

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA

JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

ORLÉANS – 3,4, ET 5 DÉCEMBRE 2019

**EFFET INHIBITEUR DES EXTRAITS DES FEUILLES DE TROIS PLANTES (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*,
BAMBUSA VULGARIS ET *TECTONA GRANDIS*) SUR DEUX ADVENTICES MAJEURES (*AGERATUM*
CONYZOIDES ET *DIGITARIA HORIZONTALIS*) DES CULTURES DE MAÏS DANS LA LOCALITE D'ANYAMA
EN BASSE COTE D'IVOIRE**

T. KONE ; A. MANGARA ; M. KONE

UFR des Sciences de la Nature

Laboratoire de Botanique

Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire)

02 BP 801 Abidjan 02

RESUME

Dans le but de rechercher des herbicides biologiques, *Anacardium occidentale*, *Bambusa vulgaris* et *Tectona grandis* ont été utilisées pour tester leur capacité inhibitrice sur la germination des semences et le développement des plantules de *Ageratum conyzoides* et *Digitaria horizontalis*, deux adventices majeures des cultures de maïs dans la localité d'Anyama en basse Côte d'Ivoire et sur les grains de maïs. Les extraits des feuilles de ces trois espèces utilisés à différentes concentrations, ont été testés sur les semences de ces adventices et du maïs. Les résultats ont montré que ces extraits inhibent la germination des semences et le développement des racines des plantules de ces adventices. L'effet d'inhibition augmente lorsque la concentration des extraits augmente. L'extrait de *Bambusa vulgaris*, en plus de son effet inhibiteur sur les adventices a favorisé la stimulation de la germination des grains de maïs.

Mots clés : Inhibition, germination, extrait des feuilles, mauvaise herbe

SUMMARY

In order to search for biological herbicides, *Anacardium occidentale*, *Bambusa vulgaris* and *Tectona grandis* were used to test their inhibitory ability on seed germination and seedling development of *Ageratum conyzoides* and *Digitaria horizontalis*, two main weeds in maize crop in Anyama locality in lower Côte d'Ivoire and on corn seeds. The leaf extracts of these three species used at different concentrations, were tested on the seeds of these weeds and corn. The results showed that these extracts inhibit seed germination and root development of seedlings of these weeds. The inhibiting effect increases as the concentration of the extracts increases. *Bambusa vulgaris* extract, in addition to its inhibitory effect on weeds, enhance the stimulation of germination of corn seeds.

Keywords: Inhibition, germination, leaf extract, weed

INTRODUCTION

L'agriculture occupe deux tiers de la population mondiale et procure l'essentiel de l'alimentation des hommes et des animaux (Sanogo, 2008). Elle représente une part importante de l'économie de tous les pays africains où elle joue un rôle primordial dans la résolution des priorités continentales que sont l'éradication de la pauvreté et de la famine, la dynamisation du commerce et l'industrialisation. Afin de garantir la sécurité alimentaire face à la démographie galopante observée dans le monde, plusieurs efforts ont été effectués dans l'amélioration des productions agricoles.

Le maïs est la céréale la plus cultivée au monde en termes de quantité, devant le blé et le riz (Akanvou, 2006). Avec une production moyenne annuelle d'environ 654 738 t, pour une superficie totale de 327 800 ha, le maïs est en Côte d'Ivoire la céréale la plus cultivée après le riz (Akanvou *et al*, 2011). Le maïs est donc une production rémunératrice car, depuis les années 60, la production et surtout les superficies n'ont cessé d'évoluer (Akanvou, 2006). Cependant, les mauvaises herbes constituent un sérieux problème pour la production agricole. Dans certaines localités, les adventices sont, après l'eau, le second facteur limitant de la production agricole (Hernandez, 1978) et leur pression est parfois telle qu'un retard de désherbage d'une quinzaine de jours après le semis entraîne une perte de plus de 50% des cultures (Fontanel, 1993). Ainsi, les céréales sont soumises à une forte compétition des mauvaises herbes qui causent de lourdes pertes de rendement et de la qualité des récoltes (Brunel et Tison, 2005).

Les principales méthodes de gestion des mauvaises herbes s'offrant aux producteurs sont les désherbages mécanique, manuel et chimique. Les herbicides de synthèse utilisés pour le désherbage chimique peuvent contribuer à la pollution des écosystèmes, à une augmentation du risque pour la santé de ses utilisateurs, à une toxicité des produits agricoles et à l'apparition de résistances chez certaines populations de mauvaises herbes (Swanton et Weise, 1991).

Ainsi, l'amélioration de la gestion des mauvaises herbes des cultures céréalières par les herbicides de synthèse est confrontée à de nombreux problèmes d'ordre agronomique, sanitaire, environnemental et réglementaire. Fondamentalement, la remise en cause de l'utilisation des produits phytosanitaires pour désherber provient de la prise de conscience de leur dangerosité tant pour l'homme que pour l'environnement. Ces inconvénients ont amené depuis quelques années les scientifiques à accroître la connaissance des adventices et à envisager des méthodes de lutte soucieuses de l'environnement. En effet, les efforts se sont concentrés vers la recherche d'alternatives à la lutte chimique. C'est le cas des méthodes biologiques. Nous avons le cas du potentiel qu'ont certaines plantes à produire des substances chimiques capables d'inhiber le développement de certaines adventices. En effet, de nombreuses espèces végétales synthétisent et relâchent dans l'environnement des molécules capables d'influencer la germination et la croissance des plantes croissant dans leur voisinage (Macias *et al*, 2004). L'interaction entre plantes par l'intermédiaire de molécules chimiques, phénomène connu sous le nom d'allélopathie, suscite actuellement un intérêt grandissant. Une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait offrir des perspectives intéressantes pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées et ainsi contribuer à diminuer l'utilisation d'herbicides de synthèse. Cette méthode de lutte biologique est intéressante sur le plan agronomique et environnemental dans la mesure où elle repose sur des substances naturelles donc biodégradables et sans effet résiduel.

Les plantes allélopathiques sont la source d'une large diversité de substances chimiques, qui pourraient être exploitées comme nouveaux herbicides et permettre de résoudre des problèmes de pollution et de résistance qui pourraient apparaître chez certaines adventices.

C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée pour tester l'effet allélopathique des extraits hydro- alcooliques d'*Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae), *Bambusa vulgaris* Schrad. (Poaceae) et *Tectona grandis* L. (Verbenaceae) sur la germination et le développement des semences du maïs et certaines adventices.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. MATERIEL

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de semences et plants de maïs et d'adventices, puis de feuilles de *A. occidentale*, *B. vulgaris* et *T. grandis*.

1.2. METHODES

1.2.1. Détermination des mauvaises herbes agressives des cultures de maïs

➤ Inventaire floristique

Un inventaire est effectué dans les parcelles culturales de maïs en utilisant comme aire de relevé 100 m².

➤ Contribution spécifique due à la fréquence de chaque espèce $C_s F(e)$

La contribution spécifique est l'expression de la contribution qu'une espèce peut apporter à une végétation donnée à partir de sa fréquence absolue. Elle se calcule par la formule proposée par Daget et Godron (1982):

$$C_s F(e) = \frac{FS(e)}{\sum_1^n FS} \times 100$$

Où $F(e)$ est la fréquence absolue de l'espèce (e) et $\sum FS$ la somme des fréquences absolues de toutes les espèces recensées (n). Cette expression traduit l'agressivité des espèces (Daget et Godron, 1982).

- Lorsque : $C_s F(e) < 1 \%$, les adventices sont à effet agressif plus ou moins négligeable ;
- Lorsque $1\% < C_s F(e) < 4 \%$, les adventices sont à effet agressif élevé ;
- Lorsque $C_s F(e) > 4 \%$, les adventices sont à effet très agressif.

Ainsi, les adventices dont $C_s F(e) > 4 \%$, ont été considérées comme les plus agressives à la culture.

➤ Enquêtes

Pour déterminer les adventices dommageables aux cultures de maïs, une enquête sera réalisée auprès des producteurs de maïs de la localité d'étude. Elle va consister en un entretien direct, à l'aide d'un questionnaire. Chaque producteur sera invité à citer les adventices dommageables à sa culture.

➤ Traitement des données

La fréquence de citation sera calculée pour chacune des espèces inventoriées. Celle-ci correspond au rapport du nombre de citations de la plante par le nombre total de personnes interrogées. Ce paramètre permet d'évaluer la crédibilité des informations reçues, ainsi que le niveau de connaissances des plantes par la population enquêtée.

➤ Choix des adventices à étudier

En utilisant la fréquence de citation comme premier critère de sélection, une analyse des relevés floristiques est réalisée pour confirmer les résultats d'enquêtes. Ainsi, *Ageratum conyzoides* et *Digitaria horizontalis* ont été sélectionnées pour tester les extraits hydro- alcooliques des plantes testées. Ces adventices ont également été citées comme problématiques dans certaines cultures vivrières (Di Castri, 1990; Fenni, 2003; Tanji, 2005). Toutes ces informations soutiennent le choix de ces deux adventices.

1.2.2. Evaluation de l'effet d'extraits hydro-alcooliques

1.2.2.1. Sélection des espèces à activité inhibitrice

Parmi des espèces susceptibles de produire des effets allélopathiques, la sélection de celles à étudier a été effectuée en tenant compte des informations issues des observations de terrain et de la recherche bibliographique (Alqasim *et al.*, 2015 ; Krishnananda et Ramakrishna, 2016 ; Moses et Labunmi, 2015). Les espèces à retenir doivent être courantes, abondantes et disponibles à tout moment. De plus, l'utilisation des organes de ces plantes à des fins herbicides ne devrait pas nuire leurs autres usages. A la suite de ces analyses, trois espèces que sont *A. occidentale*, *B. vulgaris* et *T. grandis* ont été retenues pour l'étude.

1.2.2.2. Préparation du matériel végétal

Les feuilles subissent plusieurs processus avant l'obtention des extraits. Ce sont les étapes suivantes :

- **Séchage** : Les feuilles sont débarrassées des impuretés, lavées à l'eau courante, séchées à température ambiante, à l'abri du soleil et de la lumière. Les échantillons sont étalés dans une chambre aérée sur du papier journal pendant 45 à 60 jours pour un meilleur séchage. Les plus saines sont ensuite triées.

- **Broyage** : Une fois séchées, les feuilles sont découpées puis broyées en poudre fine. Le broyat constitue le matériel végétal final destiné à la préparation des extraits.

1.2.2.3. Préparation des extraits des feuilles par macération à l'éthanol

La macération éthanolique obéit au protocole de Bouharb *et al*, (2014) avec modifications. Suivant ce protocole, 100 g de poudre de plante sont macérés dans un litre de solvant (700 ml d'éthanol + 300 ml d'eau distillée), pendant 20 min dans un Blender à température ambiante du laboratoire. Les espèces chimiques sont ainsi extraites de la poudre des feuilles et se dissolvent dans l'éthanol et l'eau. Ensuite, une filtration à l'aide de papier filtre est effectuée pour séparer la phase liquide contenant l'éthanol, l'eau et les espèces chimiques, de la phase solide contenant la poudre des feuilles. La solution extraite est soumise à évaporation par rotavapor à 40 °C pour chasser l'eau et l'éthanol. Les extraits ainsi obtenus sont conservés dans des flacons en verre, à l'abri de la lumière à 4°C. Les extraits sont préparés deux à trois jours avant les tests de germination afin d'éviter d'éventuelles contaminations.

1.2.2.4. Choix des concentrations des extraits

Quatre concentrations sont choisies et un témoin constitué d'eau distillée. Les extraits sont dilués ou non afin d'obtenir les concentrations suivantes : 25 %, 50 %, 75 % et 100 % (tableau I)

Tableau I : Différentes concentrations de l'extrait
Different concentrations of the extract

C %	Témoin (0%)	25%	50%	75%	100%
Extrait mère	0 ml	25 ml	50 ml	75 ml	100 ml
Eau distillée	100 ml	75 ml	50 ml	25 ml	0 ml

1.2.2.5. Constitution des lots expérimentaux

L'essai est mis en place suivant un dispositif en trois blocs de trois lots chacun. Chaque bloc est défini par une plante test (une adventice ou le maïs). Chaque lot défini par une plante testée comprend 5 traitements (témoin + les différentes concentrations) et trois répétitions. Chaque traitement est réalisé par l'application de l'eau distillée ou d'un extrait à une concentration donnée soit l'extrait à 100%, 75%, 50% ou à 25%.

1.2.2.6. Tests de germination des semences de mauvaises herbes et du maïs

Tests de vérification de germination

Dans le but d'obtenir des taux maximaux de germination et de choisir une durée moyenne pour les tests de germination, des tests préliminaires de germination sont réalisés. Les graines de maïs, de *A. conyzoides* et de *D. horizontalis* sont soumises à ces tests. Deux boîtes de Pétri sont utilisées pour chaque espèce. Vingt graines de chaque espèce sont déposées sur du coton hydrophile imbibé de 5 ml d'eau distillée. La germination des graines est suivie chaque jour pendant dix jours. Au 8ème jour du test, les graines germées ont développé une radicule (coléorhize) et une tigelle (coléoptile). Au bout de 10 jours, les racines ont commencé à dessécher. Toutes les graines ont présenté un taux de germination supérieur ou égale à 80 %. Ces tests préliminaires ont permis d'établir la durée des tests finaux de germination à 10 jours.

Les tests réels de germination

Douze boîtes de Pétri sont utilisées pour l'extrait hydro-alcoolique et trois boîtes pour le témoin. Cinq ml de l'extrait considéré est introduit dans chaque boîte de Pétri et 5 ml d'eau distillée dans celle du témoin, toutes contenant 20 graines de chaque plante test. Des arrosages sont faits chaque 2 jours avec 2 ml de chaque solution initiale. Pendant dix jours, le nombre de graines germées dans chaque boîte de Pétri est compté quotidiennement.

1.2.2.7. Paramètres agronomiques étudiés

1.2.2.7.1. Taux de germination des semences

Après dix jours de suivi, le taux de germination (TG) des graines de chaque espèce dans chaque boîte est déterminé. La graine qui développe une tigelle et une racicule est considérée comme germée. Le nombre de graines germées est compté dans chaque boîte de Pétri tous les jours pendant 10 jours. Le taux de germination est estimé par la formule suivante :

$\text{Taux de germination (TG \%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines semées}} \times 100$
--

1.2.2.7.2. Longueurs des racines et des parties aériennes

Après dénombrement des graines germées durant 10 jours après semis, les longueurs de la partie aérienne (LPA) et de la partie racinaire (LR) de chaque plantule ont été mesurées.

1.2.3. Analyse qualitative des phytoconstitués

1.2.3.1. Recherche d'Alcaloïdes

Le test est effectué sur des réactions de précipitation avec le révélateur des alcaloïdes qui est le réactif de Dragendorff. Six ml de chaque extrait végétal évaporés à sec a été complété par 6 ml d'alcool à 70°. Deux gouttes de réactif de Dragendorff indiquent la présence d'alcaloïdes par l'apparition d'un précipité ou d'une coloration orangée.

1.2.3.2. Recherche des Coumarines

1,5 ml de NH_4OH à 10 % sont ajoutés dans 2 tubes à essai contenant chacun 5 ml d'extrait chauffés au bain marie jusqu'à ébullition. Après refroidissement, 4 ml d'eau distillée sont ajoutés dans chaque tube à essai. La réaction est positive lorsque le tube est transparent ou plus transparent que le tube à essai témoin (sans solution alcaline).

1.2.3.3. Recherche des polyphénols (réaction par le chlorure ferrique)

La présence de polyphénols est testée par l'ajout de deux gouttes de solution alcoolique de chlorure ferrique à 2 % dans un tube à essais contenant 2 ml de chaque extrait végétal. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre ou verte plus ou moins foncée montre la présence de composés phénoliques.

1.2.3.4. Recherche des Terpenoïdes

Ils sont mis en évidence par l'ajout de 2 ml de CHCl_3 , 1 ml d'anhydride acétique et 1 ml d'acide sulfurique concentré aux différents extraits. L'apparition d'une coloration violette indique leur présence.

1.2.3.5. Recherche des tanins

1.2.3.5.1. Test de tanins catéchiques (le réactif de STIASNY)

Pour réaliser ce test, 15 ml de réactif de Stiasny sont ajoutés à 5 ml de chaque extrait végétal. Le mélange est maintenu au bain-marie à 80°C pendant 30 min, puis refroidi sous un courant d'eau. L'observation de gros précipités floconneux indique la présence de tanins catéchiques.

1.2.3.5.2. Recherche de tanins galliques

A la solution précédente, filtrée et saturée d'acétate de sodium, sont ajoutées 3 gouttes de chlorure ferrique à 2%. L'apparition d'une coloration bleue noire intense indique la présence de tanins galliques.

1.2.3.6. Recherche des Flavonoïdes

Le test consiste à ajouter 2 ml d'extrait à 1ml de NaOH, qu'on laisse agir pendant 5 min. L'observation d'une coloration jaune intense indique la présence de flavonoïdes. L'ajout de 2 gouttes d'une solution d'acide diluée permet la persistance de la coloration.

1.2.3.7. Recherche des Saponines

Un peu d'eau est ajoutée à 1 ml d'extrait, puis le mélange, fortement agité est laissé au repos pendant 15 min. La persistance de mousse d'au moins 1 cm d'épaisseur pendant 15 min, indique la présence de saponosides.

1.2.3.8. Recherche des Stéroïdes

Les extraits sont dissous dans 1 ml de chloroforme. Puis, 1 ml d'acide sulfurique concentré y est ajouté. Un test positif est révélé par l'apparition d'une couche supérieure rouge.

1.2.4. Analyse statistique des données

L'analyse utilisée est l'ANOVA appliquée aux blocs aléatoires complets pour les paramètres relatifs aux longueurs de la racine et de la partie aérienne des plantules, au taux de germination des graines des plantes tests. L'ANOVA, sur chacun des caractères étudiés est effectuée pour les différents traitements. La normalité de la distribution des données est vérifiée en utilisant le test de Levene. Le test de la pps au seuil de signification de 5% a été utilisé pour séparer les moyennes. Le logiciel Statistica 7 a été utilisé pour les différentes analyses.

2. RESULTATS

2.1. Adventices majeures des cultures de maïs

2.1.1. Fréquence de citation des espèces répertoriées lors des enquêtes

La fréquence de citation des adventices par 60 producteurs de maïs, montre que *A. conyzoides* et *D. horizontalis* ont été les plus citées comme problématiques dans leurs champs, avec une fréquence de citation respectivement de 25 % et 15%.

2.1.2. Fréquence des adventices

Le recensement a permis d'inventorier 72 espèces dont 16 ont présenté une fréquence supérieure ou égale à 50 %. Les deux espèces les plus fréquentes sont *A. conyzoides* (78 %) et *D. horizontalis* (70 %).

2.1.3. Contribution spécifique due à la fréquence de chaque espèce (CSF)

Le calcul de la CSF a permis d'identifier les espèces les plus agressives sur les cultures de maïs de la zone d'étude. Sur 72 espèces inventoriées, 41 ont une contribution spécifique (CSF) supérieure à 1. Parmi celles-ci, 8 espèces ont une CSF supérieure à 3. Ce par ordre décroissant : *A. conyzoides* (6,01), *D. horizontalis* (5,43), *Spermacoce latifolia* (3,42), *Phyllanthus amarus* (3,34), *Eleusine indica* (3,32), *Pueraria phaseoloides* (3,32), *Croton hirtus* (3,2) et *Calopogonium mucunoides* (3,07). Parmi toutes ces espèces agressives, *A. conyzoides* et *D. horizontalis* sont qualifiées de très agressives, car leurs CSF > 4.

2.2. Effet des extraits sur les taux de germination, longueurs des tigelles et racicules de *A. conyzoides*

Excepté *A. occidentale*, les extraits hydro-alcooliques des deux autres espèces de l'étude (*B. vulgaris* et *T. grandis*) ont présenté une inhibition totale de la germination des graines d'*A. conyzoides* et cela aux concentrations de 50 %, 75 % et 100 %. A la concentration de 25 %, les semences ont toutes germé avec des taux faibles (de $18,33 \pm 5,77$ à $33,33 \pm 2,89$ %). Cette dernière valeur représentant le taux de germination le plus élevé est observée chez *A. occidentale*. Ici, c'est *T. grandis* qui présente les plus fortes croissances des parties aériennes et souterraines avec respectivement $0,34 \pm 0,03$ cm et $0,27 \pm 0,04$ cm (Tableau II).

Tableau II. Effet des extraits de *T. grandis*, *B. vulgaris* et *A. occidentale* sur le taux de germination (TG), la longueur de la partie aérienne (LPA) et la longueur de la partie racinaire (LR) de *A. conyzoides*
Effect of *T. grandis*, *B. vulgaris* and *A. occidentale* extracts on the germination rate (TG), the length of the aerial part (LPA) and the length of the root part (LR) of *A. conyzoides*.

Traitements		Paramètres étudiés		
Extraits	Concentration	TG	LPA	LPR
Témoin	0 %	86,67 ± 2,89	1,71 ± 0,33	1,87 ± 0,24
<i>T. grandis</i>	25 %	25 ± 5,65 ^b	0,34 ± 0,03 ^a	0,27 ± 0,04 ^a
<i>B. vulgaris</i>	25 %	18,33 ± 5,77 ^c	0,29 ± 0,02 ^b	0,26 ± 0,04 ^a
<i>A. occidentale</i>	25 %	33,33 ± 2,89 ^a	0,30 ± 0,00 ^b	0,22 ± 0,01 ^b
<i>T. grandis</i>	50 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>B. vulgaris</i>	50 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>A. occidentale</i>	50 %	11,66 ± 2,89 ^d	0,22 ± 0,01 ^c	0,18 ± 0,02 ^c
<i>T. grandis</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>B. vulgaris</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>A. occidentale</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>T. grandis</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>B. vulgaris</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
<i>A. occidentale</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^d	0 ± 0,00 ^d
F		8,59	67,67	33,52
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001

2.3. Effet des extraits sur les taux de germination, longueurs des tigelles et racicules de *D. horizontalis*

Les extraits hydro- alcooliques de *T. grandis* et *B. vulgaris*, purs (100 %) et dilués à 50 % et 75 % ont provoqué une inhibition totale de la germination des graines de *D. horizontalis*. A 25 %, tous les extraits ont permis la germination des semences de *D. horizontalis*. Quoique faible, le meilleur taux de germination est à attribuer à *A. occidentale* avec 28,33 ± 5,77 %. Les 3 extraits ont eu un effet significatif sur la germination des graines de *D. horizontalis* ($P < 0,001$).

Concernant la croissance des plantules, les plus grandes longueurs de tigelle et de racicule ont été obtenues au niveau des lots traités par l'extrait de *A. occidentale* pour les tigelles (0,34 ± 0,03 cm) et *B. vulgaris* pour les racicules 0,41 ± 0,11 cm (Tableau III). Ainsi, la croissance des plantules de *D. horizontalis* est significativement affectée par les 3 extraits ($P < 0,001$).

Tableau III. Effet des extraits de *T. grandis*, *B. vulgaris* et *A. occidentale* sur le taux de germination (TG), les longueurs de la partie aérienne (LPA) et de la partie racinaire (LR) de *D. horizontalis*

Effect of *T. grandis*, *B. vulgaris* and *A. occidentale* extracts on the germination rate (TG), the length of the aerial part (LPA) and the root part (LR) of *D. horizontalis*

Traitements		Paramètres étudiés		
Extraits	Concentration	TG	LPA	LPR
-	0 %	78,33 ± 2,88	1,25 ± 0,04	1,92 ± 0,04
<i>T. grandis</i>	25 %	11,66 ± 2,89 ^c	0,25 ± 0,2 ^c	0,20 ± 0,03 ^b
<i>B. vulgaris</i>	25 %	15 ± 8,66 ^b	0,32 ± 0,411 ^b	0,41 ± 0,11 ^a
<i>A. occidentale</i>	25 %	28,33 ± 5,77 ^a	0,34 ± 0,03 ^a	0,22 ± 0,02 ^b
<i>T. grandis</i>	50 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>B. vulgaris</i>	50 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>A. occidentale</i>	50 %	9,66 ± 2,89 ^d	0,23 ± 0,19 ^d	0,19 ± 0,04 ^b
<i>T. grandis</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>B. vulgaris</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>A. occidentale</i>	75 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>T. grandis</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>B. vulgaris</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
<i>A. occidentale</i>	100 %	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^e	0 ± 0,00 ^c
F		5,067	16,686	17,361
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001

2.4. Effet des extraits sur les taux de germination, longueurs des tigelles et racicules du maïs

On observe des taux de germination différents selon les extraits utilisés. Concernant *B. vulgaris*, quel que soit la concentration des extraits utilisés, le taux de germination des grains de maïs observé est maximal, soit au même titre que le témoin (l'eau). Par contre, concernant les 2 autres espèces (*T. grandis* et *A. occidentale*), le taux de germination est faible, et il baisse lorsque la concentration des extraits augmente. Pour *T. grandis*, ce taux passe de 53,33 ± 7,64 à 31,67 ± 10,41 %, tandis que pour *A. occidentale*, ce taux varie de 45 ± 5,65 à 11,67 ± 2,89 %. Ainsi, les extraits de *T. grandis* et *A. occidentale* à l'état pur ou dilué ont un effet inhibiteur significatif sur la germination des graines de maïs.

Concernant la croissance des plantules de maïs, les plus grandes longueurs de tige et de racine ont été obtenues au niveau des lots traités par l'extrait de *B. vulgaris* pur (100%) avec les valeurs de 20,42 ± 0,35 cm pour la partie aérienne et 24,15 ± 0,42 cm pour la partie racinaire. Ces valeurs respectives sont statistiquement identiques pour l'une et plus élevées pour l'autre, que celles du témoin. Les extraits de *T. grandis* et *A. occidentale* montrent des taux d'accroissement qui diminuent lorsque la concentration augmente. La croissance du maïs est significativement affectée par les extraits de ces 2 espèces, *A. occidentale* étant la plus inhibitrice.

Tableau IV: Effet des extraits de *T. grandis*, *B. vulgaris* et *A. occidentale* sur le taux de germination (TG), la longueur de la partie aérienne (LPA) et la longueur de la racine (LR) du maïs
Effect of *T. grandis*, *B. vulgaris* and *A. occidentale* extracts on the germination rate (TG), the length of the aerial part (LPA) and the length of the root part (LR) of corn

Traitements		Paramètres étudiés		
Extraits	concentration	TG	LPA	LPR
Témoin	0 %	100,00 ± 0,00 ^a	18,57 ± 0,55 ^a	20,87 ± 0,75 ^b
<i>T. grandis</i>	25 %	53,33 ± 7,64 ^b	7,13 ± 0,73 ^d	9,50 ± 0,72 ^e
<i>B. vulgaris</i>	25 %	100,00 ± 0,00 ^a	11,27 ± 1,43 ^c	15,33 ± 0,65 ^d
<i>A. occidentale</i>	25 %	45,00 ± 5,65 ^c	3,678 ± 1,06 ^e	2,39 ± 0,28 ^g
<i>T. grandis</i>	50 %	35,00 ± 5,00 ^d	4,85 ± 1,04 ^e	5,87 ± 0,14 ^f
<i>B. vulgaris</i>	50 %	100,00 ± 0,00 ^a	15,57 ± 2,24 ^b	17,41 ± 1,24 ^c
<i>A. occidentale</i>	50 %	26,66 ± 5,77 ^e	1,79 ± 0,23 ^g	1,41 ± 0,45 ^g
<i>T. grandis</i>	75 %	35,00 ± 8,66 ^d	1,23 ± 0,76 ^g	3,17 ± 0,81 ^g
<i>B. vulgaris</i>	75 %	100,00 ± 0,00 ^a	17,67 ± 1,92 ^a	19,96 ± 1,96 ^b
<i>A. occidentale</i>	75 %	20,00 ± 5,00 ^f	0,61 ± 0,11 ^h	0,70 ± 0,19 ^h
<i>T. grandis</i>	100 %	31,67 ± 10,4 ^d	0,39 ± 0,21 ^h	0,94 ± 0,24 ^h
<i>B. vulgaris</i>	100 %	100,00 ± 0,00 ^a	20,42 ± 0,35 ^a	24,15 ± 0,42 ^a
<i>A. occidentale</i>	100 %	11,67 ± 2,89 ^g	0,33 ± 0,08 ^h	0,37 ± 0,05 ^h
F		5,527	33,408	66,883
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001

3. Réactions de caractérisation des composés chimiques recherchés dans les extraits

Le tableau ci-dessous donne les résultats des réactions

Tableau V. Réactions de caractérisation des composés chimiques recherchés dans les extraits des feuilles de *A. occidentale*, *B. vulgaris* et *T. grandis*

Characterization reactions of desired chemical compounds in leaf extracts of *A. occidentale*, *B. vulgaris* and *T. grandis*

(+) Présence, (-) Absence,

Espèce végétale	Composés chimiques							
	Alcaloïdes	Coumarines	Saponines	Stéroïdes	Flavonoïdes	Polyphénols	Tanins catéchiques	Tanins galliques
X	-	+	+	+	+	-	-	+
Y	-	-	+	+	+	-	+	-
Z	+	+	+	+	+	+	+	+

X= *A. occidentale* ; Y= *B. vulgaris* ; Z= *T. grandis*

DISCUSSION

Ce travail met en évidence, l'existence de phénomènes allélopathiques chez les végétaux en conditions expérimentales. Il confirme la présence de composés allélochimiques dont l'action peut s'exercer dans des conditions naturelles.

Principales adventices du maïs dans le secteur d'Anyama

La synthèse des données relevés - enquêtes a permis de révéler deux adventices majeures de la culture de maïs dans la localité d'Anyama que sont *A. conyzoides* et *D. horizontalis*. Ces deux espèces sont d'après les producteurs difficiles à combattre et régénèrent facilement après sarclage en période de pluie. Elles sont préjudiciables aux cultures à cause de leur précocité surtout pendant le premier mois du cycle cultural (Chopart, 1981). Pour le Bourgeois et Merlier (1995), la forte présence

de *D. horizontalis* dans les cultures est liée à sa capacité à se développer sur presque tous les types de sol. Aussi, cette espèce annuelle se reproduit par graines avec un potentiel semencier estimé à 12000 graines par plante (Akobundu, 1987). Ses graines germant de préférence à la surface du sol, un labour suffit pour déclencher leur germination. Cette pratique ramène à la surface les semences des adventices enfouies à des profondeurs défavorables à leur germination. L'espèce a aussi la capacité de se multiplier par bouturage pendant la saison pluvieuse.

A. conyzoides par contre, est une espèce annuelle qui se reproduit uniquement par graines et un pied peut produire jusqu'à 40000 graines (Holm *et al*, 1977). La dispersion de ses semences est facilitée par l'eau et le vent, et la moitié de celles-ci est capable de germer juste après la dissémination (Le Bourgeois et Merlier, 1995).

Effet des extraits foliaires des plantes testées sur *A. conyzoides*, *D. horizontalis* et le maïs

A. occidentale, *B. vulgaris* et *T. grandis* contiennent des inhibiteurs de germination. Cela pourrait justifier leur faible associabilité observée dans la nature. En effet, à proximité de ces espèces, le développement d'autres plantes semble être difficile. Ces espèces contiendraient selon Benaïcha (2008), des substances allélochimiques à action inhibitrice.

L'action des extraits de *A. occidentale* et *T. grandis* à 100%, 75% ou 50% sur *A. conyzoides*, *D. horizontalis* et le maïs, se traduit par une inhibition plus ou moins marquée de la germination des graines et de la croissance des plantules. Cette action inhibitrice s'est révélée très souvent plus forte sur les adventices que sur le maïs. Une constatation similaire avait été faite par Rizvi *et al*, (1980) concernant l'effet de l'extrait de *Coffea arabica* sur *Amaranthus spinosus* (adventice) et *Phaseolus mungo* (plante cultivée). La résistance de certaines plantes cultivées à l'action inhibitrice des extraits serait due selon Evenari (1957), à une perte plus ou moins grande de leur sensibilité aux inhibiteurs naturels lors du processus de leur domestication.

Les extraits de *T. grandis*, *B. vulgaris* et *A. occidentale* dilués à 25 %, ont montré un faible taux d'inhibition. Ce résultat est probablement engendré par de faibles concentrations des extraits en composés allélochimiques, capables d'inhiber la germination ou la croissance des plantules. Pour chaque plante testée, l'inhibition augmente lorsque la concentration de l'extrait augmente. Nandal et Dhillon (2005) et Uremis *et al*, (2005) ont montré que l'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits. La capacité que possèdent les substances allélochimiques à inhiber est fortement influencée par différents paramètres relatifs à la concentration, à la nature chimique des constituants, aux proportions de ceux-ci dans les extraits ou aux conditions extérieures (climat, type d'espèce réceptrice etc.) selon Hopkins (2003). Selon Friedman (1995), l'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plante ou la graine cible.

L'extrait de *B. vulgaris*, quelle que soit sa concentration, stimule la germination des graines et la croissance des plantules du maïs. Cet extrait s'est comporté sur le maïs comme un stimulant ou fertilisant semblable à l'activité d'un biostimulant ou biofertilisant. Il pourrait contenir des substances allélochimiques à effet stimulateur ou fertilisateur. Ces mêmes observations ont été effectuées par Hussain *et al*, (2007) qui ont trouvé que l'extrait issu de *Cassia angustifolia* n'affecte pas la germination des graines du blé, mais stimule plutôt la longueur des racines et coléoptiles. Hegab *et al*, (2008) ont aussi montré que l'extrait de *Beta vulgaris* stimule la germination des graines et le développement des plantules du blé.

Les composés chimiques présents dans l'extrait de *B. vulgaris* semblent avoir une action stimulatrice sur les hormones de croissance du maïs. Selon Faessel *et al*, (2014) et Yakhin *et al*, (2017), les principaux modes d'action des biostimulants se manifestent par la stimulation de la germination, la croissance des plantules, la photosynthèse, l'absorption des nutriments du sol, la résistance au stress biotique et la réduction ou l'amélioration des effets négatifs des facteurs de stress abiotique (sécheresse, chaleur, froid, salinité). Un retard ou une interruption de la germination des graines juste en début d'apparition de la racine ou de la tige est observé et la germination parfois totalement empêchée chez les extraits de *B. vulgaris* et *T. grandis* à 100 %, 75 % ou 50 %. Cet effet pourrait s'expliquer par la présence de certains composés dans les extraits comme les saponines qui, selon Cameron et Julian (1980), entraînent le blocage du déroulement de certains phénomènes

physiologiques comme la phosphorylation, le métabolisme oxydatif et le transport membranaire, perturbant ainsi l'action de l'amylase. Kruse *et al*, (2000) ont aussi montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est empêchée ou retardée.

Dans les conditions naturelles, la germination des graines est un processus biochimique et physiologique durant lequel, au premier contact de la graine avec le stimulus exogène (eau), une enzyme (amylase) est synthétisée et sécrétée pour dégrader l'amidon (albumine) afin de fournir à l'embryon, l'énergie nécessaire à la germination. Une fois sécrétée, la croissance embryonnaire est amorcée et un autre processus physiologique intervient par la suite et où les acteurs sont les hormones de croissance dont l'auxine. De ce fait, l'effet inhibiteur des extraits sur la germination pourrait s'expliquer par la capacité de certaines molécules qui se trouvent dans les extraits, à inhiber l'action de l'amylase ou à occuper son site membranaire.

La division et l'élongation cellulaires sont sensibles à la présence des composés allélopathiques (Muller, 1965). La chute de la longueur des tigelles et des racicules indiquant une inhibition de la division et de l'élongation cellulaire au niveau des plantules, serait due selon Koitababashi *et al*, (1997) à une inhibition de la synthèse d'ADN dans les noyaux du méristème apical et des racines. Les extraits foliaires purs ou dilués des plantes testées montrent un effet inhibiteur élevé sur la longueur de la racine et celle de la partie aérienne des adventices traitées. Ce phénomène pourrait être expliqué par la présence de coumarine signalée dans les extraits de plantes testées qui est à l'origine de la suppression de la dégradation de l'amidon, limitant ainsi l'action de l'acide indole acétique (AIA) selon Lee *et al*, (1982). Cela peut être dû également à la présence de stéroïdes dans les extraits qui ont une action inhibitrice de l'action de l'auxine du coléoptile comme indiquent les résultats des travaux de Bais *et al*, (2003). Ils ont montré que les stéroïdes ont une action inhibitrice sur l'auxine du coléoptile. Cela peut expliquer l'action inhibitrice des extraits sur la croissance des plantules traitées.

CONCLUSION

L'étude sur la recherche de plantes susceptibles de constituer des désherbants biologiques accessibles, efficaces et adaptés à la culture du maïs dans la zone d'Anyama a permis d'aboutir à des conclusions prometteuses.

Les extraits hydro-alcooliques de *A. occidentale*, *B. vulgaris* et *T. grandis*, ont montré des propriétés inhibitrices de germination des graines et de croissance des plantules de *A. conyzoides* et de *D. horizontalis*. Parmi celles-ci, les extraits de *A. occidentale* et *T. grandis* ont révélé une nuisibilité vis à vis des graines du maïs. Par contre, les extraits de *B. vulgaris* ont présenté un effet stimulateur de la germination des graines et de la croissance des plantules de maïs. L'analyse des résultats a permis d'identifier *B. vulgaris* comme ayant le meilleur profil.

Par ailleurs, les extraits de *T. grandis* et *A. occidentale* dilués à 50% ne sont pas à négliger bien qu'elles présentent une certaine nuisibilité sur les semences du maïs. On pourrait donc utiliser ces deux espèces pour leur propriété herbicide en culture de maïs en proposant des traitements de pré semis ou dirigés. Les travaux ayant été effectués en laboratoire, ceux-ci mériteraient, pour confirmer les résultats dans ses différentes composantes, d'être expérimentés en plein champs, afin de définir les conditions d'emploi optimales pour une utilisation en culture de maïs.

Après criblage phytochimique des différents extraits, l'analyse a révélé la présence d'alcaloïdes, de coumarines, de flavonoïdes, de polyphénols, de saponines, de stéroïdes et de tanins dont les propriétés allélopathiques sont révélées par plusieurs auteurs. La présence de ces composés dans les extraits de plantes testées leur confère une grande importance agronomique et justifie l'intérêt de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Akanvou K.R., 2006. Les systèmes de culture du maïs dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Série A, Numéro 69, 8p.
- Akanvou R., Kouamé A., Diarrassouba L., 2011. Cahier Agriculture, volume. 24, n° 1 (CNRA)
- Akobundu I.U., 1987. Weed science in the Tropics. Principles and practices. Chichester, J. Wiley and Sons Editions. 522 p.
- Alqasim A. M, Gabriel O, Jafar O. O, Uthman I-h, Mukhtar M. I. 2015. Phytochemical Screening and Inhibitory Activities of *Anacardium occidentale* Leave Extracts against Some Clinically Important Bacterial Isolates. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research 2015; 7(2); 365-369 ISSN: 0975-4873
- Bais H. P., Vepachedu R., Gilroy R., Callaway R.M., Vivanco J. M., 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. Science 301: 1377-1380.
- Benaïcha A., 2008. Etude de l'effet allélochimique de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales et aromatiques sur la germination des grains des adventices. 5-23p.
- Bouharb H., El badaoui K., Zair T., EL Amri J., Chakir S., Alaoui T., 2014. Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. Journal of Applied Biosciences, 78: 6685- 6693.
- Brunel S., Tison J., 2005. Study on invasive plants in the Mediterranean Basin. Rencontre Environnement, n° 59 : 49 - 50 p.
- Cameron H.J., Julian, G.R., 1980. Inhibition of protein synthesis in *Lactuca sativa* L. by allelopathic compounds. Journal of Chemical Ecology, 6(6): 989-995.
- Daget P., Godron M., 1982. Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Edition Masson et Compagnie ; 163 p.
- Di Castri F., Hansen A. J., Debussche M., 1990. Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 463 p.
- Evenari M., 1957. Les problèmes physiologiques de la germination. Bulletin société française physiologie végétale, 3 (4): 105-124
- Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., 2014. Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Bio by Deloitte et RITTMO Agroenvironnement, 148 p.
- Fenni M., 2003. Etudes des mauvaises herbes des céréales d'hiver des hautes plaines constantinoises. Ecologie, dynamique, phénologie et biologie des bromes. Thèse de doctorat d'état, université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie. 196 p.
- Friedman J., 1995. Allelopathy, Autotoxicity, and germination. In Seed development and germination. CRC Press, Florida. pp. 629-643.
- Fontanel P., 1993. Groupements adventices et facteurs écologiques et culturels, comportement des espaces dans le cycle cultural, efficacités des désherbages paysans et voies d'amélioration au Sine-Saloum, Sénégal. Rapport CIRAD-IRAT DSV/87/n° 7. CIRAD-CA, Montpellier, France, 60 p.
- Hegab M.M, Khodary S.E.A, Hammouda O, Ghareib H.R, 2008. Autotoxicity of chard and its allelopathic potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedlings. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (7), pp. 884-892
- Hernandez S., 1978. Les mauvaises herbes et le désherbage des cultures au Sénégal. CNRA de Bambey, ISRA, 15p.
- Holm L.G., Plucknutt D.L., Pancho J.V., Hergerger J.P., 1977. The world's Worst Weeds: Distribution and Biology. East-West Centre, University Press of Hawaiï, Honolulu, 609 p.
- Hussain S, Siddiqui S. U, Khalid S, Jamal A, Qayyum A., Ahmad Z. 2007. Allelopathic potential of Senna (*Cassia angustifolia* Vahl.) on germination and seedling characters of some major cereal crops and their associated grassy weeds. Pak. J. Bot., 39(4): 1145-1153
- Koitaabashi R., Suzuki, T., Sakai, A., 1997. 1,8-cineole inhibits root growth and synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L.J Plant Research. 110: 1-6

Krishnananda K. K, Ramakrishna A. S. 2016. Preliminary phytochemical screening and antibacterial activity of frontal leaves of *Tectona grandis* (family: verbenaceae). World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. Volume 5, Issue 6, 2377-2384 Research Article ISSN 2278 – 4357

Kruse M., Strandberg M., Strandberg B., 2000. Ecological Effects of Allelopathic Plants: à Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.

Le Bourgeois T., Merlier H., 1995. Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. Montpellier, France, CIRAD-CA éditeur, 640p

Lee T.T., Staratt, A.N., Jevnikar, J.J., 1982. Regulation of enzymic oxidation of indole-3- acetic acid by phenols; structure activity relationship. Phytochemistry, 21: 517-523.

Macias F.A., Lopez A., Verala R.M., Torres A., Molinillo J.M.G., 2004. Bioactive apocarotenoids annuionones F and G: structural revision of annuionones A, B and E. Phytochemistry 65, 3057-3063.

Muller C.H., 1965. Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia shrubs*. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 92: 38-45.

Moses S. O, Labunmi L. 2015. Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of crude extracts of *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex J.C. Wendl. (Poaceae) from southwestern Nigeria. American Journal of Essential Oils and Natural Products 2015; 3(1): 42-45

Nandal D. P. S., Dhillon A., 2005. Allelopathic effects of poplar (*Populus deltoides* Bartr Ex Marsh): an assessment on the response of wheat varieties under laboratory and the field conditions. World Congress on Allelopathy, 21-26

Raïssac M., Marnotte P., Alphonse S., 1998. Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures: quelle est l'importance de l'allélopathie. Agriculture et développement n° 17

Rizvi S. H. J., Mukerji D., Matf-fur S.N., 1980. A new report on a possible source of natural herbicide. Indian journal of Experimental Biology volume. 18: 777-778.

Sanogo., 2008. Produits du territoire méditerranéen : conditions d'émergences, d'efficacité et mode de gouvernance. Femise research programme, 2005, 297 p.

Swanton C.J., Weise S.F., 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. Weed Technology 5:657-663.

Tanji A., 2005. Adventices du blé et de l'orge au Maroc. Editions INRA Maroc, Rabat. 458 p

Uremis I., Arslan M., Uludag A., 2005. Allelopathic effects of some brassica species on germination and growth of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. Journal of Biological Sciences 5:661-665.

Yakhin O. I., Lubyaynov A. A., Yakhin I. A., 2017. Biostimulants in agrotechnologies: problems, solutions, outlook. Agrochemical Her. 1, 15–21.