

Online Publication Date: 19 April 2012

Publisher: Asian Economic and Social Society



Etude de la biologie reproductive de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae) : Espèce non indigène invasive en Côte d'Ivoire

Marie Solange TIEBRE (Centre National de Floristique, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire)

N'Dja Justin KASSI (Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire)

Yao Jean-Clovis KOUADIO (Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire)

Edouard Kouakou N'GUESSAN (Centre National de Floristique, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire)

Citation: Marie Solange TIEBRE , N'Dja Justin KASSI , Yao Jean-Clovis KOUADIO , Edouard Kouakou N'GUESSAN (2012): "Etude de la biologie reproductive de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae) : Espèce non indigène invasive en Côte d'Ivoire" Journal of Asian Scientific Research Vol.2, No.4, pp.200-211.



Author (s)

Marie Solange TIEBRE

Centre National de Floristique,
Laboratoire de Botanique, UFR
Biosciences, Université de Cocody-
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte
d'Ivoire.

E-mail: tiebre.ms@skynet.be

N'Dja Justin KASSI

Laboratoire de Botanique, UFR
Biosciences, Université de Cocody-
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte
d'Ivoire.

Yao Jean-Clovis KOUADIO

Laboratoire de Botanique, UFR
Biosciences, Université de Cocody-
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte
d'Ivoire.

Edouard N'GUESSAN

Centre National de Floristique,
Laboratoire de Botanique, UFR
Biosciences, Université de Cocody-
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte
d'Ivoire.

E-mail: tiebre.ms@skynet.be

Etude De La Biologie Reproductive De *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae) : Espece Non Indigene Invasive En Cote D'ivoire

Résumé

La biodiversité est aujourd'hui confrontée à d'énormes problèmes de dégradation. L'une des causes principales est l'invasion par les espèces exotiques ou non-indigènes. En effet, ces espèces introduites dans des régions différentes de leurs régions d'origine sont directement impliquées dans la disparition d'espèces autochtones. C'est le cas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae) en Côte d'Ivoire. Il importe de penser à la conservation de la diversité biologique en luttant contre ces vecteurs de dégradation. Sachant que cette lutte repose sur une meilleure connaissance de l'espèce, nous nous sommes fixés pour objectif de connaître les caractères d'invasion. Nous avons étudié la biologie reproductive de *T. diversifolia* en évaluant son succès de floraison, de fructification et son pourcentage de germination. Le succès de fructification est déterminé par le rapport du nombre de fleur produite et la quantité de graines par peuplement. Le pourcentage de germination a été comparé entre différents traitements in situ et ex situ. Le succès de fructification moyen est de 92,54%. Les caractéristiques de la reproduction sexuée qui contribuent au succès d'invasion de *T. diversifolia* est le taux de fructification élevé. Une gestion efficace de l'espèce consistera au mieux en l'arrachage complet de l'organisme avant le stade de floraison.

Mots clés : Espèce Non-Indigène Invasive, Dispersion, Invasion Biologique, Reproduction, Sexuée, *Tithonia Diversifolia*.

Introduction

La diversité biologique désigne toutes les différentes formes de vie et leurs processus (HUGHES et NOSS, 1992). Elle s'estime à 4 niveaux : (1) la diversité génétique des individus d'une espèce donnée, (2) la diversité des espèces ou diversité spécifique qui est le nombre et la fréquence des espèces pour une région donnée, (3) la diversité des écosystèmes qui est la variété des processus écologiques, des communautés et habitats dans une région, et (4) la diversité des paysages qui est l'hétérogénéité spatiale des diverses terres et écosystèmes sur une région comprise entre 100 à 10.000.000 km²

(NOSS, 1983; O.T.A, 1987). La biodiversité s'exprime aussi bien sur terre que dans l'eau. Elle concerne tous les organismes, depuis les procaryotes et eucaryotes tels que les bactéries microscopiques jusqu'aux organismes complexes que sont les animaux et les plantes. Les plantes représentent une forte proportion de la diversité naturelle. Dans leur diversité, elles sont médicinales, fourragères, alimentaires, ornementales, réparties sur l'ensemble de la surface terrestre en différents groupements déterminés par les facteurs climatiques, édaphiques et topographiques selon lesquels les espèces ayant les mêmes besoins se

trouvent associées. Elles n'ont pas toutes les mêmes préférences vis-à-vis du milieu. C'est ainsi que certaines sont mêmes endémiques et ne poussent de façon spontanée que dans des régions spécifiques.

L'introduction volontaire ou involontaire des espèces végétales par l'homme dans un milieu répond à des enjeux aussi bien scientifiques et esthétiques que politiques et économiques. Les symboles de cette quête sont les voyages botaniques à travers les grandes expéditions botaniques telles que celles du XVII^e et XVIII^e siècles et la création des jardins botaniques, dans lesquels ces plantes sont conservées. Mais si les plantes voyagent par le biais de l'homme (anthropochorie), elles le font également via les animaux (zoo-chorie), le vent (anémochorie) ou encore l'eau (Hydrochorie) (ALLORGE, 2003). Parmi les nombreuses espèces végétales introduites volontairement ou non dans nos régions, certaines se sont naturalisées et se reproduisent spontanément dans leur nouvelle aire d'introduction sans l'intervention de l'homme. La descendance ainsi produite se propage de la plante mère à des distances considérables tout en concurrençant les plantes autochtones. Cette catégorie de plantes est qualifiée d'invasives (RICHARDSON et al., 2000 ; KOWARIK, 2003). Les plantes invasives prolifèrent, transforment et altèrent les milieux naturels de manière plus ou moins irréversible. Certaines introductions ont donné lieu à des invasions spectaculaires comme dans le cas de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* (Caulerpaceae) en région méditerranéenne (MEINESZ et HESSE, 1991). De nos jours, l'introduction d'espèces non indigènes est considérée aujourd'hui comme la deuxième cause de la perte de la biodiversité après la destruction et la fragmentation des habitats (VITOUSEK et al., 1996).

En Côte d'Ivoire, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae), *Chromolaena odorata* (Asteraceae) (L) R. M. King et H. Rob., *Croton Hirtus* (Euphorbiaceae) L. Herit, *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) L. etc. sont des exemples de plantes invasives bien

connues (IPOU IPOU, 2005). De telles espèces causent des problèmes importants eu égard à leurs effets sur la diversité biologique et le fonctionnement naturel des écosystèmes. Dès lors, la gestion et le contrôle des plantes invasives pour la protection de la biodiversité en Côte d'Ivoire s'avèrent nécessaire vu l'enjeu vital que la biodiversité procure aux sociétés humaines par les biens et services (CAINS et LACKEY, 1992). Parmi les espèces introduites de façon volontaire ou involontaire à la suite de l'activité humaine, certaines ne sont pas invasives. Ainsi, il importe de comprendre les stratégies que développent les espèces invasives pour coloniser aussi rapidement les différents biotopes. La réponse à cette problématique permettra de prédire quelle plante sera invasive et sous quelles conditions. La connaissance des caractères d'invasion s'avère importante dans tout programme visant la protection de la biodiversité et des écosystèmes.

L'espèce *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) est originaire du Mexique et de l'Amérique centrale. Elle a été introduite en Afrique notamment en Afrique de l'Ouest comme plante ornementale (AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987). Elle se retrouve aujourd'hui dans plusieurs régions d'Afrique notamment le Cameroun, le Kenya, la Malawi, le Nigéria, l'Afrique du Sud, la Tanzanie, l'Ouganda et la Zambie (LA DUKE, 1982 ; AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987). Outre les pays d'Afrique et d'Amérique, le tournesol mexicain (*T. diversifolia*) est largement répandu en Inde (DUTTA et al., 1986). Dans ces différentes régions, *T. diversifolia* colonise les pelouses abandonnées et les bords des voies de communications. C'est une espèce colonisatrice très agressive des sites d'introduction lorsque les conditions favorisant sa croissance sont réunies (AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987). C'est aussi une plante allélopathique qui secrète des substances toxiques capables d'inhiber la croissance des espèces végétales voisines (BARUAH et al., 1994 ; TONGMA et al., 1997).

L'espèce *Tithonia diversifolia* se présente, selon le type de milieu, comme une plante annuelle, biannuelle ou encore pérenne (AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987). Au Nigéria par exemple, elle s'établit à partir des graines durant les mois de mars à avril dans les conditions naturelles. Elle produit des fleurs entre septembre et novembre. La fleur donne, après pollinisation, des graines qui parviennent à maturité durant les mois de décembre et janvier. Ces graines sont, par la suite, dispersées entre janvier et mars par le vent. Lorsque la plante est fréquemment taillée ou encore lorsqu'elle se retrouve dans les fonds de vallée avec un taux d'humidité élevé de même que dans les lits de rivière, elle reste pérenne. La floraison sous ces conditions apparaît sporadiquement tout au long de l'année (AYENI et al., 1997). Le mode principal de reproduction est le bouturage mais cette plante produit également des graines qui constituent une voie de naturalisation (AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987 ; KING'ARA, 1988). L'inflorescence produit plusieurs graines (136 à 144 graines par capitule) de petites tailles qui assurent sa pérennité (MUOGHALU, 2007). Ces graines de *T. diversifolia*, présente une période de latence avant germination (MUOGHALU et CHUBA, 2005).

Ainsi, l'étude bibliographique a montré que l'espèce *Tithonia diversifolia* est actuellement largement répandue sous les tropiques. On la retrouve en Afrique et en Asie où elle a été introduite sur la base de ses multiples utilisations. L'on peut citer, entre autres, son utilisation en tant que plante fourragère, engrais vert, insecticide naturel et en tant que plante ornementale (RIOS, 1999). Aujourd'hui, *T. diversifolia* est devenue une plante envahissante avec une haute capacité reproductive en Afrique (AYENI et al., 1997). C'est une espèce qui s'adapte à différentes zones écologiques (LA DUKE, 1982 ; AKOBUNDU et AGYAKWA, 1987). Dans la plupart des cas, les études consacrées à l'espèce se sont focalisées sur l'usage médicinal et agricole. L'étude de la reproduction sexuée et du potentiel d'envahissement a reçu peu d'attentions. L'on ne dispose pas, à ce jour,

de données quantitatives sur le potentiel de reproduction sexuée et de dispersion par graines mis en relation avec le succès d'invasion en Afrique de l'Ouest. Des études additionnelles doivent être menées en terme de recherches intégrées qui examine à la fois les mécanismes écologiques et les processus reproductifs qui favorisent l'invasion et leurs conséquences sur la diversité biologique de la zone d'introduction. Comprendre la biologie reproductive de cette espèce permet de développer des techniques appropriées de gestion et/ou de contrôle dans le but de protéger la biodiversité. C'est en cela que notre étude trouve sa justification.

L'objectif général de cette étude est d'étudier les traits d'histoire de vie qui confèrent à l'espèce son caractère invasif. Nous nous proposons d'étudier les traits caractéristiques de l'espèce en nous focalisant sur la stratégie de reproduction et le pouvoir germinatif des graines produites. Les résultats de ces travaux permettront de distinguer le poids relatif des divers caractères biologiques associés au processus d'invasion. De façon spécifique il s'agit d'examiner le succès de reproduction et de fructification de l'espèce, la production totale de graines, la pluie de graines et la capacité de germination des graines.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Cette étude s'est déroulée sur le site de l'Université de Cocody à Abidjan, Côte d'Ivoire. Abidjan est situé au sud-est de la Côte d'Ivoire, entre 4° et 10°30 de latitude nord et 2°30 et 8°30 de longitude ouest. Cette région est soumise à un climat de type Guinéen à quatre saisons. Une grande saison sèche qui s'étend de décembre à février. Une grande saison de pluies de mars à juillet. Une petite saison sèche qui s'étend d'août à septembre et une petite saison des pluies d'octobre à décembre. Les sols de la région d'Abidjan proviennent de l'altération de la roche mère constituée essentiellement de granite, de migmatite et de schistes. Le profil de ces sols tropicaux est simple et constitué de deux horizons. Le 1er horizon

ou horizon A est riche en litière, grâce aux cycles biogéochimiques et le 2ème horizon ou horizon B est aussi appelé horizon d'accumulation des sables. Cet horizon atteint à peu près 1 m d'épaisseur (ORSTOM - UNESCO, 1983). AUBERT (1961) qualifie ces sols de sols ferrallitiques. Le pH est inférieur à 5,5 et la structure est bien drainée. D'après MANGENOT (1955) puis GUILLAUMET et ADJANOHOUN (1971), la végétation appartient au secteur ombrophile et plus particulièrement au type de forêt caractérisé par *Turraeanthus africanus* (Meliaceae) et *Heisteria parvifolia* (Olacaceae). C'est cette association végétale que MANGENOT (1955) a appelé le *Turraeanthus - Heisterietum*. Elle est caractérisée, outre les deux espèces ci-dessus mentionnées, par des taxons comme *Calycobolus parviflorus* (Convolvulaceae), *Dichapetalum dictyospermum* (Dichapetalaceae), *Baphia nitida* (Fabaceae).

Matériel

Nous avons parcouru tout le site de l'Université de Cocody (10 ha) pendant toute une saison de végétation de l'espèce, depuis le stade de croissance jusqu'à la dispersion des graines, de Novembre 2008 à Décembre 2009 Nous avons utilisé comme méthode de relevé, un inventaire itinérant. Cette méthode a consisté à parcourir la zone d'étude dans toutes les directions et à recenser tous les peuplements de *T. diversifolia* rencontrés. Dans cette étude, nous avons utilisé des peuplements naturels de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) en croissance maximale. La plante étant buissonnante, un buisson est appelé peuplement dans notre étude (fig. 1). Pour mener à bien celle-ci, les différents peuplements recensés ont été numérotés à l'aide d'étiquettes. Nos investigations sur le site d'étude ont permis de dénombrer 15 peuplements de *T. diversifolia*. Parmi ces peuplements, 10 ont été sélectionnés de façon aléatoire conformément à la méthode de MUOGHALU et CHUBA (2005). Les capitules de chaque plante ont été étiquetés pendant la floraison et laissés jusqu'à maturation complète. Cette étude portant sur la biologie reproductive, nous avons

consacré l'essentiel de notre travail sur l'organe principal chargé de la reproduction au cours du stade de floraison et de fructification de la plante. Outre le matériel biologique, nous avons disposé d'un GPS eTrex, d'un ruban mètre, des étiquettes de numérotation, des boîtes de Pétri, des rondelles de papier filtre et des bacs de germination ex-situ.

Méthodes

Succès de floraison

Le nombre de capitules par m² a été estimé. Des quadrats de 1 m × 1 m chacun ont été placés au hasard sur les différents peuplements. Pour chaque peuplement, un total de trois quadrats, soit trois répétitions, ont été échantillonnées. Dans chaque quadrat, le nombre de tiges a été déterminé. Ainsi, un nombre moyen de tiges par m² (T_s) a été calculé. Par la suite, nous avons récolté de façon aléatoire trois tiges et les capitules ont été comptés. Ceci nous permet de calculer un nombre moyen de capitules par tige (C_t). Sachant le nombre de capitules par tige, nous avons calculé le nombre de capitules par m² (C_s) de la manière suivante :

$$C_s = C_t \times T_s$$

Pour connaître le nombre de capitules par peuplement, nous avons mesuré la surface (S) de chacun des peuplements. Cette surface est déterminée par la longueur et la largeur de l'espace occupé par le peuplement. On a considéré comme longueur du peuplement son côté le plus long et largeur son côté le moins long. Le nombre de capitules par peuplement (C_p) est obtenu en multipliant le nombre moyen de capitules par m² par la surface totale du peuplement comme l'indique la formule suivante :

$$C_p = C_s \times S.$$

Succès de fructification

Pour estimer le succès de fructification (SF_t), Cette étude a consisté à sélectionner, au hasard, trois capitules mûrs par plante. Pour chacun de ces capitules, l'ensemble des fruits issus des fleurons et des demi-fleurons

a été compté. A la fin du comptage, le nombre de fleurs développées par inflorescence (FI) a été calculé par simple addition des fruits issus des demi-fleurons et ceux avortés des fleurons. Le nombre moyen des fruits issus des fleurons est considéré comme le nombre moyen de fruits mûrs (F_r) par capitule car les demi-fleurons donnent des fruits avortés par manque de stigmat. Le succès de fructification s'obtient par la formule suivante :

$$SF_r = F_r / FI$$

Pluie de graines et production totale de graines

Concernant la pluie de graines (P_g), nous avons considéré le nombre moyen de capitules par m^2 et le nombre moyen de graines par capitule. La pluie de graines est le produit du nombre moyen de capitules par m^2 par le nombre moyen de fruits par capitule selon la formule :

$$P_g = C_s \times F_r$$

La production totale de graines (P_rG) par peuplement (production totale moyenne de fruits) est le produit du nombre moyen de capitules par peuplement par le nombre moyen de graines par capitule comme l'indique la formule :

$$P_rG = C_p \times F_r$$

Poids des graines

Le poids de cent graines ($P_{100}G$) a été estimé en constituant vingt lots de cent graines, chaque lot a été pesé à l'aide d'une balance de la marque OHAUSS de précision 1/100 qui donne un poids nommé P_i . Par la suite, le poids moyen de cent graines a été déterminé par la formule suivante :

$$P_{100}G = \frac{\sum P_i}{20}$$

Germination des graines

Pour ce test, nous avons utilisé des graines suffisamment mûres récoltées sur dix

peuplements de *T. diversifolia* (Asteraceae). La récolte a eu lieu le 31 jan. 2009. Ces graines ont été séchées à l'étuve à 26°C pendant 48 H pour baisser le taux d'humidité. Du fait de leur dormance, les graines séchées ont été soumises à différents traitements en vue de lever la dormance. Six méthodes de traitement ont été appliquées et adaptées de Muoghalu et Chuba (2005) : eau chaude à 100°C pendant 1 min (T_1), eau chaude à 100°C pendant 15 min (T_2), acide sulfurique concentré pendant 5 min (T_3), acide sulfurique concentré pendant 10 min (T_4), chaleur sèche à 80°C pendant 10 min (T_5), chaleur sèche à 100°C pendant 20 min (T_6), et (T_0) désignant le témoin. Deux types d'essai ont été menés : l'un en boîtes de Pétri et l'autre en compost.

En boîtes de Pétri, les graines ont été semées sur papier filtre à raison de cinq répétitions par traitement. On ajoute 5 ml d'eau distillée dans chacune des boîtes. Ces boîtes de Pétri contenant chacune cinquante graines ont été placées dans une salle sur une paillasse à coté d'une fenêtre à température ambiante. Ces expériences ont débuté le 13 fév. 2009 pour une durée de trente jours. Les graines ont été régulièrement arrosées. De même, elles ont été suivies chaque jour pour compter le nombre de germinations. La graine est considérée comme germée lorsqu'il y a eu émission de radicule (fig. 2). Ainsi, chaque jour, les graines germées sont comptées et retirées de la boîte de Pétri.

En compost, ce test a été réalisé dans des bacs de germination dont le volume s'estime à 10800 cm^3 . Les bacs présentent une base carrée de 30 cm de coté et une hauteur de 12 cm. Un total de quarante bacs nous a permis de conduire à bien nos expériences. Ces expériences se sont déroulées à la date du 27 avr. 2009 pour prendre fin le 27 mai 2009. Les bacs ont été remplis d'un sol sableux issu du Jardin botanique. Ensuite, le semis a consisté à répandre sur la surface du sol de chaque bac cinquante graines de *T. diversifolia* qui sont ensuite recouvertes légèrement avec un peu de sol. Ces graines ont subi un arrosage régulier quotidien pour maintenir l'humidité du sol. Le test a duré

trente jours pour permettre à toutes les graines de pouvoir germer.

Analyses statistiques

Pour les différents paramètres considérés dans cette étude, seules les germinations ex-situ et in-situ ont fait l'objet d'analyses statistiques. Pour chaque paramètre, nous avons effectué des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis car nous étions en présence de données de variances inégales et non normalisées. La signification du test est déterminée en comparant la probabilité P associée à la statistique du test au seuil alpha (α) de 0,05. Lorsque la différence analysée est significative, nous complétons ce test par des comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Dunn en vue d'une analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95%. Ce test permet aussi le classement et le regroupement des groupes non significativement différents. Le logiciel XLSTAT 7.1 (Addinsoft, France) a servi à la réalisation de ces tests.

Résultats

Succès de floraison et de fructification

Dans l'ensemble des peuplements étudiés, le nombre de capitules par m^2 varie de 94--385 capitules avec une moyenne de $234,00 \pm 114,02$ capitules per m^2 (tableau 1).

Le nombre moyen de capitules par peuplement est de $3544,92 \pm 2841,55$. Ce nombre varie de 734--9506 capitules selon le peuplement.

Le succès de fructification pour dix peuplements échantillonnés varie de 91,22--94,40 % avec une moyenne de $92,54 \pm 1,06\%$.

Pluie de graines et production totale de graines

La pluie de graines qui est en fait le nombre de graines par m^2 est en moyenne de $34517,00 \pm 17791,09$ graines par m^2 . Elle varie de 10296 à 58520 graines par m^2 en fonction du type de peuplement (Tableau 1).

T. diversifolia produit un nombre important de graines par plante. La moyenne de production de graines par capitule est de $146,33 \pm 28,39$. Ce chiffre varie de 104--196 graines par capitule.

Le nombre moyen de graines par peuplement observé est de $470460,00 \pm 345535,79$ graines par peuplement et ce nombre varie de 113036--1045660 graines par peuplement.

Poids des graines

Le poids moyen de cent graines de *T. diversifolia* est de $0,24 \pm 0,05$ g. Il varie de 0,19--0,36 g sur l'ensemble des dix peuplements échantillonnés (tableau 1).

Germination des graines

Les pourcentages de germination varient entre $0,00 \pm 0,00$ -- $21,20 \pm 5,40\%$. (Moyenne \pm écart type) en fonction du lot de graines et du traitement appliqué. Ces pourcentages diffèrent significativement entre les traitements aussi bien en boîtes de Pétri (Test de Kruskal-Wallis : $H = 31,95$; $P < 0,0001$) qu'en compost (Test de Kruskal-Wallis : $H = 24,82$; $P = 0,001$). En boîtes de Pétri, une différence significative a été observée entre le traitement témoin (T_0) et les traitements à l'acide sulfurique pendant 5 et 10 min (T_3 et T_4). Une différence significative a été également observée entre le traitement à la chaleur sèche à 100°C pendant 20 min (T_6) et le traitement témoin (fig. 3). Pour les essais de germinations réalisés en compost, les pourcentages de germination diffèrent significativement entre le traitement témoin (T_0) et les traitements à la chaleur sèche pendant 10 et 20 min (T_5 et T_6) (fig. 4).

En effet, les graines collectées en Jan. 2009 et soumises à germination dans de l'eau distillée (traitement témoin) pendant 1 mois (Février – Mars en boîtes de Pétri et Avril – Mai en compost) donnent un pourcentage de germination qui varie entre $21,20 \pm 5,40$ % en boîtes de Pétri et $15,20 \pm 6,57$ % en compost. Lorsque ces graines sont traitées à l'acide sulfurique pendant 5 et 10 min, on observe une diminution des pourcentages de

germination. Ces pourcentages varient alors entre $0,00 \pm 0,00$ – $3,60 \pm 3,84$ % en boîtes de Pétri et entre $3,60 \pm 4,33$ – $7,20 \pm 7,29$ % en compost. Une baisse des pourcentages de germination est également observée après le traitement à la chaleur sèche. Les pourcentages de germination varient entre $0,00 \pm 0,00$ – $0,80 \pm 1,09$ % en boîtes de Pétri et entre $0,00 \pm 0,00$ – $0,0 \pm 0,00$ % en compost. Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre le traitement témoins et les essais réalisés avec l'eau chaude à 100°C pendant 1 et 15 min (T_1 et T_2).

Discussion

La reproduction sexuée et végétative sont reconnues comme des traits d'histoire de vie qui favorise l'invasion chez l'espèce *T. diversifolia* dans sa zone d'introduction (AYENI et al. 1997, MUOGHALU et CHUBA 2005). Notre étude s'ajoute aux informations déjà disponibles pour le Nigéria et la Zambie. Des comparaisons entre régions dans les zones d'introduction peuvent aider à comprendre le rôle que jouent la reproduction et la dispersion dans le succès invasif de ce taxon. Dans la présente étude, la reproduction sexuée chez *T. diversifolia* a été examinée en étudiant trois processus reproductifs : le succès de floraison, le succès de fructification et la germination des graines.

L'analyse de la production des fleurs démontre que la plante produit un grand nombre de capitules par m². Cela confère à la plante, qui se développe en de grands peuplements (données non présentées), une production massive de capitules par peuplement. Ces capitules disposent d'un taux élevé de fructification et permettent à la plante de produire un grand nombre de graines. Cette production massive de semences a déjà été signalée en Zambie par MUOGHALU et CHUBA (2005) et pourrait contribuer au succès invasif du taxon.

Les graines soumises à germination indiquent un faible pourcentage de germination. Ceci révèle que les graines de *T. diversifolia* germent difficilement après

leur dispersion. Toutefois, ce pourcentage de germination se révèle important compte tenu du nombre élevé de semences produites par la plante. Le faible pourcentage de germination observé dans notre étude concorde avec les observations faites par AGBOOLA et al. (2005) et MUOGHALU et CHUBA (2005). MUOGHALU et CHUBA (2005) ont observé chez l'espèce, un pourcentage de germination de 16,3 p.c. lorsque le semis s'effectue immédiatement sans pré-stockage. Les chercheurs AKINOLA et al. (2000) ont observé un pourcentage de germination de 65 % pour des graines pré-stockées pendant onze mois à température ambiante. Dans notre étude, le faible pourcentage de germination pourrait s'expliquer par une dormance élevée au niveau des graines (AKOBUNDU et AGYAKWA 1987). La plante utiliserait cette stratégie d'adaptation face à l'adversité de l'environnement (HASSANI et PERSOON 1994).

Selon AGBOOLA et al. (2005), la dormance des graines de *T. diversifolia* peut être levée suite à un traitement à l'eau chaude. En effet, après un traitement à l'eau chaude (80 à 100 °C) pendant 30 à 60 s, ces auteurs observent un taux de germination de 80 à 85 %. Nous notons que les pourcentages de germination de nos graines traitées à l'eau chaude, à la chaleur sèche et à l'acide sulfurique dans cette étude sont particulièrement bas. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer ce phénomène. Premièrement, les graines ont pu être victimes d'une attaque de champignons au cours de l'incubation. Deuxièmement, ce phénomène peut être attribué à un échec de la levée de dormance. En effet, le type de dormance peut déterminer la raison pour laquelle une graine ne germe pas (BASKIN et BASKIN 1998). Les avis divergent sur la question de la dormance de *Tithonia diversifolia*. Selon AGBOOLA et al. (2005), les graines de *T. diversifolia* sont confrontées à une dormance physiologique. Ces graines demandent une période de mûrissement qui permet la maturation de l'embryon avant toute germination. Pour MUOGHALU et CHUBA (2005), les graines de cette plante

présente soit une dormance innée due à l'immaturation de l'embryon soit une dormance forcée due aux basses températures qui prévalent en Zambie entre Avril et Août. Des études additionnelles doivent donc être menées pour connaître les conditions optimales de germination des graines de *T. diversifolia*.

Les graines produites présentent un poids assez léger. Ce faible poids se rapproche de celui observé par AYENI et al. (1997). Ceci peut représenter un moyen important de dissémination des semences de *T. diversifolia*. En effet, SINHA et DAVIDAR (1992) et MATLACK (2002) soutiennent que le poids, la morphologie et la surface des graines jouent un rôle significatif dans la dispersion autour de la plante mère. Les graines légères se dispersent plus loin de la source. Ainsi, dans un environnement ouvert, les graines de *T. diversifolia* seraient un avantage non négligeable dans la colonisation de nouveaux habitats (MUOGHALU et CHUBA 2005). C'est un trait d'histoire de vie qui confère à la plante une grande représentativité dans tous les

écosystèmes favorables à son développement (IPOU IPOU et al. 2009).

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons analysé les modalités de la reproduction sexuée et de la dispersion de *Tithonia diversifolia* qui peuvent contribuer à son succès d'invasion. Il ressort de nos travaux que l'invasion de l'espèce peut être liée à ses capacités reproductives : production élevée de capitules, taux de fructification élevé, dormance des graines et production massive de graines légères qui peuvent se disperser à des distances considérables de la plante mère, germer et coloniser de nouveaux habitats. Toutes ces caractéristiques rendent la plante difficile à contrôler. La reproduction sexuée observée dans la présente étude pourrait contribuer au succès invasif de *T. diversifolia* en Côte d'Ivoire et ne devrait pas être sous-estimée. C'est pourquoi il convient, en vue d'une meilleure gestion et un contrôle efficace de l'espèce, d'agir avant la fructification. Cette gestion consistera au mieux en l'arrachage complet de l'organisme avant le stade de floraison.



Figure-1 peuplement de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae)



Figure-2 radicule de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae)

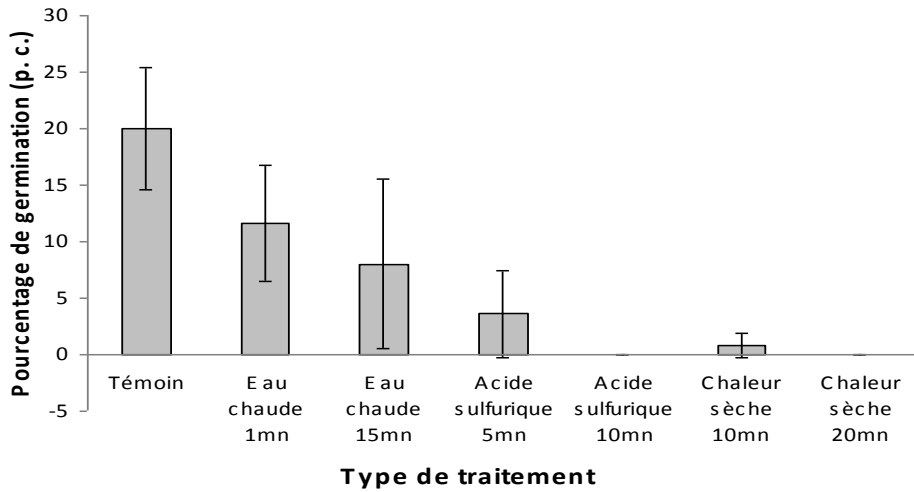


Figure-3 Pourcentages moyens de germination des graines de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) en boîtes de Pétri. La même lettre entre les traitements indique qu'il n'y a pas de différences significatives

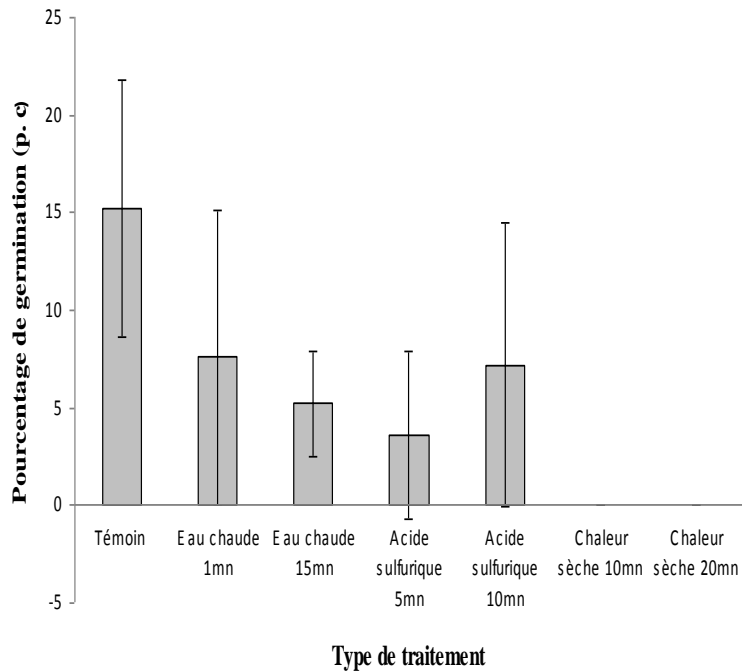


Figure- 4 Pourcentages moyens de germination des graines de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) en compost. La même lettre entre les traitements indique qu'il n'y a pas de différences significatives

Tableau-1 valeurs des caractères mesurés chez *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). Le minimum désigne les plus petits nombres obtenus et le maximum les plus grands nombre mesurés

Caractères mesurés	Minimum	Moyenne ± écart type	Maximum
Nombre moyen de capitules par m ²	94	234 ± 114,02	385
Nombre moyen de capitules par peuplement	734	3544,92 ± 2841,55	9506
Succès de fructification en %.	91,22	92,59 ± 1,06	94,4
Nombre moyen de graines par capitule	104	146,33 ± 28,39	196
Nombre moyen de graines par m ² (pluie de graines)	10296	34517 ± 17791,09	58520
Nombre moyen de graines par peuplement	113036	470460,3 ± 345535,79	1045660
Poids moyen de graines en gramme	100 0,19	0,239 ± 0,050	0,36

Références

Agboola, D.A., Idowu, W.F., Kadiri, M. (2005) “Seed germination and seedling growth of the Mexican sunflower *Tithonia diversifolia* (compositae) in Nigeria, Africa” *Journal of tropical biology* Vol.54, No.2, pp. 395-402.

Akinola, J.O., Larbi, A., Farinu, G.O., Odunsi, A.A. (2000) “Seed treatment methods and duration effects on germination of wild sunflower” *Exploration Agricultural* Vol.30, pp.63--69.

Akobundu, I.O., Agyakwa, C.W. (1987) *A handbook of West African weeds*. Ibadan, International Institute of Tropical Agriculture (I.I.T.A).

Allorge, L. (2003) *La Fabuleuse odyssee des plantes: les botanistes voyageurs, les Jardins des Plantes, les Herbiers*. Paris, JC Lattès, 727 pages.

Aubert, G. (1961) Observation sur la formation de la cuirasse latéritique dans le nord Ouest du Dahomey. In 4e congrès Ass. Int. Sci.

Ayeni, A.O., Lorbanjou, D.T., Majek B.A. (1997) “*Tithonia diversifolia* (Mexican sunflower) in south- western Nigeria: Occurrence and growth habit” *Weed research* Vol.37, pp.443--449.

Baruah, N. C., Sarma, J. C., Barua, N. C., Sarma, S., R. P Sharma (1994) “Germination and growth inhibitory sesquiterpene lactones and a flavone from

- Tithonia diversifolia*” Phytochemistry Vol.36, pp.29-36.
- Baskin, C.C., Baskin J.M. (1998) Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego, Academic Press.
- Cains, M. A., R. T. Lackey (1992)** “Biodiversity and management of natural Resources” Fisheries Bulletin of the American Fisheries Society Vol.17, No.3, pp.6-10.
- Case, T.J., Bolger, D.T. (1991)** “The role of introduced species in shaping the abundance and distribution of island reptiles” Evolutionary Ecology Vol. 5, pp.272-290.
- Dutta, P., Bhattacharyya, P.R., Rabha, L.C., Bordoloi, D. N., Barua, N. C., Chowdhury, P. K., Sharma, R. P., J. N. Barua (1986)** “Freeing deterrents for *Philosamia ricini* (*samia cyntia* subsp. *Ricini*) from *Tithonia diversifolia*” Phyto parasitica Vol 14, pp77-80.
- Guillaumet, J. L., E. Adjanohoun (1971)**. La végétation de la Côte d’Ivoire. In : Le milieu naturel de la Côte d’Ivoire. Paris, Mémoires ORSTOM n°50, pp 161-262.
- Hassani, E., Persoons, E. (1994)** Agronomie moderne : bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Paris, Hatier.
- Hughes, R. M., R. F. Noss (1992)**. “Biological diversity and biological integrity: current concerns for lakes and streams”. Fisheries (Bethesda) Vol.17,No.3. pp.11-19.
- Ipou Ipou, J. (2005)**. Biologie et écologie d’*Euphorbia heterophylla* L. (*Euphorbiaceae*) en culture cotonnière au nord de la Côte d’Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, Côte d’Ivoire. 191 pages.
- Ipou Ipou, J., Toure, A., Tiébré, M.-S. (2009)** *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (*Asteraceae*), une nouvelle espèce envahissante des cultures, au Centre-ouest de la Côte d’Ivoire. Dijon, XIIIème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes.
- Iu.c.n. (1998)** world conservation: invaders from planet earth. Switzerland, World conservation.
- King’Ara, G. (1998)**. Establishment methods of *Tithonia diversifolia* from seeds and cuttings. Report for diploma certificate. Rift Valley Technical Training Institute. Eldoret, Kenya.
- Kowarik, I. (2003)**. “Human agency in biological invasion: secondary releases foster naturalisation and population expansion of alien plant species” Biological Invasion Vol.5 pp.293-312.
- La Duke, J.C. (1982)**. “Revision of *Tithonia*” *Rhodora* Vol.84 pp.453–522.
- Mangenot, G. (1995)**. “Etude sur les forêts des plaines et des plateaux de la Côte d’Ivoire. IFAN” *Etudes Eburnéennes* Vol.4 pp.5-63.
- Matlack, G.R. (2002)** “Influence of fruit size and weight on wind dispersal in *Betula lenta*, a Gap-colonizing tree species” *American Midland Naturalist* Vol.128 pp.30–39.
- Meinesz, A., B. Hesse (1991)** “Introduction et invasion de l’algue *caulerpa taxifolia* en méditerranée nord-occidentale” *Oceanologica Acta* Vol.14, No.4, pp.415-426.
- Muoghalu, J.I. (2007)** Growth, reproduction and resource allocation of *Tithonia diversifolia* and *Tithonia rotundifolia*. *Weed research* Vol.48, pp.157-162.
- Muoghalu, J.I., Chuba, D.K. (2005)** “Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Tithonia rotundifolia* (P.M) Blake” *Applied ecology and environmental research* Vol.3 No.1 pp.39–46.
- Noss, R.F. (1983)** “A regional landscape approach to maintain diversity” *biosciences* Vol.33, pp.700-706.
- Orstom-Unesco (1983)** Ecosystèmes forestiers tropicaux d’Afrique coll. Recherches sur les ressources n° 19, Paris, 473 pages.
- O.t.a. (1987)**. Technology to maintain biological diversity. U.S. Government printing office, Office of Technology Assessment, Washington, DC.
- Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. (2000)** “Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions” *Biodiversity and Distributions* Vol.6, pp.93-107.

Rios, C.I. (1999) “Tithonia diversifolia una planta con potencial para la producción sostenible en el tropicó. In : Agroforesteria para la producción Animal en América latina” Roma(Italy) Estudio FAO producción y sanidad Animal Vol.143, pp. 311-325.

Sinha, A., Davidar P. (1992) “Seed dispersal ecology of a wind dispersal rain forest tree in the western ghats, India” Biotropica Vol.24, No.4, pp. 519-526.

Tongma, S., Kobayashi, K. et K. Usui (1997) “Effect of water extract from Mexican sunflower (Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray) on germination and growth of tested plants” Journal of Weed Science and Technology Vol.42, pp.373-378.

Vitousek, P.M., D’antonio, C.M., Loope, L.L., Westbrooks, R. (1996) “Biological invasions as global environmental change” American Scientist Vol.84