la germination alors que deux autres extraits stimulent fortement les graines de *S. hermonthica*. Ces quatre extraits peuvent être recommandés en tant que bio-herbicides pour la gestion de striga.

Tableau III. Résultats de tests de diverses plantes à potentialité bio-herbicide

Espèce végétale	Partie utilisée de la plante	Effet sur la germination (%)	
		Stimulation	Inhibition
<i>Faidherbia albida</i>	Ecorce	>50	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Feuilles	>50	
	Racines		86,3
<i>Lippia multiflora</i>	Feuilles		46,5
Autres plantes étudiées		Faiblement	
<i>Stereospermum kunthianum</i>			
<i>Tridax procumbens</i>			
<i>Vitellaria paradoxa</i>			
<i>Acanthospermum hispidum</i>			

Pour en savoir plus.

Les substances chimiques dites allélochimiques peuvent présenter deux effets :

- l'inhibition de la germination si l'extrait inactive ou empêche définitivement la germination du stock de graines dans le sol.
- la stimulation car elles favorisent la croissance de certaines espèces. Dans ce cas, l'utilisation prolongée d'extraits végétaux dans le sol peut induire avant le cycle de production, la germination des graines de *S. hermonthica*,

Les deux propriétés sont utiles car elles empêchent la germination ou la croissance de striga au même moment que d'autres espèces voisines.

Sujet 14

*Le souci de la préservation des ennemis naturels
des bioagresseurs* lors du traitement phytosanitaire*

Un bon traitement phytosanitaire utilisé contre le ravageur Tuta, ne doit pas éliminer son prédateur naturel utile qui s'appelle Nesidiocoris.

La mineuse envahissante de la tomate appelée *Tuta absoluta* est un insecte qui s'attaque à la tomate et aussi à la pomme de terre, l'aubergine et le piment.

Les larves attaquent les feuilles et sont capables de creuser des galeries dans les jeunes tiges et dans les fruits d'où son nom de mineuse.

Mais, cet insecte a lui aussi, un ennemi naturel crédible. Il s'agit d'une punaise prédatrice appelée *Nesidiocoris tenuis* importante dans le contrôle biologique. En effet, *Nesidiocoris tenuis* est commercialisé dans le monde comme agent prédateur de *Tuta absoluta*. Cependant, très peu d'informations existent sur ce prédateur au Burkina Faso.

Cette étude visait à évaluer la capacité de prédation et la sensibilité aux insecticides de *N. tenuis*. Elle a consisté à effectuer d'abord des prospections dans chaque région, ensuite des essais de prédation par exposition et par recherche active au laboratoire et enfin des tests de toxicité de divers produits phytosanitaires.

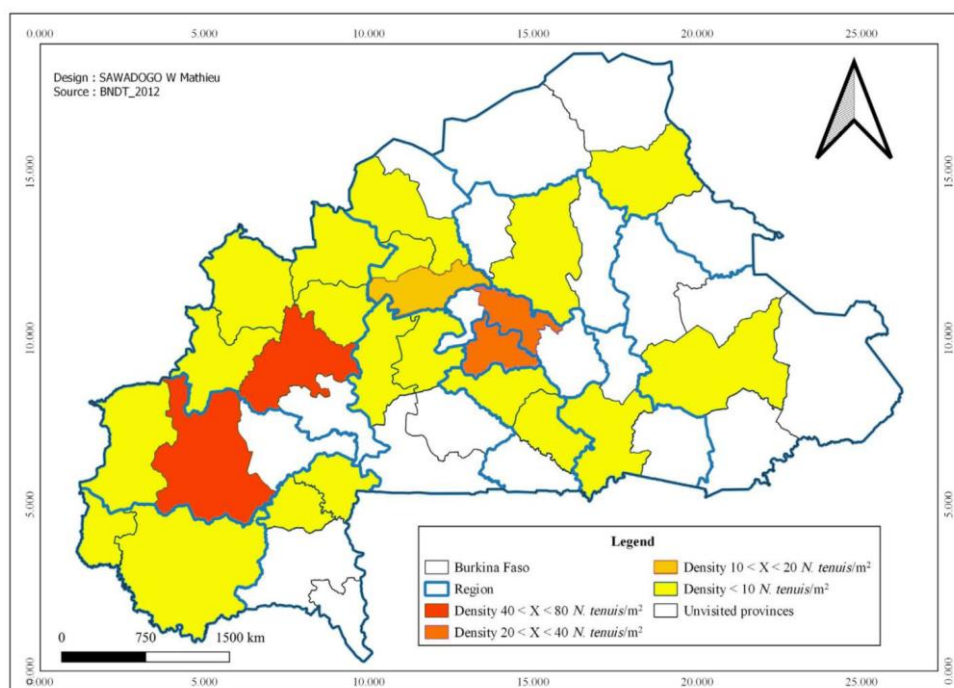
Etape 1. Les entomologistes ont cherché sur le territoire burkinabè et mis en évidence que *Nesidiocoris tenuis* existe de façon naturelle abondamment dans les zones peintes en rouge et un peu moins dans les zones de couleur jaune du Burkina Faso. Là où ces punaises existent, elles sont capables de manger les œufs de Tuta et donc cela évite la prolifération de Tuta. Il s'agit de zones à densité importante de l'insecte *Nesidiocoris tenuis* : Dédougou, Loumbila, Yako, Ouahigouya et Tolotama. Ces densités allant jusqu'à 80 individus/ m² suffisent largement pour

contrôler biologiquement de grandes infestations de la mineuse *T. absoluta*.



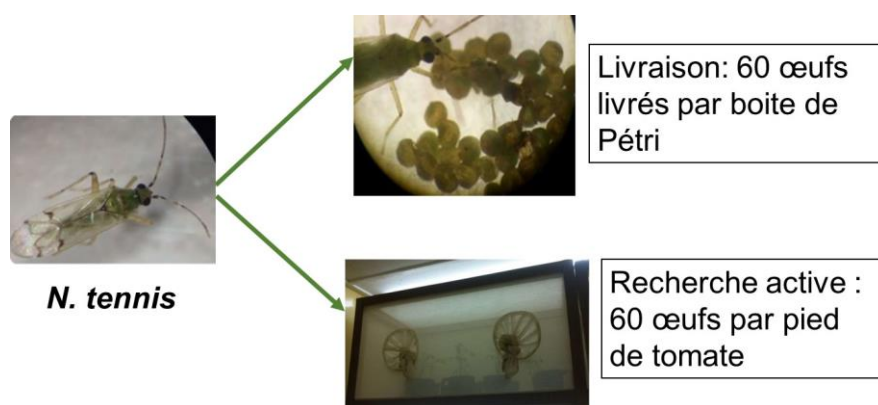
Collecte de *N. tenuis* sur les champs paysans

Carte indicatrice de zone de présence de *Nesidiocoris tenuis*



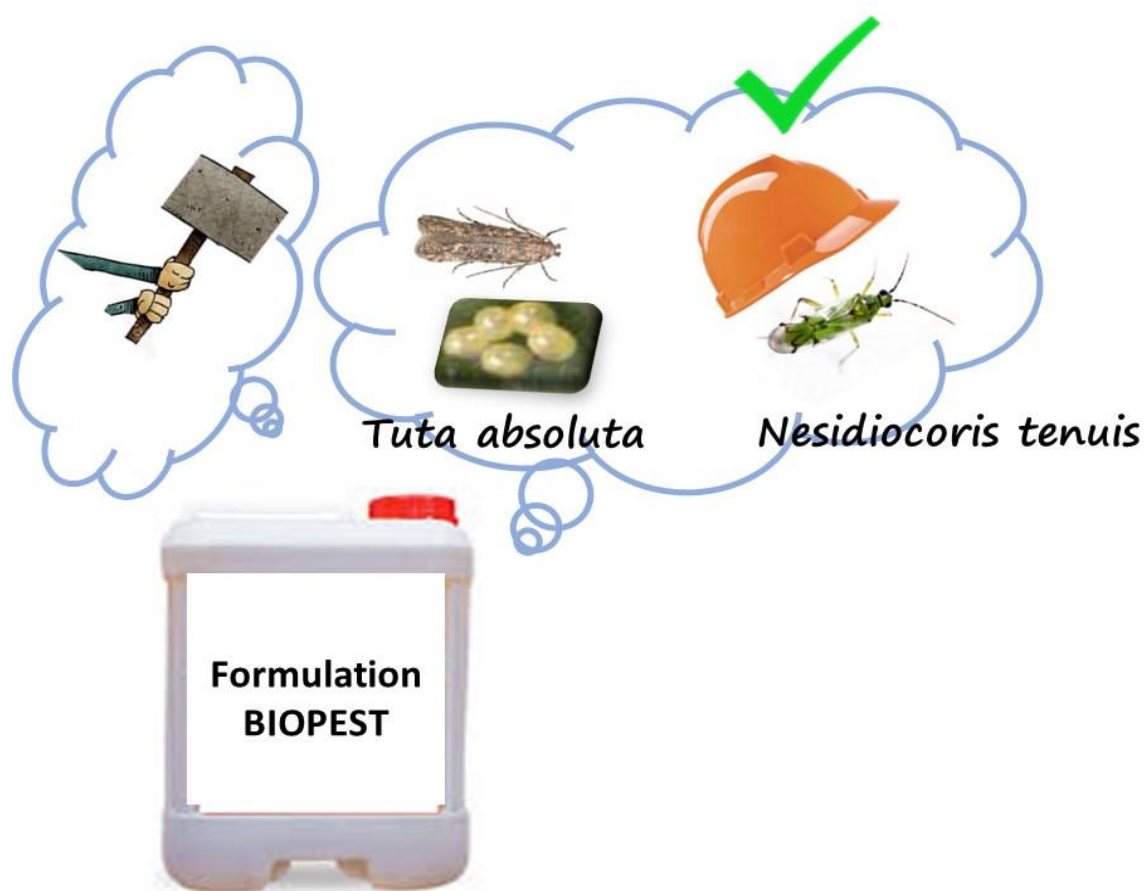
Etape 2. Deux essais de prédation des larves et des adultes de *Nesidiocoris tenuis* sur les œufs de *T. absoluta* ont été effectués pendant 24 heures. Le premier a été effectué par exposition de 60 œufs de Tuta dans chaque boîte de Pétri et le deuxième par recherche active des œufs sur des plantes de tomates en cage au laboratoire.

Protocole des essais de prédation de *Nesidiocoris tenuis*

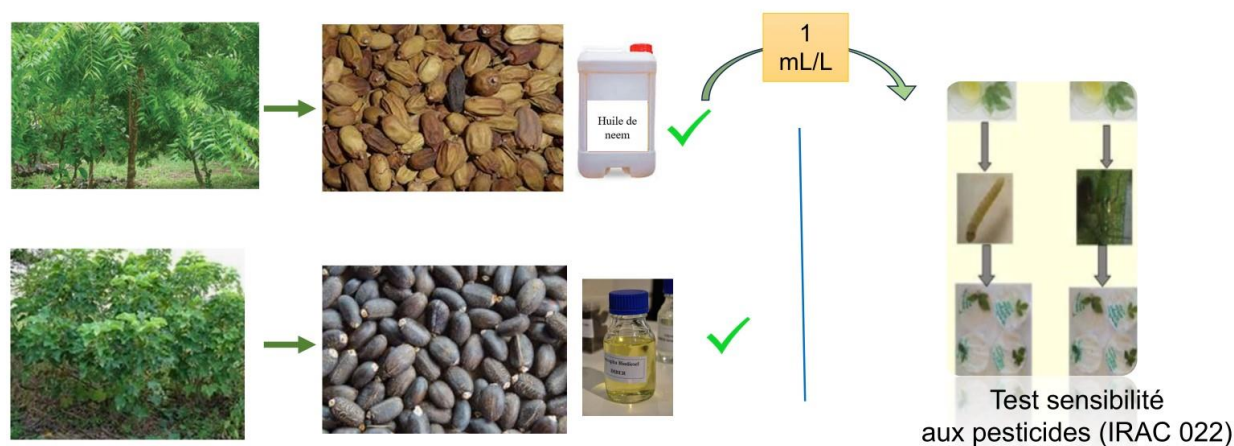


Tous les stades de *Nesidiocoris tenuis* se nourrissaient d'œufs de *T. absoluta* par livraison ou par recherche active de leur proie.

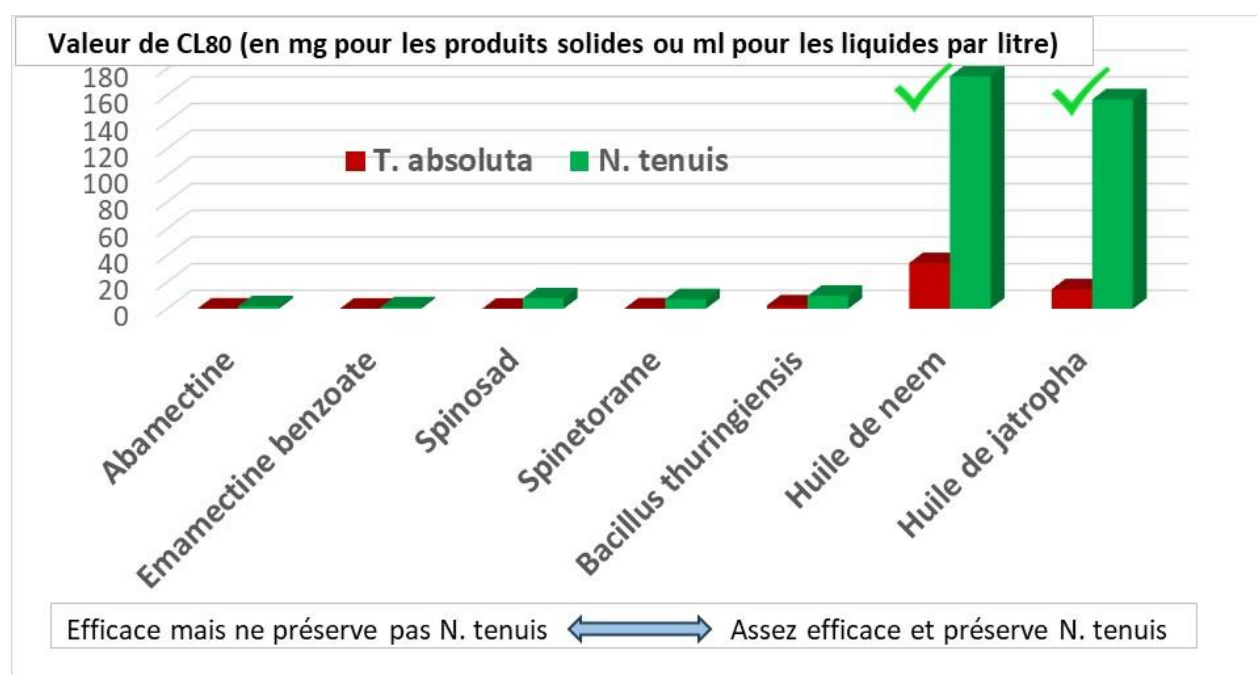
Etape 3. Il faut maintenant vérifier que toute formulation pesticide utilisée en traitement phytosanitaire contre Tuta, préserve (ne tue pas) aussi son prédateur naturel.



Protocole du test de sensibilité



Les résultats des tests comparatifs avec deux insecticides de synthèse (Abamectine et Emamectine benzoate), un insecticide bactérien (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstak), un insecticide d'origine bactérienne (Spinosad), Spinetoram (semi-synthétique d'origine bactérienne) et huit extraits végétaux dont les graines de neem et de jatropha ici présentés.



Le terme CL_{80} désigne la concentration d'une substance qui provoque la mort de 80 % d'une population donnée d'organismes exposés dans des conditions spécifiques. Elle est utilisée en toxicologie pour évaluer la dangerosité des substances chimiques. Les essais sont ici réalisés pour voir si Tuta est maîtrisé sans détruire son ennemi naturel qui est un bon et utile insecte.

En utilisant les insecticides conventionnels de synthèse notamment Abamectine, Emamectine benzoate, les chercheurs trouvent qu'ils sont hautement toxiques pour les deux insectes Tuta et son prédateur naturel.

Les biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis*, d'huile de neem et d'huile de jatropha permettent de contrôler Tuta tout en préservant son prédateur *N. tenuis*

L'huile de neem est la meilleure formulation qui préserve le ravageur de Tuta.

Les formulations à base de plantes sont donc à recommander dans la lutte contre Tuta.

(*Mano, Li*)

Pour en savoir plus.

L'emploi de *N. tenuis*, comme agent de lutte biologique contre *T. absoluta* à raison de 40 *N. tenuis* par 400 m² de tomate tous les 30 jours, entraînerait une réduction de 800 œufs de *T. absoluta* par jour. Cette pratique réduirait la dépendance aux insecticides de synthèse et leurs effets néfastes sur l'environnement.

Nesidiocoris tenuis est une aide à exploiter

et non à combattre !

PARTIE III : CONSIDERATIONS POUR UNE UTILISATION SURE ET DURABLE DES FORMULATIONS BIOPESTICIDES D'ORIGINE VÉGÉTALE

Le contenu de cette partie du document provient des communications inscrites dans le thème II du Forum d'octobre 2024 : « Perspectives de valorisation de produits locaux d'intérêt, d'intégration de savoirs endogènes et de développement de partenariats multidisciplinaires et innovants pour la mise à l'échelle ».

Sujet 15	<i>Les précautions à prendre dans l'usage des formulations biopesticides d'origine végétale</i>
-----------------	---

Exemple 1. Les précautions dans l'utilisation des formulations selon l'œil de l'environnementaliste

Il existe des méthodes simples pour extraire les principes actifs de plantes et les utiliser dans la protection phytosanitaire des cultures, tout en prenant quelques précautions. En effet, le caractère écologique est l'un des avantages remarquables des biopesticides d'origine végétale. Toutefois, cet usage peut avoir un impact direct sur la modification des paramètres physicochimiques de l'environnement.

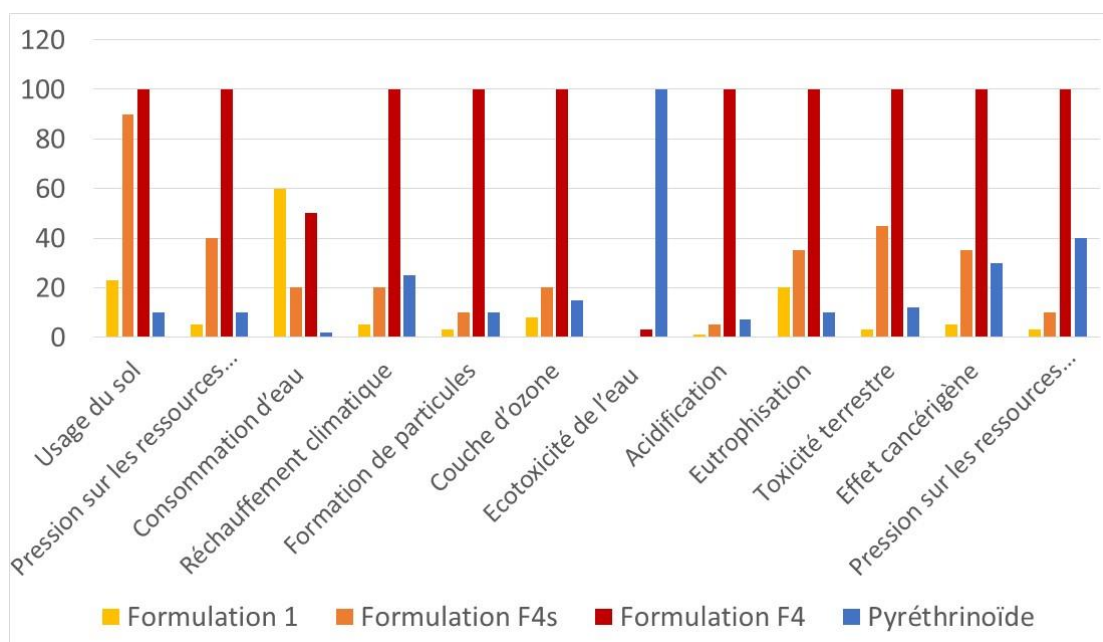
Tout d'abord, la surexploitation des ressources végétales a un impact décrit sur la biodiversité. Lorsqu'il s'agit d'exploiter les écorces ou les racines, la menace sur la durabilité de l'activité de production industrielle ou semi-industrielle de formulations est plus importante. Le risque est amoindri si la ressource végétale est cultivable. La domestication des plantes pesticides reste donc une stratégie pour disposer de ressource végétale à proximité.

Il existe beaucoup de facteurs d'impact liés à l'utilisation des formulations biopesticides à base de plantes. Cela peut être globalement

pris en compte dans une analyse de cycle de vie (ACV). Les données collectées sont traitées à l'aide d'un logiciel spécifique.

Plusieurs facteurs ci-dessous listés sont pris en compte dans l'analyse du cycle de vie (ACV) appliquée à une formulation biopesticide à base de plantes.

Acidification	Consommation d'eau	Couche d'ozone
Écotoxicité de l'eau	Effet cancérigène	Eutrophisation
Formation de particules	Réchauffement climatique	Toxicité* terrestre
Pression sur les ressources minérales	Usage de sol	
Pression sur les ressources fossiles		



(Ramdê, L3)

Les profils présentés correspondent à quatre formulations différentes : un macéré simple de plantes (formulation 1), un mélange de décoctés avec une huile essentielle sans intervention d'alcool (formulation 4s), un mélange complexe de décoctés + un macéré alcoolique + huile essentielle (Formulation 4) et un pyréthriinoïde (pesticide de synthèse). La prise en compte de ces profils indiquant différents impacts environnementaux impose un choix de protocole de préparation des formulations.

Exemple 2. Attention aux métaux polluants de la biomasse elle même.

Les formulations à base de plante peuvent contenir des polluants inorganiques accumulés dans les plantes au cours de leur croissance. Il peut s'agir de métaux tels que le cadmium, le cuivre et le plomb (Cd, Cu, Pb) connus pour leur toxicité*. L'accumulation des métaux lourds lors des traitements phytosanitaires même à de faibles concentrations constituent un grave problème environnemental.

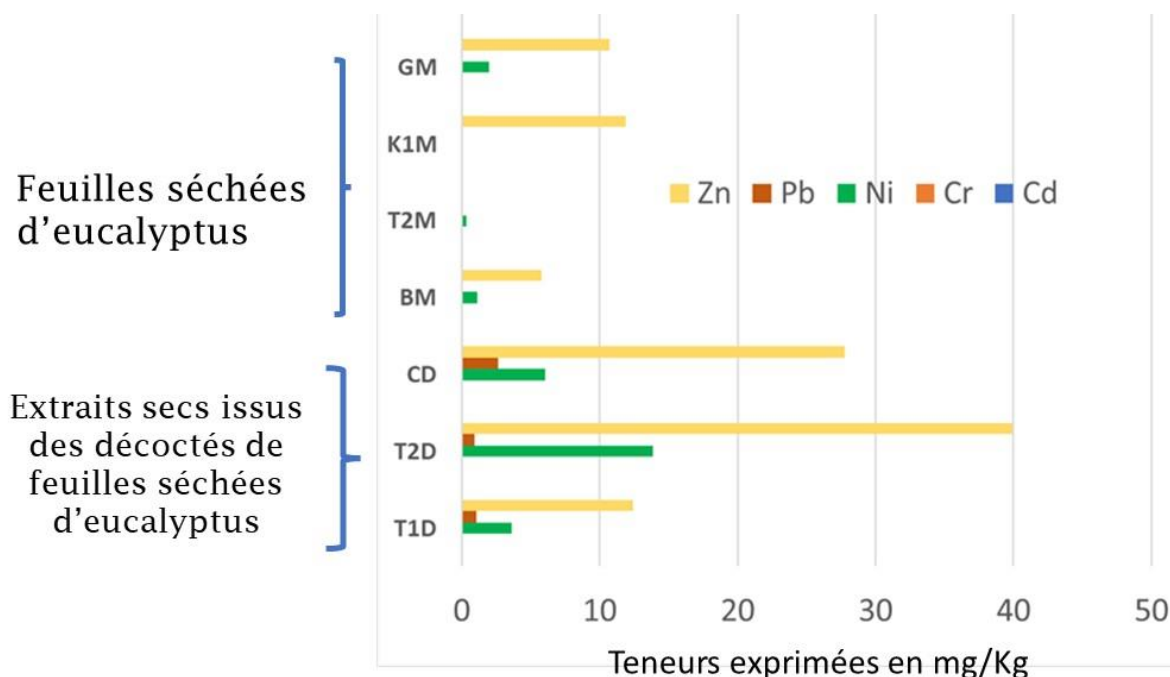
Des échantillonnages de feuilles d'eucalyptus ont été réalisés sur des sites représentatifs de diverses conditions environnementales selon la proximité avec des sources naturelles et/ou anthropiques potentielles de contamination de l'environnement par les métaux lourds (Tableau IV) .

Tableau IV. Description des sites de prélèvement de feuilles d'eucalyptus

N°	Code	Nom du site	Localisation
1.	G	Gounghin	Zone urbaine à proximité d'une route 150 m d'un échangeur sur la nationale 1
2.	T1	Tanghin 1	Près d'une centrale thermique
3.	T2	Tanghin 2	Près du centre de traitement et de valorisation des déchets (CTVD)
4.	B	Village de Bissa	Zone minière de Bissa Gold
5.	K	Komsilga	Ferme <i>Chantal</i> spécialisée dans l'agriculture biologique située en périphérie de Ouagadougou
6.	C	Campus	Université Joseph Ki-Zerbo

Les valeurs des teneurs en métaux lourds dans la poudre de feuilles séchées et dans les extraits secs de décoctés* de feuilles séchées d'eucalyptus sont variables d'un site à l'autre selon l'histogramme des teneurs mesurées.

Teneurs en zinc (Zn), plomb (Pb), nickel (Ni), chrome (Cr) et cadmium (Cd) de la poudre et de décoctés* (secs) de feuilles séchées d'eucalyptus



(Ouédraogo JCW, PV₄)

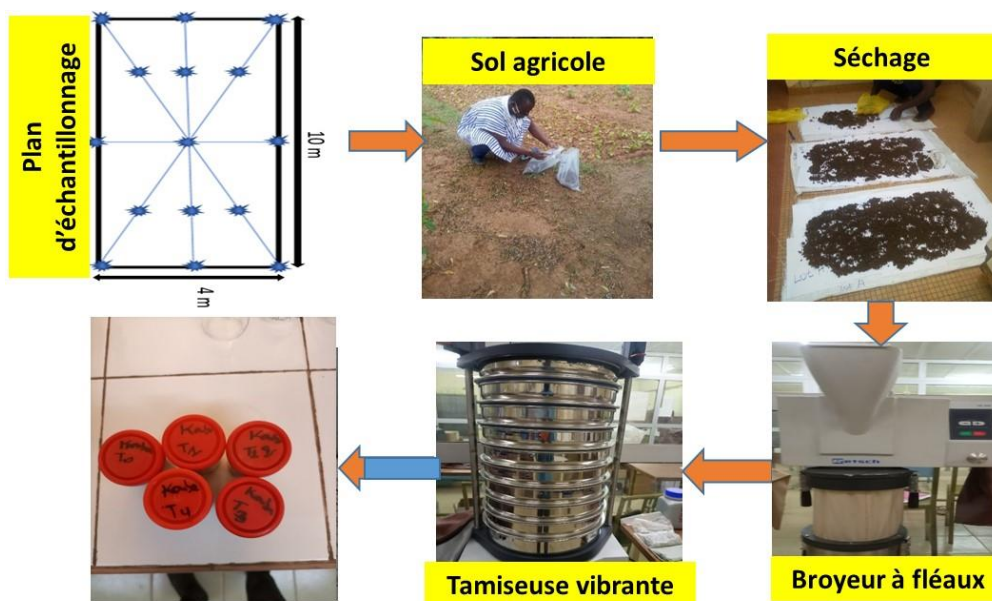
Cette variabilité s'explique par les caractéristiques environnementales des sites. Par exemple, les feuilles d'eucalyptus récoltées au campus contiennent le plus de plomb. Néanmoins, il faut noter que ces éléments traces sont inexistantes ou en très faibles concentrations dans les matrices initiales. Ils sont justes mesurables dans les décoctés.

Ouf, les feuilles d'eucalyptus n'ont pas présenté de risques de pollution par les métaux lourds.

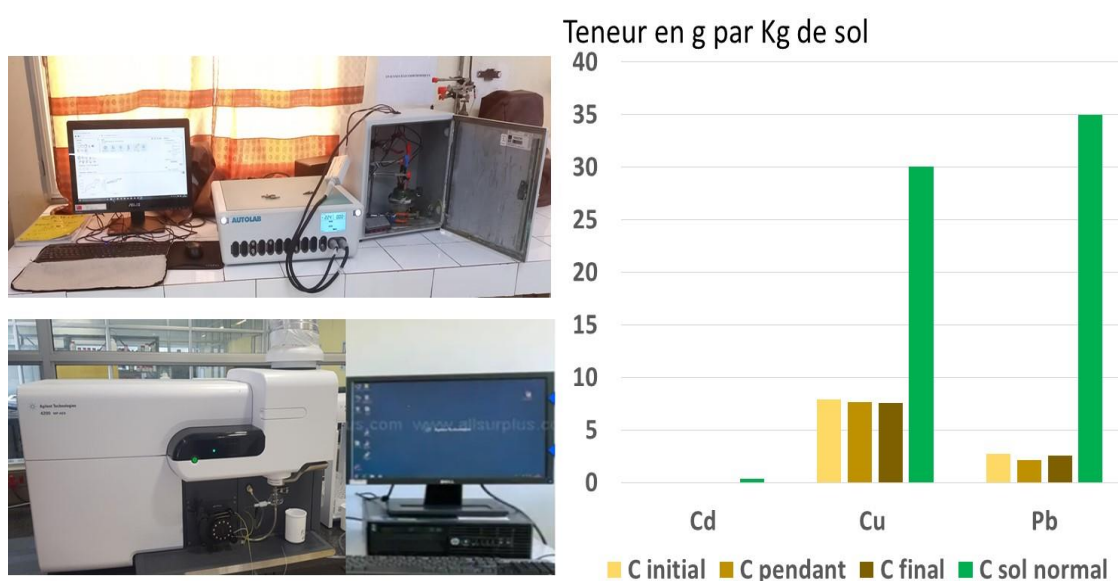
Exemple 3. Vérification de l'apport de métaux lourds au sol lors de traitement phytosanitaire

Des prélèvements de sols suivis d'analyses chimiques sont réalisés afin de vérifier s'il y a accumulation des métaux toxiques : plomb, cuivre ou cadmium à la suite de traitement phytosanitaire.

Techniques de prélèvement et de traitement des échantillons



Dispositifs expérimentaux pour les analyses chimiques et résultats



(Ramdé, L3)

Les résultats montrent que tout risque de pollution par les métaux lourds est temporairement écarté pour les formulations à base d'eucalyptus et de citronnelle soumises à l'examen. Les limites de teneurs admises dans les sols selon les normes pour le cuivre (Cu), le cadmium (Cd) ou le plomb (Pb) sont loin d'être atteintes.

Sujet 16

L'évaluation des risques toxicologiques lors de l'utilisation des formulations à base de plantes locales

Quels sont les risques d'utilisation à long terme de formulations à base de plantes ?

Le toxicologue vérifie l'innocuité de la plante, évalue les dangers potentiels sur la santé en lien avec son utilisation par l'Homme.

Quels peuvent être les risques de l'utilisation d'un extrait de plante ?

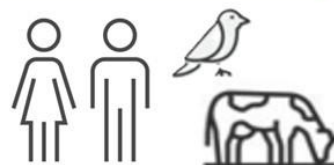
???

Exemple : les recherches sont menées pour évaluer l'effet de l'eucalyptus

Impact sur le sol et la biodiversité



Toxicité des huiles essentielles.

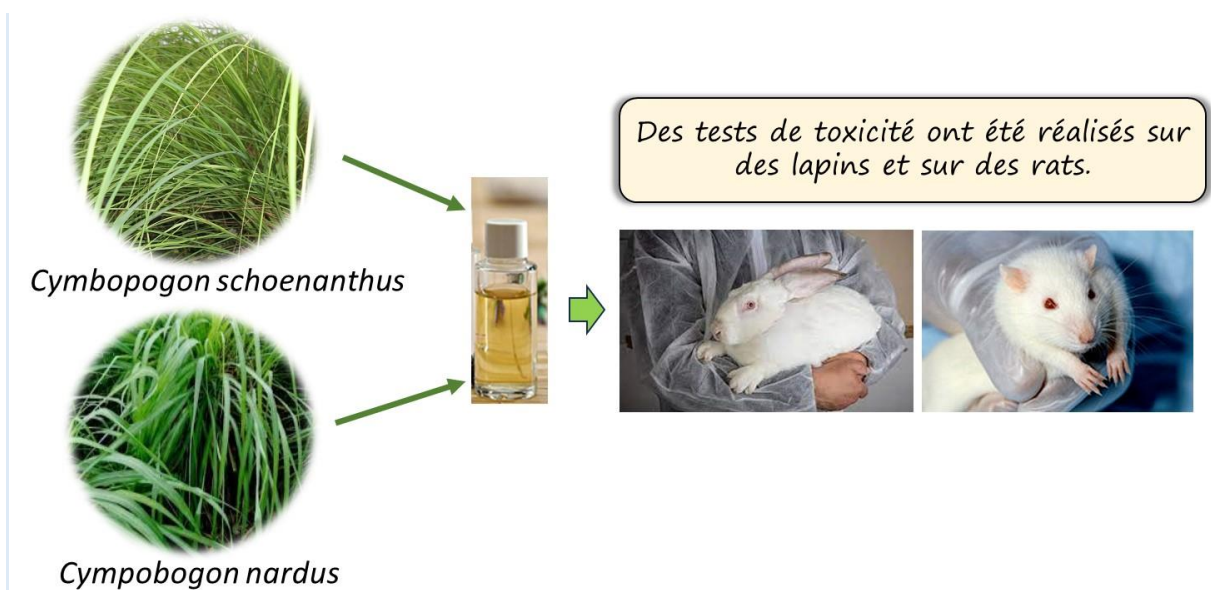


La prévision des effets secondaires est une exigence réglementaire préalable à l'utilisation effective d'un nouveau produit. Cela peut être entres autres un médicament ou un pesticide.

Les risques liés à l'usage des huiles essentielles de deux espèces de citronnelle : *Cymbopogon schoenanthus* et de *Cymbopogon nardus* utilisables comme ingrédient pesticide ont été déterminés.

Les toxicités aiguë et subaiguë de ces deux huiles ont été investiguées respectivement chez la souris et le rat. De même, les pouvoirs irritants pour les yeux et la peau ont été déterminés chez le lapin, conformément aux normes.

Il s'agit de connaitre le niveau de toxicité* des huiles essentielles de ces deux plantes aromatiques en vue de leur utilisation sécurisée.




Pour en savoir plus.

L'évaluation de la toxicité orale subaiguë* se fait suite à une exposition répétée ou prolongée des animaux cobayes pendant une période brève. Diverses mesures sont faites suite à l'exposition des animaux aux huiles essentielles avec des doses différentes et des durées d'application évolutives. Il s'agit de la détermination :

- du pouvoir irritant oculaire ;
- du pouvoir irritant cutané ;
- des paramètres de la toxicité subaiguë.

Des souris, des rats ou des lapins sont élevés dans les conditions standard.



← Souris NMRI
27 – 30 g

← Rats Wistar
127-140 g et 110-140 g

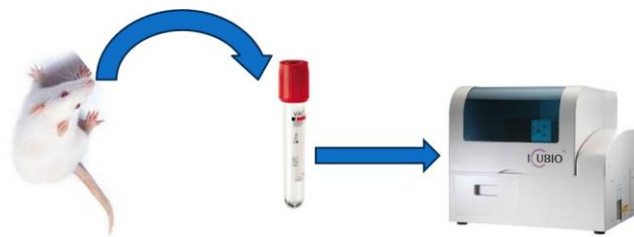
← Lapins néo-zélandais
2,09 ± 0,22 kg et 1,67 ± 0,29 kg

Conditions d'élevage

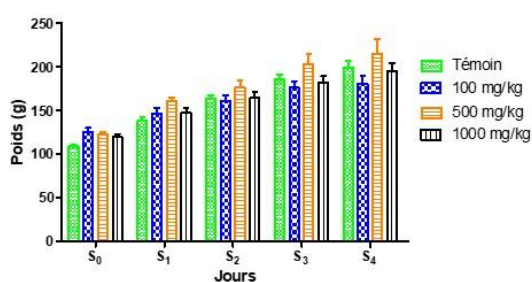
- - T : 23 ± 2 °C
- Humidité : 60 – 70%
- Aliments et eau à satiété
- 12 h de lumière et
- 12 d'obscurité

Les deux huiles essentielles sont testées sur les souris et les paramètres sont déterminées.

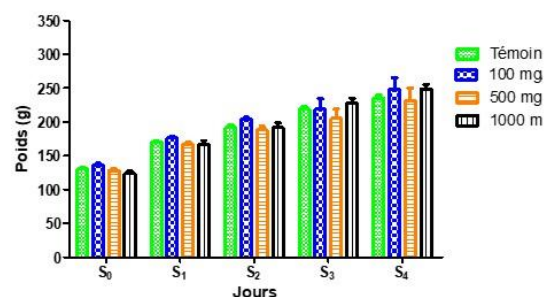
Protocole de détermination des paramètres de la toxicité subaiguë*



Toxicité générale aiguë de l'huile essentielle de *C. nardus*



Evolution pondérale des rats femelles



Evolution pondérale des rats mâles

(Ilboudo, L6)

L'évolution des rats est normale quelle que soit la dose administrée.

Conclusion.

Les formulations testées et analysées sur quatre jours S0, S1, S2, S3 et S4 sont des produits relativement sans danger selon la classification SGH de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) de 2001 et des Nations Unies de 2017.

Les informations suivantes ont été relevées :

- Pas de toxicité générale aiguë des huiles essentielles.
- Pas de symptômes majeurs d'intoxication à la dose de 2000 mg/Kg
DL50 est estimée à 5000 mg/Kg de poids corporel.
- Aucun effet sur la consommation d'eau.
- Pas d'effet sur les paramètres biochimiques avec l'huile de *C. schoenanthus*.

L'huile essentielle de *C. nardus* est faiblement irritante tandis que celle de *C. schoenanthus* est non irritante.

Ces huiles peuvent être utilisées pour la fabrication de biopesticides*, utilisables dans la protection des cultures maraichères.

Toutefois, il est toujours important d'observer des mesures de prudence dans l'utilisation des huiles essentielles à forte dose.

Pour en savoir plus.

Les résultats montrent que les huiles essentielles n'ont pas provoqué de mortalité à la dose limite de 2000 mg/Kg de poids corporel chez les souris, ce qui signifie que la DL₅₀ estimée du produit testé est de 5000 mg/Kg de poids corporel. Les huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Cymbopogon nardus* n'ont pas entraîné d'effet toxique particulier chez les animaux.

Sujet 17*La standardisation et le contrôle de qualité
des formulations pesticides à base de plantes*

La standardisation et le contrôle de qualité sont essentiels dans le processus de fabrication des formulations afin de garantir la cohérence de la production, la stabilité des produits, ainsi que l'efficacité des formulations et la sécurité des utilisateurs. Elle porte sur les matières premières végétales et les formulations qui en découleront.

Cet objectif reste le même pour les produits industriels à but alimentaire, pharmaceutique, cosmétique, pour le bien être...

L'objectif de standardiser les produits par des procédures de préparation est un idéal théorique face à la réalité des étapes.



Pour en savoir plus. La science reconnaît bien les comportements ou pouvoirs fascinants des plantes en dehors de leur capacité dans la transformation du dioxyde de carbone pour nous fournir l'oxygène.

Les plantes, bien qu'immobiles, possèdent des capacités remarquables d'adaptation à leur environnement. En tant qu'organismes sessiles et autotrophes, elles produisent leur propre nourriture par photosynthèse.

Certaines, comme le tournesol, ajustent leur orientation au soleil (héliotropisme) pour maximiser cette fonction.

D'autres espèces ont développé des stratégies agressives, comme le Striga (aussi appelé herbe sorcière), qui pompe les nutriments des pieds de céréales et les détruit.

Enfin, des phénomènes étonnants comme le déplacement lent d'arbres pour fuir des dangers, s'adapter à un nouvel environnement et donc assurer sa survie par la recherche d'eau, de nutriments ou de lumière est bien documentés dans les ouvrages scientifiques. Ces phénomènes nourrissent aussi des croyances populaires, comme celle de baobabs qui changeraient de place la nuit.

En conclusion, les plantes ont le pouvoir de s'adapter à l'environnement et cela se reflète par des variations au niveau de la composition chimique.

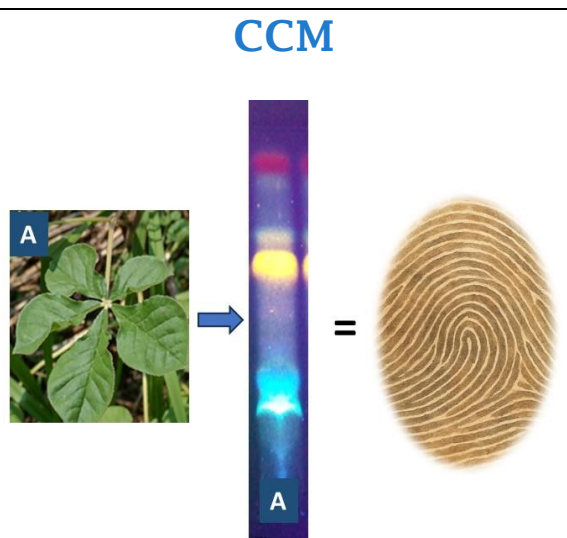
Les caractères adaptatifs et évolutifs des plantes influencent leur croissance et conduisent à la production plus ou moins renforcée de molécules bioactives. Il existe divers facteurs environnementaux qui influent donc la composition chimique d'une plante.

S'il s'agit d'éléments vivants en interaction avec les plantes, ce sont les facteurs biotiques : d'autres plantes, des animaux tels les ravageurs*, des microorganismes (maladies ou microorganismes du sol).

S'il s'agit d'éléments environnementaux non vivants qui influencent, tels que l'eau, la lumière, la température, la nature du sol et de l'air, ce sont alors les facteurs abiotiques.

Pour en savoir plus.

En analyse chimique, les techniques chromatographiques*, permettent l'identification des composés tels que les polyphénols dont les flavonoïdes de divers extraits. Cela constitue des profils vus comme des empreintes digitales. La chimiodiversité* marquée par des facteurs d'influence est mise en évidence.



Tout cela est listé dans le tableau V.

Tableau V. Facteurs abiotiques et biotiques qui affectent les plantes

Facteurs abiotiques	Facteurs biotiques
Température, humidité, intensité lumineuse, approvisionnement en eau, salinité, sécheresse, métaux lourds, gel, taux de CO ₂ , pH, rayons Ultra-violet, richesse minérale du sol, richesse du sol en carbone....	Bioagresseurs* Insectes Animaux supérieurs Champignons Acariens* Bactéries Autres plantes

Au final, l'adaptation d'une plante à son environnement crée des variations dans sa composition chimique.

Cela donne des appellations d'origine pour certaines productions végétales telle la vanille de Madagascar.

A l'échelle nationale, il est cité dans les choix la potasse de Bobo-Dioulasso.

Chacun peut compléter selon son expérience : le bissap de, le miel de..., le dolo , les arachides de...



La standardisation prend son sens face à la diversité environnementale des sites de collecte de la biomasse source.

Elle comporte plusieurs étapes depuis l'obtention de la matière première végétale jusqu'à celle du produit fini à mettre à disposition pour emploi.

Pour la matière première végétale, les points d'identification sont :

- Espèce végétale, exemple *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Cymbopogon citratus* (dc.) stapf ;
- Identification du site géographique de récolte ;
- Parties de la plante utilisées (feuilles, graines, racines, écorce, etc.) sous forme fraîche ou séchée ;
- Période de récolte (saison) ;
- Niveau de maturité de la plante ;
- Présence éventuelle de microorganismes ;
- Méthode de séchage avec usage de claies de séchage et de conservation (à l'abri du soleil, de l'humidité, de la chaleur et de la lumière, conditions ventilées ou non) ;

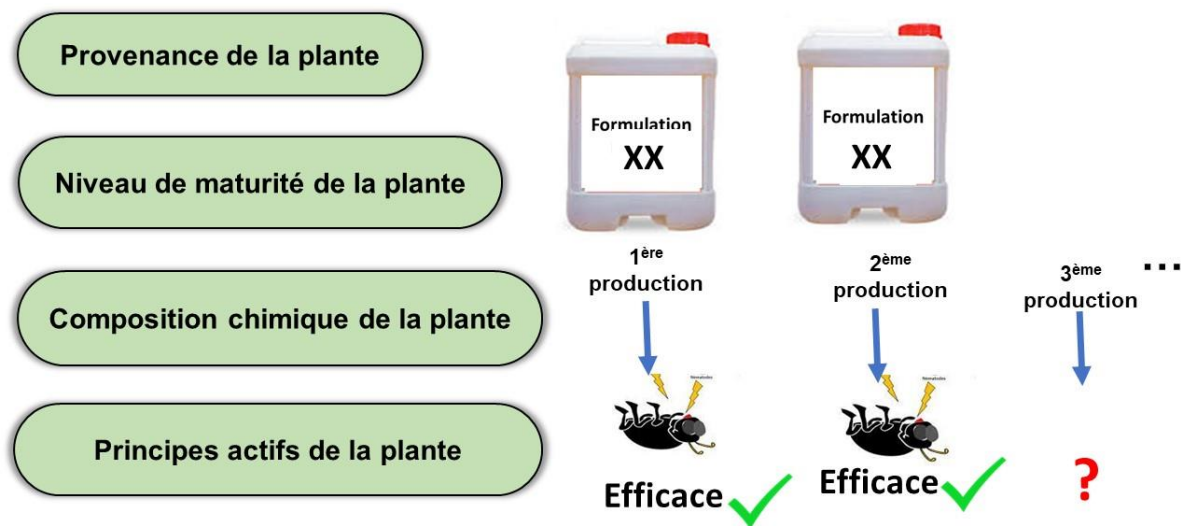
Les premières analyses à faire sont pour déterminer entre autres :

- l'état physique et organoleptique (couleur, odeur) ;
- l'humidité résiduelle et la teneur totale en cendres ;
- les rendements d'extractions successives ;
- l'empreinte digitale par la chromatographie *sur couche mince (CCM)
- les teneurs en principes actifs (quantification par des techniques chromatographiques ou des dosages) ;
- les teneurs en métaux lourds toxiques (As, Cd, Pb, Hg) ;
- les teneurs en mycotoxines ou en résidus de pesticides de synthèse si la biomasse est récoltée dans une zone soumise à des pulvérisations.

Pour les formulations biopesticides, les paramètres à relever sont entre autres :

- la méthode d'extraction utilisée (type, solvant, température, durée) ;
- les rendements par extraction successives
- la forme liquide, émulsion, le pH et la viscosité si c'est un liquide ;
- le profil des principes actifs (nature et teneurs) ;
- l'efficacité biologique ;
- la teneur en polluants chimiques ou biologiques (microorganismes)
- la teneur du traceur chimique (molécule connue ou groupe phytochimique pris comme référence) ;

- les conditions de stabilité dans plusieurs conditions de stockage (chaleur, lumière), qui permettront de déterminer la durée de conservation ;
- la toxicité pour l'environnement ou les organismes non cibles ;
- le protocole d'utilisation (dose, fréquence).



(Ouédraogo JCW, PV4)

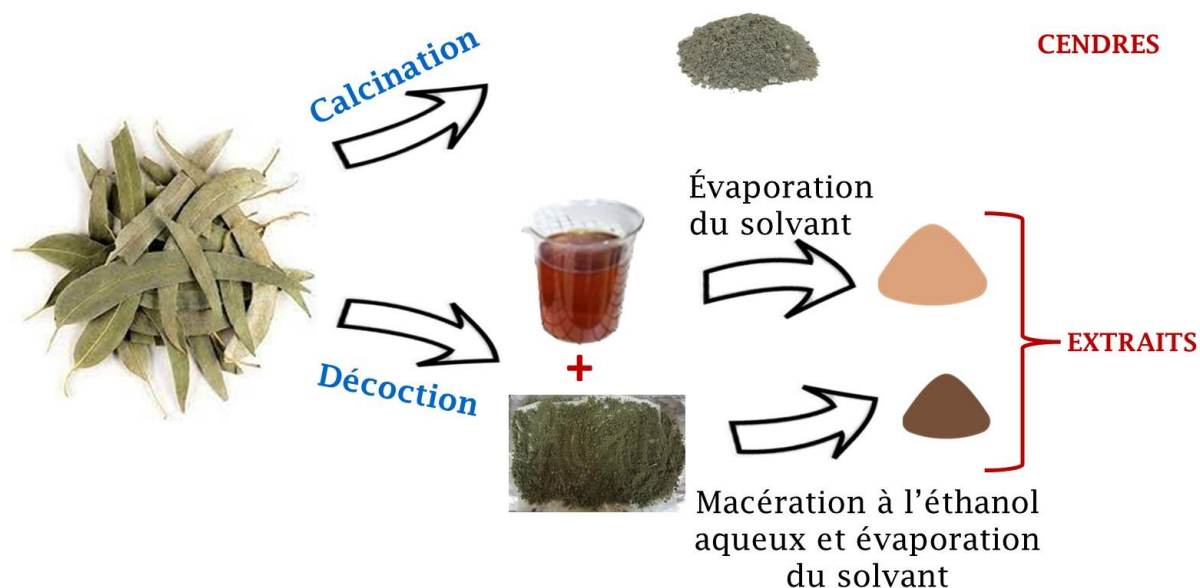
Au Burkina Faso, le CNABio a initié la réflexion pour une réglementation dans la fabrication des bio-intrants (intrants agricoles : produits fertilisants, produits phytosanitaires, semences) de sources biologiques naturelles, en général à l'image de celle appliquée pour la préparation de médicaments traditionnels améliorés.

Si les points d'attention pour la collecte de la matière première végétale sont nombreux, l'enjeu premier est de disposer d'une biomasse végétale initiale de qualité.

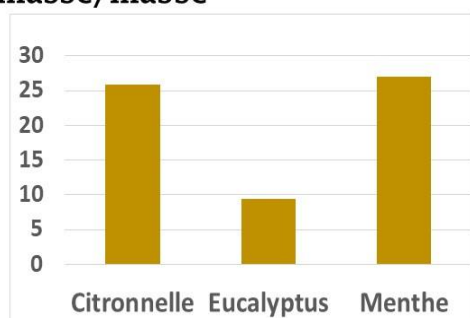
- Il faut éviter les endroits potentiellement pollués (villes, abords des grands axes, proximités des sites industriels, et de dépotoirs etc.).
- Chaque plante sera récoltée sous forme d'échantillons moyens selon un plan d'échantillonnage. L'avantage de faire une analyse sur trois localités différentes au moins, permet de cerner la variabilité en composants chimiques de la plante.

Exemple 1. Variabilité du taux de cendres et du rendement d'extraction selon le type de plante soumise à l'étude

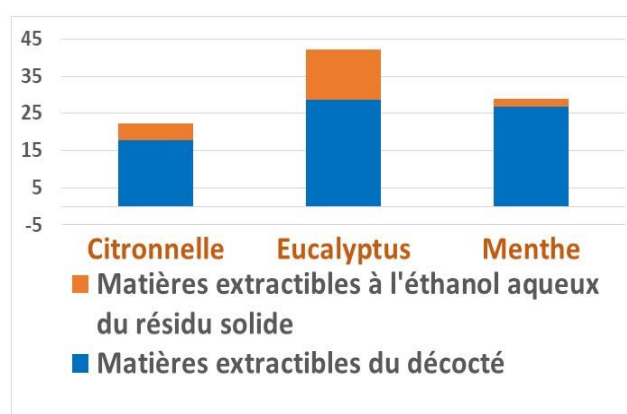
Ces paramètres sont utiles pour prédire si l'extraction est quantitative et s'il n'y a pas une part importante de matières inorganiques dans les decoctés selon le type de plante utilisée.



Taux de cendres en %
masse/masse

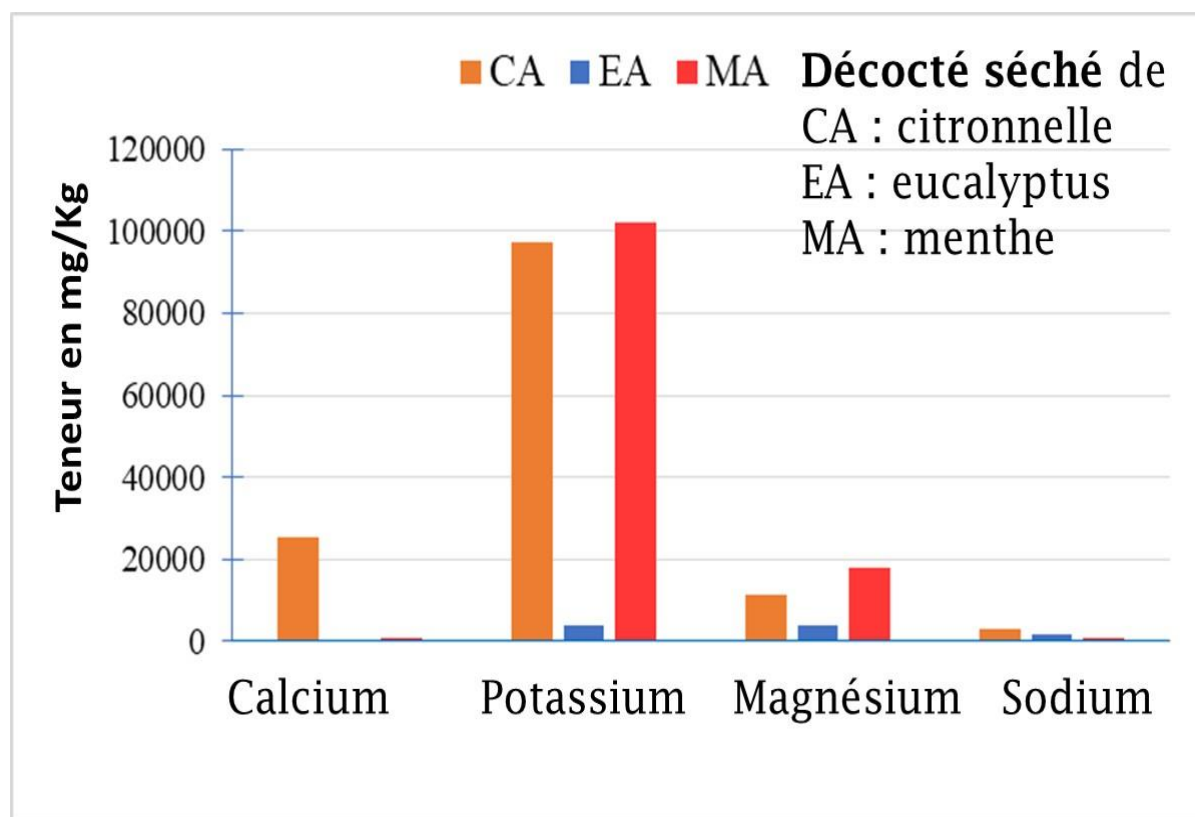


Rendement d'extraction en % masse/masse



L'eucalyptus contient moins de matières inorganiques extractibles par rapport aux autres plantes aromatiques comme la menthe. Il contient plus de matières organiques extractibles par l'eau (dans le décocté*).

Exemple 2. Variabilité des teneurs en éléments inorganiques

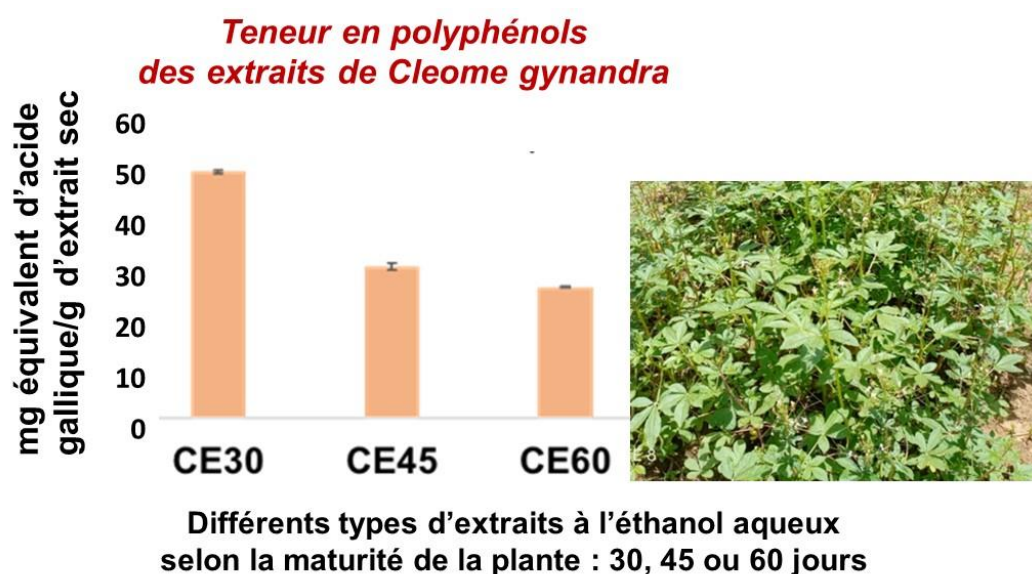


La citronnelle et la menthe sont riches en potassium. Il y a peu de calcium et de sodium dans ces plantes.

La richesse de la citronnelle en potassium, permet d'utiliser son eau résiduelle d'hydrodistillation* comme biofertilisant.

Exemple 3. Variation de teneurs de polyphénols et flavonoïdes avec le niveau de maturité des plants

Les teneurs en phytoconstituants comme les polyphénols varient avec l'âge de la plante, Dans le cas de *Cleome gynandra* les jeunes plants de 30 jours sont plus riches en polyphénols que les plants plus âgés.



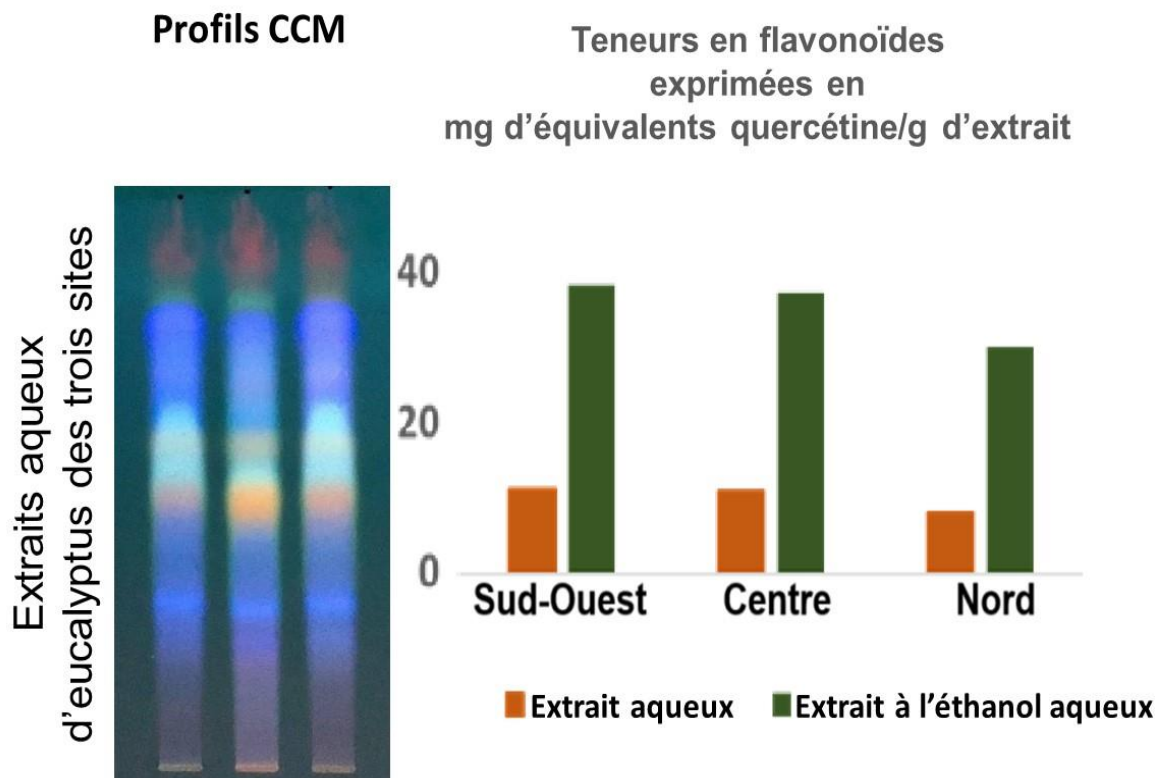
(Ouédraogo JCW, PV₄)

Il faut donc savoir choisir la période de cueillette d'une plante en lien avec le stade de croissance pour disposer d'une plus grande teneur en composés bioactifs responsables de l'efficacité pesticide.

Exemple 4. Variabilité avec le lieu de récolte (géographique)

Les feuilles d'eucalyptus ont été sélectionnées sur trois sites situés dans le centre, le Nord et le Sud-Ouest du Burkina Faso. Les analyses chimiques ont porté sur les profils CCM afin de caractériser les extraits obtenus et sur l'évaluation des teneurs en flavonoïdes.





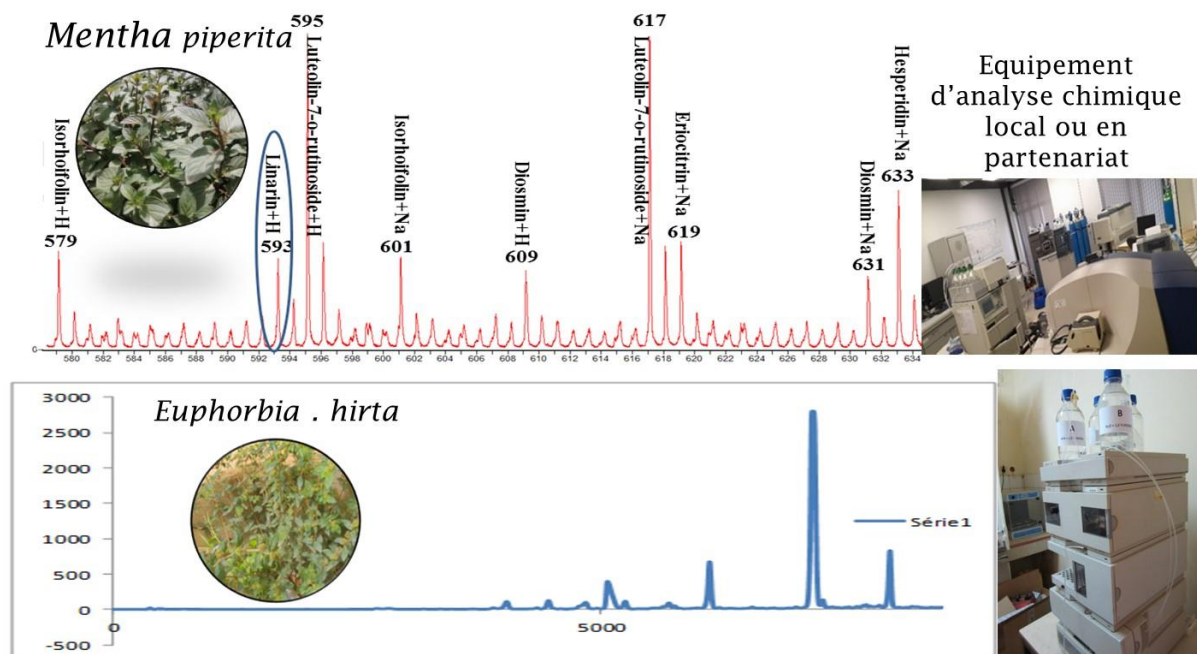
Il y a des différences visibles sur la plaque CCM entre les composés de couleur jaune et orange donc une variation des phytoconstituants selon les sites de récolte : Sud-Ouest \approx Centre > Nord.

Il s'agit de la variabilité géographique. Ici la teneur en flavonoïdes du Sud-Ouest et celle du Centre se ressemblent et sont différentes de celle du Nord pour une récolte réalisée à la même période.

Il faut tenir compte de l'origine de la biomasse pour standardiser des formulations à préparer.



Exemple 5. Choix d'un traceur chimique présent dans un extrait



Plusieurs molécules de flavonoïdes* ont été identifiées dans les plantes investiguées : *Mentha piperita* et *Euphorbia hirta*. Une d'entre elles peut être choisie et utilisée comme traceur chimique. Ce marqueur naturel servira pour suivre la qualité de la formulation durant la fabrication et la conservation.

Exemple 6. Stabilité d'une formulation

La stabilité peut être étudiée à travers l'évolution comparative dans le temps de teneurs en composés bioactifs (flavonoïdes ou polyphénols).

L'exemple suivant concerne un suivi réalisé sur trois différentes formes de conservation à température ambiante d'extraits d'eucalyptus.

Il s'agit de la forme aqueuse liquide, la forme solubilisée dans l'éthanol ou la forme deshydratée en poudre sèche.

Evolution comparative dans le temps de teneurs en flavonoïdes (TFC)



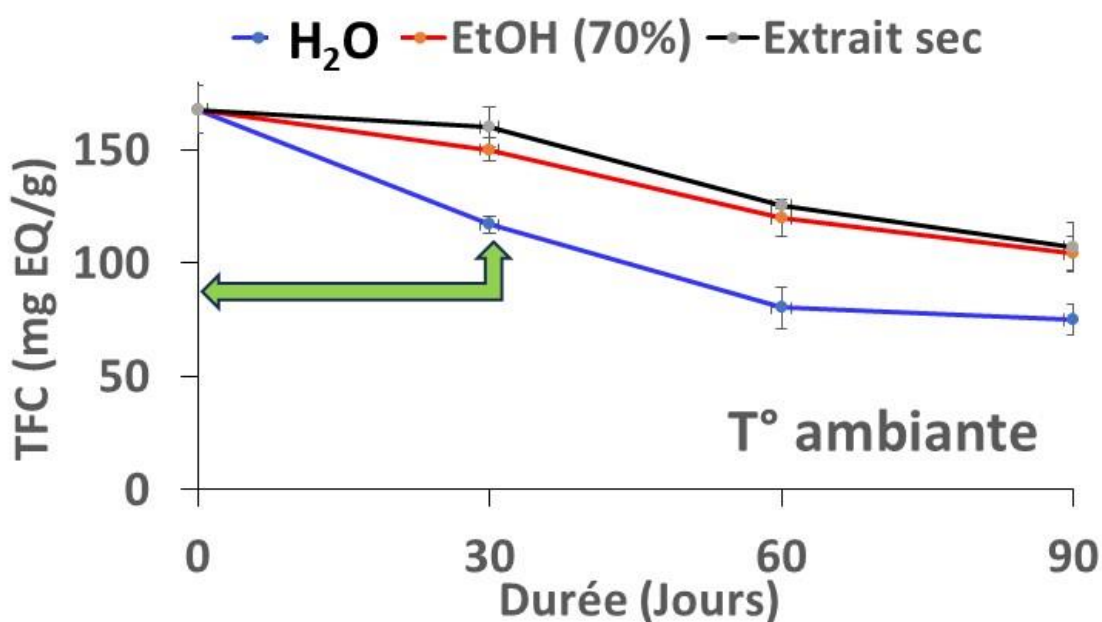
Extrait/H₂O



Extrait/H₂O+EtOH



Extrait Sec



(Ouédraogo IWK, PV₃)

La pente de dégradation forte pour l'extrait conservé dans l'eau est signe de la détérioration des flavonoïdes (TFC).

La stabilité des flavonoïdes est meilleure dans les extraits secs et les extraits solubilisés dans l'éthanol (EtOH à 70 %).

Avec l'extraction à l'eau (H₂O), une forte dégradation de la préparation est observée dès le 30^e jour de conservation. Mieux vaut ne pas utiliser les extraits aqueux au delà de 30 jours de conservation.

Toute activité mérite une analyse holistique dont un volet économique. Aussi, les objectifs de développement durable (ODD) stipulent en ODD 12 une consommation et une production responsables. L'économie circulaire combine ces deux approches.

Réduire le gaspillage, utiliser les ressources de manière plus efficace et préserver les ressources naturelles sont les principes du modèle de l'économie circulaire* pour réduire la pollution et créer une économie plus durable.

Au lieu de produire, consommer, puis jeter (comme dans l'économie traditionnelle dite linéaire), l'économie circulaire cherche à recycler, réparer, réutiliser et partager les produits ou les matériaux autant que possible.

L'approche consistant à valoriser intégralement les feuilles d'eucalyptus ou de citronnelle, dans une logique de respect de l'environnement, s'inscrit pleinement dans une telle démarche visant à réduire les déchets et apporter de la valeur ajoutée au produit. Il s'agit de valoriser tous les co-produits.

En plus des huiles essentielles, des décoctés utilisés pour les formulations biopesticides, les résidus solides ont été testés en production de bioéthanol (pour le résidu d'eucalyptus riche en cellulose), de compost, de biochar et de biogaz.

L'évaluation du pouvoir biofertilisant du biochar et de l'eau résiduelle de l'hydrodistillation de la citronnelle (riche en potassium) est prometteuse.

Tout cela répond aux critères de durabilité dans une valorisation économique de plantes pesticides avec une prise en compte des données d'analyse du cycle de vie.

Fabrication de biochar ou de compost



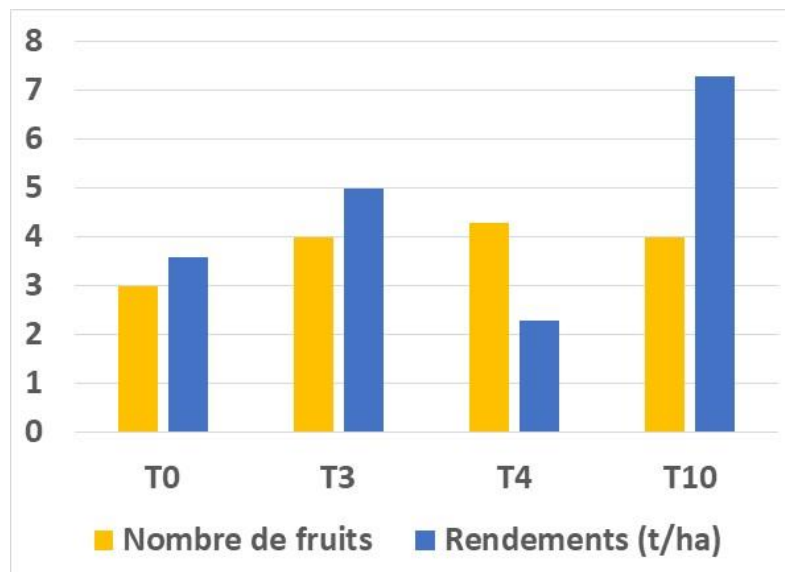
T0 : Témoin absolu sans fertilisant

T3 : Compost à base de résidus d'eucalyptus (30 t/ha)

T4 : Biochar à base de résidus d'eucalyptus (30 t/ha)

T10 : Compost à base de résidus de citronnelle +
eucalyptus (15 t/ha chacun) + décoction citronnelle

Résultat du test en milieu champ dans la production de tomates



Malgré le faible rendement du fait d'une pression forte de bioagresseurs dans le cycle de production, le traitement T10 composé d'un mélange de compost de citronnelle et d'eucalyptus enrichi avec le décocté de citronnelle donne la plus grande production de tomates. Le compost d'eucalyptus améliore légèrement la production.

ANNEXES

ANNEXE 1. Liste d'une centaine de plantes testées ou à potentiel pesticide

N°	Nom scientifique
1.	<i>Acacia nilotica</i>
2.	<i>Achillea millefolium</i>
3.	<i>Acorus calamus</i>
4.	<i>Aframomum melegueta</i>
5.	<i>Ageratum conyzoides</i>
6.	<i>Allium sativum</i>
7.	<i>Amaranthus sp.</i>
8.	<i>Anacadium sp.</i>
9.	<i>Annona muricata</i>
10.	<i>Argyranthemum frutescens</i>
11.	<i>Artemisia absinthium</i>
12.	<i>Artemisia santonicum</i>
13.	<i>Artemisia spicigera</i>
14.	<i>Artemisia vestita</i>
15.	<i>Azadirachta indica</i>
16.	<i>Balanites aegyptiaca</i>
17.	<i>Bauhinia purpurea</i>
18.	<i>Brideslia micrantha</i>
19.	<i>Caesalpinia gilliesii</i>
20.	<i>Calotropis procera</i>
21.	<i>Cannabis sativa</i>
22.	<i>Capsicum spp.</i>
23.	<i>Carica papaya</i>
24.	<i>Chenopodium ambrosioides</i>

25.	<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>
26.	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
27.	<i>Citrus aurantium</i>
28.	<i>Citrus limon</i>
29.	<i>Citrus maxima</i>
30.	<i>Cleome gynandra</i>
31.	<i>Clausena anita</i>
32.	<i>Combretum racemosum</i>
33.	<i>Coriandrum sativum</i>
34.	<i>Corymbia citriodora</i>
35.	<i>Croton lobatus</i>
36.	<i>Cucurbita pepo</i>
37.	<i>Curcuma longa</i>
38.	<i>Cymbopogon nardus</i>
39.	<i>Cymbopogon citratus</i>
40.	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>
41.	<i>Dalbergia lactea</i>
42.	<i>Daniellia oliveri</i>
43.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
44.	<i>Eucalyptus globulus</i>
45.	<i>Euonymus japonicus</i>
46.	<i>Eupatorium adenophorum</i>
47.	<i>Euphorbia balsamifera</i>
48.	<i>Euphorbia hirta</i>

49.	<i>Faidherbia albida</i>
50.	<i>Foeniculum vulgare</i>
51.	<i>Garcinia kola</i>
52.	<i>Hypnum cupressiforme</i>
53.	<i>Hyptis spicigera</i>
54.	<i>Hyptis suaveolens</i>
55.	<i>Jatropha curcas</i>
56.	<i>Khaya senegalensis</i>
57.	<i>Lantana camara</i>
58.	<i>Lawsonia inermis</i>
59.	<i>Leonotis nepetifolia</i>
60.	<i>Lippia citriodora</i>
61.	<i>Lippia multiflora</i>
62.	<i>Lonchocarpus cyanescens</i>
63.	<i>Melia azedarach</i>
64.	<i>Mentha arvensis</i>
65.	<i>Mentha longifolia</i>
66.	<i>Mentha piperita</i>
67.	<i>Mimosa pudica</i>
68.	<i>Mitracarpus scaber</i>
69.	<i>Moringa olifera</i>
70.	<i>Nicotiana tabacum</i>
71.	<i>Cassia nigricans</i>
72.	<i>Ocimum basilicum</i>
73.	<i>Ocimum canum</i>
74.	<i>Ocimum gratissimum</i>
75.	<i>Ocimum sanctum</i>
76.	<i>Parkia biglobosa</i>

77.	<i>Pentaclethra macrophylla</i>
78.	<i>Piper guineense</i>
79.	<i>Ricinus communis</i>
80.	<i>Rosmarinus officinalis</i>
81.	<i>Satureja hortensis</i>
82.	<i>Sclerocarya birrea</i>
83.	<i>Securidaca longipedunculata</i>
84.	<i>Senna alata</i>
85.	<i>Senna alexandrina</i>
86.	<i>Senna obtusifolia</i>
87.	<i>Senna tora</i>
88.	<i>Sideritis trojana</i>
89.	<i>Solanum delagoense</i>
90.	<i>Tagetes erecta</i>
91.	<i>Tagetes minuta</i>
92.	<i>Tephrosia vogelii</i>
93.	<i>Thespesia populnea</i>
94.	<i>Thymus vulgaris</i>
95.	<i>Tithonia diversifolia</i>
96.	<i>Trema orientalis</i>
97.	<i>Vernonia amygdalina</i>
98.	<i>Vitex negundo</i>
99.	<i>Xylopia aethiopica</i>
100.	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>
101.	<i>Zingiber officinale</i>

ANNEXE 2. LISTE DES COMMUNICATIONS DU FORUM

La modération a été assurée par Mr Martin Issa Bikienga, membre de collège Sciences Naturelles et Agricoles

THEME 1. CONNAISSANCES APPORTEES PAR LES ETUDES EXPERIMENTALES

• 1.1. TRAVAUX REALISES EN LABORATOIRE

L1

***Nesidiocoris tenuis* Reuter (1895) (Hemiptera : Miridae), un ennemi naturel crédible contre la mineuse envahissante *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) au Burkina Faso**

Mano Elias, Sawadogo W. Mathieu, Kambiré F. Cédric Ahissou B. Régis, Somda Irénée, Nacro Souleymane, Legrève Anne et Verheggen François

¹Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/ Laboratoire des Substances Naturelles et des Technologies des Produits Naturels et de l'Environnement (LABTECH-PRONE); BP 2393 Bobo Dioulasso, Burkina Faso

²University of Liege / Gembloux Agro-Bio Tech, TERRA, Gembloux, Belgium

³Université Nazi Boni / Institut du Développement Rural, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

⁴Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA Laboratoire central d'horticulture du Centre Régional d'excellence en fruits et légumes de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

⁵Université catholique de Louvain / Earth and Life Institute, Louvain-la-Neuve, Belgium

Personne de contact : Mano Elias, manoe2005@gmail.com

L2

Etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et extraits aqueux de *Schinus molle* L.

Konseimbo C. Florian, Slim Rouz, Yonli Djibril, Rym Jaouadi et Abdennacer Boulila

¹Université de Carthage, Département de Production Agricole, Ecole Supérieure d'agriculture de Mograne, 1121 Mograne, Zaghuan, Tunisie.

²Institut national de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA), 04 B.P. 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

³Institut national de recherche et d'analyse physico-chimique (INRAP), Ariana, tunis, Tunisie.

Personne de contact : Yonli Djibril, d.yonli313@gmail.com

L3

Procédures d'étude d'impacts par analyse de cycle de vie de formulations de biopesticides à base de plantes pour le maraîchage au Burkina Faso

Kaboré Hamidou¹, Soma Fousséni, Ramdé Tambi¹, Bougouma Moussa² et Bonou Lucien¹

¹LC2MM, Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

²LCME, Université Norbert Zongo, Koudougou, Burkina Faso

Personne de contact : Ramdé Tambi, ramde.tmb@gmail.com

L4

Essais *in vitro* d'huiles essentielles, d'extraits de plantes, de formulations sur *F. oxysporum* et *Alternaria solani*.

Kaboré W Caroline¹, Bonzi Schémaéza¹, Ouedraogo W-K. Igor²., Bonzi Coulibaly L. Yvonne³, Somda Irénée^{1,4}.

¹Laboratoire des Systèmes Naturels, Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (SyNAIE), Institut du Développement Rural, Burkina Faso

² Fondation 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso

³Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou

⁴Centre Universitaire de Gaoua, Burkina Faso

Personne de contact : Bonzi Schémaéza, ouakobonzi@yahoo.fr

L5

Utilisation des propriétés allélopathiques des plantes locales pour lutter contre *Striga hermonthica* au Burkina Faso

Yonli Djibril¹, Sawadogo/Ilboudo² T. Cathérine, Sourabié³, Traoré¹ Hamidou et Bonzi/Coulibaly L. Yvonne³

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Ouagadougou, Burkina Faso.

²Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso

³Unité de formation et de recherche en sciences de la vie et de la terre, Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

Personne de contact : Djibril Yonli, d.yonli313@gmail.com

L6

Evaluation toxicologique des huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Cymbopogon nardus* en vue de leur utilisation pour la formulation de biopesticides au Burkina Faso

Ilboudo Sylvain^{1,2}, Ouédraogo G. Geoffroy^{1,2}, Bazié B.V. E. Jean Téléphore¹, Sawadogo Ignace³, Dado K. Jean Noël^{1,2}, Moussa Ouédraogo⁴, Nébié Ch. H. Roger³ et Ouédraogo Sylvain¹

¹Institut de Recherche en Science de la Santé, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (IRSS/CNRST), Ouagadougou

²Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Génétique (LABIOGENE), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

³Département Substances Naturelles/IRSAT/CNRST, Burkina Faso

⁴Laboratoire de Développement du Médicament, Centre d'Excellence Africain de Formation, de Recherche et d'Expertises en Sciences du Médicament, (LADME/CEA-CFOREM), Ouagadougou, Burkina Faso.

Personne de contact : Ilboudo Sylvain, sylvain.ilboudo@gmail.com

• I.2. ESSAIS REALISES EN CHAMPS

C1

Evaluation de l'efficacité des extraits de deux plantes aromatiques sur des Champions phytopathogènes de la tomate au Burkina Faso.

Sédego K.J. Edouard¹, Ouédraogo Jean Claude W³, Sanon Elise¹, Kassankogno A. Itolo², Bonzi Coulibaly L. Yvonne³ et Sankara Philippe¹

¹ Laboratoire Biosciences, Equipe Phytopathologie et Mycologie tropicale, Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso.

² Programme Riz et Riziculture, INERA (Institut de l'Environnement et Recherches Agricoles), BP 910 Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

³Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Personne de contact : Sanon Elise, elise2014.sanon@gmail.com

C2

Développement d'une formulation biofongicide destinée au maraîchage à partir d'une combinaison d'extraits de plantes aromatiques

Ouédraogo Jean Claude W¹, Sédego K. J. Edouard², Kassankogno A. Itolou³, Sanon Elise², Magnini Seindira⁴, Gerbaux Pascal⁵ et Bonzi-Coulibaly L. Yvonne¹

¹Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

² Laboratoire Biosciences, Equipe Phytopathologie et Mycologie tropicale, Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso.

³ Programme Riz et Riziculture, INERA (Institut de l'Environnement et Recherches Agricoles), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

⁴ Département de Sociologie, Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

⁵Organic Chemistry Laboratory, Mass Spectrometry Center, University of Mons, Belgium

Personne de contact : Ouédraogo Jean Claude W., ouedraclaude@yahoo.fr

C3

Efficacité de biopesticide à base de graines de Neem seul ou en utilisation alternée avec un pesticide biologique ou chimique contre les ravageurs du chou au Burkina Faso

Bonzi Schémaéza¹, Son Diakalia¹, Sanou Fatoumata¹, Sankara Fernand¹ et Somda Irénée^{1,2}

¹Laboratoire des Systèmes Naturels, Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (SyNAIE), Institut du Développement Rural, Université Nazi Boni, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

²Centre Universitaire de Gaoua, Burkina Faso

Personne de contact : Bonzi Schémaéza, ouakobonzi@yahoo.fr

C4

Evaluation de l'activité antifongique de formulations biopesticides à base d'extraits de *Azadirachta indica* A. Juss., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. et de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, en production biologique de la tomate (*Solanum lycopersicum* (L.)) au centre du Burkina Faso.

Sawadogo Mathias¹, Pouya Mathias¹, Bonzi Schémaéza², Ouédraogo Jean Claude W³

¹INERA, CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso

²Laboratoire des Systèmes Naturels, Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (SyNAIE), Institut du Développement Rural, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

³Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso.

Personne de contact : Sawadogo Mathias, sawmath1985@gmail.com

C 5

Design et vérifications expérimentales de potentiels biopesticides de plantes locales en culture maraîchère : données de 2016, 2018 et 2022

Assétou Sankara¹, Jonas Mano¹, Benjamin Ouédraogo¹, Ouédraogo Jean Claude W.¹ et Yvonne L. Bonzi-Coulibaly¹

¹Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso.

Personne de contact : Ouédraogo Jean Claude W., ouedraclaude@yahoo.fr

THEME 2. PERSPECTIVES DE VALORISATION DE PRODUITS LOCAUX D'INTERET, D'INTEGRATION DE SAVOIRS ENDOGENES ET DE DEVELOPPEMENT DE PARTENARIATS INNOVANTS POUR LA MISE A L'ECHELLE

PV1

Potentialités des biopesticides d'origine végétale en culture maraîchère au Burkina Faso

Drabo F Samuel¹, Romba Rahim¹, Bassolé I. H. Nestor¹ et Gnankiné Olivier¹

¹Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR-SVT), Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

Personne de contact : Drabo Samuel Fogné, samdrb226@gmail.com

PV2

Chimiodiversité de plantes locales, choix des espèces pour une application biopesticide durable dans le maraîchage

Bonzi-Coulibaly L. Yvonne¹, Sankara Assétou¹ et Ouédraogo Jean Claude W.¹

¹Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

Personne de contact : Bonzi-Coulibaly L. Yvonne, yvonne.bonzi@yahoo.fr

PV3

Stratégie de recherche des molécules biopesticides d'origine végétale : Acquis du projet BIORAF-MA

Ouédraogo W. K. Igor¹, Ouattara Bassalia¹, Gerbaux Pascal², Ouédraogo Jean Claude W.³ et Bonzi Coulibaly L. Yvonne³

¹ Fondation 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso

²Organic Chemistry Laboratory, Mass Spectrometry Center, University of Mons, Belgium

³Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

Personne de contact : Ouédraogo W. K. Igor, igor.ouedraogo@2ie-edu.org

PV4

Acquis et défis de la démarche qualité : Etude de cas sur la recherche de formulations biopesticides dans le programme BUF-01

Ouédraogo Jean Claude W.¹, Sankara Assétou¹ et Bonzi Coulibaly L. Yvonne¹.

¹Laboratoire de Chimie Analytique, Environnementale et Bio-Organique (LCAEBIO), Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

Personne de contact : Ouédraogo Jean Claude W., ouedraclaude@yahoo.fr



•

L'un des défis majeurs de l'agriculture durable au Burkina Faso est la production et l'utilisation à grande échelle des bio-intrants adaptés aux différentes zones agroclimatiques.

Dans le cadre de l'Offensive agro-pastorale et halieutique 2023-2025, le Gouvernement Burkinabè vise la souveraineté alimentaire à l'horizon 2025.

Pour lutter contre les bioagresseurs* dans la production agricole, le **Conseil National de l'Agriculture Biologique** au Burkina Faso (**CNABio**) promeut des traitements phytosanitaires durables et a mis en place le système de certification biologique SPG (Système Participatif de Garantie).

De son côté, l'**Académie Nationale des Sciences, des Arts et des Lettres du Burkina Faso (ANSAL-BF)**, est engagée dans la mobilisation de tous les savoirs pour le développement socio-économique du pays.

Elle accompagne fortement l'initiative de diffusion des résultats de recherche auprès des bénéficiaires que sont les producteurs et les consommateurs.



Professeur Yvonne Bonzi-Coulibaly, la coordinatrice scientifique de l'ouvrage est une chimiste enseignante-chercheuse de l' Université Joseph Ki-Zerbo jusqu'en 2023.

Ses recherches concernent la synthèse de composés organiques, l'étude de composés naturels d'origine végétale, l'évaluation de la pollution par les pesticides au Burkina Faso et le développement de biopesticides à base de plantes locales. Les résultats obtenus ont fait l'objet de plusieurs mémoires d'étudiants, de communications scientifiques, de publications et de rencontres scientifiques à l'échelle nationale et internationale.

Pr Bonzi s'investit fortement dans la formation en méthodologie de recherche et en communication scientifique ainsi que dans la sensibilisation pour l'équité du genre en science.

Lauréate du Prix scientifique Kwamé N'krumah de l'Union Africaine en 2013 dans le domaine des sciences fondamentales, de la technologie et de l'innovation ; elle est membre fondateur de l'ANSAL-BF.

