



EVALUATION DE LA TENEUR EN ALCALOÏDES TOTAUX A DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT DE *Datura innoxia* Mill., UNE PLANTE UTILISEE DANS LA MEDECINE TRADITIONNELLE AU MALI

EVALUATION OF THE CONTENT OF TOTAL ALKALOIDS AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT OF *Datura innoxia* Mill., A PLANT USED IN TRADITIONAL MEDICINE IN MALI

| Issiaka Togola ^{1*} | Mamadou Abdoulaye Konaré ¹ | Méminata Diakité ¹ | Nouhoum Diarra ¹ | Fatoumata Tounkara ¹ | Rokia Sanogo ^{2,3} | and | Doulaye Dembélé ⁴ |

¹ Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako | Faculté des Sciences et techniques | Bamako | Mali |

² Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako | Faculté de Pharmacie | Bamako | Mali |

³ Institut National de Recherche en Santé Publique | ²Département de Médecine Traditionnelle | Bamako | Mali |

⁴ Université de Strasbourg | Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire (IGBMC) | Strasbourg | France |

| Received 25 June 2019 |

| Accepted 02 July 2019 |

| Published 17 August 2019 |

| ID Article | Issiaka-Ref.4-ajira250719 |

RESUME

Introduction : *Datura innoxia* Mill. est une espèce très répandue dans les pays sahéliens du fait de sa remarquable résistance à la sécheresse. Au Mali, elle est largement utilisée dans la médecine traditionnelle par les populations locales. Cette plante est surtout connue pour sa production d'alcaloïdes tropaniques qui ont des propriétés neurosédatives et antispasmodiques utilisées chez l'homme.

Objectif : Le but de ce travail est d'évaluer la quantité d'alcaloïdes totaux produits par *Datura innoxia* Mill. à différents stades de développement. **Méthodes :** Le matériel était constitué de graines de *Datura innoxia* Mill., récoltées à Tousséguela au Mali. Les graines ont été semées et germées dans des pots. Et à chaque semaine, les feuilles et racines de ces plants sont prélevées et analysées et ce, durant 13 semaines. Nous avons d'abord procédé à une analyse qualitative des extraits de feuilles et de racines et du milieu de culture par des réactions colorées et par CCM. La méthode spectrophotométrique a été utilisée pour quantifier les alcaloïdes totaux. **Résultats :** Les réactions colorées ont permis de révéler la présence des alcaloïdes dans les feuilles et racines de même que dans le milieu de culture liquide. La CCM a montré la présence de 3 alcaloïdes tropaniques (atropine, hyoscyamine, scopolamine) dans nos extraits des deux organes. Les résultats de dosage ont montré une variabilité de la teneur en alcaloïdes totaux en fonction du stade de développement et des organes de la plante. Cette teneur atteint sa valeur maximale ($0,59 \pm 0,02\%$) à la 8^{ème} semaine au niveau des feuilles et à la 13^{ème} semaine chez les racines ($0,30 \pm 0,01\%$). Ainsi, le stade de développement des plantes jouerait un rôle important en vue de l'exploitation des alcaloïdes. Des teneurs relativement faibles ont été enregistrées dans le milieu liquide de la 1^{ère} semaine ($0,019\text{g}$ pour 100mL) à la 12^{ème} semaine ($0,022 \pm 0,001\text{g}$ pour 100mL). **Conclusion :** Il ressort de cette étude que *Datura innoxia* Mill. est une bonne source d'alcaloïdes ; ce qui justifierait ses nombreuses vertus médicinales.

Mots clés : *Datura innoxia* Mill., alcaloïdes totaux, culture en pot, CCM.

ABSTRACT

Introduction: *Datura innoxia* Mill. is a widespread species in Sahelian countries because of its remarkable resistance to drought. In Mali, it is widely used in traditional medicine by local people. This plant is best known for its production of tropane alkaloids that have neurosedative and antispasmodic properties used in humans. **Purpose:** The purpose of this work is to evaluate the amount of total alkaloids produced by *Datura innoxia* Mill. at different stages of development. **Methods:** The material consisted of *Datura innoxia* Mill. Seeds, harvested in Tousséguela, Mali. The seeds were sown and germinated in pots. And every week, the leaves and roots of these plants are taken and analyzed for 13 weeks. We first performed a qualitative analysis of leaf and roots extracts and culture medium by color reactions and TLC. The spectrophotometric method was used to quantify the total alkaloids. **Results:** The color reactions revealed the presence of alkaloids in the leaves and roots as well as in the liquid culture medium. The TLC showed the presence of 3 tropane alkaloids (atropine, hyoscyamine, scopolamine) in our extracts from both organs. The assay results showed variability in the total alkaloid content depending on the stage of development and the organs of the plant. This level reaches maximum savory ($0.59 \pm 0.02\%$) at week 8 in leaves and at 13th week in roots ($0.30 \pm 0.01\%$). Thus, the stage of development of plants would play an important role in the exploitation of alkaloids. Relatively low levels were recorded in the liquid medium of the first week (0.019g for 100mL) at the 12th week ($0.022 \pm 0.001\text{g}$ for 100mL). **Conclusion:** This study shows that *Datura innoxia* Mill. is a good source of alkaloids; which would justify its many medicinal virtues.

Key words: *Datura innoxia* Mill., total alkaloids, pot culture, TLC.

1. INTRODUCTION

Les plantes sont connues pour leur production de substances naturelles. Ces produits ont des intérêts multiples mis à profit notamment dans les industries agroalimentaire, cosmétologique et pharmaceutique. En effet, ces composés sont utilisés en tant que drogues, arômes, parfums, insecticides, ou colorants [1]. Parmi ces composés, on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés dans le domaine thérapeutique. Beaucoup de ces composés naturels dérivent des plantes à croissance lente et sont parfois difficiles à synthétiser par les méthodes chimiques [2] et malgré quelques tentatives, leur synthèse chimique à grande échelle n'est pas économiquement rentable [3].

Ces métabolites secondaires comprennent plusieurs groupes variés parmi lesquels les alcaloïdes. Les alcaloïdes sont des composés azotés ayant à faible dose des propriétés pharmacologiques marquées. Ils se subdivisent aussi en plusieurs groupes parmi lesquels les alcaloïdes tropaniques caractérisés des propriétés sédatives, anticholinergiques et hallucinogènes entre autres [1-4]. Ces alcaloïdes tropaniques trouvent leur source dans les plantes appartenant à la famille des Solanacées. Cette famille comprend plusieurs genres et espèces dont le genre *Datura* et l'espèce *D. innoxia* Mill [5]. Cette espèce est très répandue dans les pays sahéliens du fait de sa remarquable résistance à la sécheresse. Au Mali, elle est largement utilisée dans la médecine traditionnelle par les populations locales ; par ailleurs elle n'est pas consommée par les animaux domestiques qui l'évitent probablement à cause de sa toxicité [6]. Cette plante est surtout connue pour sa production d'alcaloïdes tropaniques qui ont des propriétés neurosédatives et antispasmodiques utilisées chez l'homme [7].

Bien que de nombreuses études aient été entreprises ces dernières années, cette espèce reste peu explorée sur le plan pharmacologique et chimique. C'est dans cet esprit que nous avons entrepris de faire une recherche orientée de cette classe de molécules chimiques douées d'activités biologiques, contenues dans les plantes médicinales utilisées dans la pharmacopée Malienne pour traiter de nombreuses maladies.

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la valorisation des espèces sauvages et à la recherche de substances naturelles d'intérêt médicinal, telles les alcaloïdes. La biosynthèse des alcaloïdes dans la plante est variable, elle dépend des conditions environnementales auxquelles l'espèce est soumise, de la période et des conditions de récolte de la plante. C'est pourquoi, le but de ce travail était d'évaluer la teneur en alcaloïdes totaux produits par *Datura innoxia* Mill à différents stades de développement.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériel :

Le matériel végétal est constitué de graines de *Datura innoxia* Mill. récoltées à Tousséguéla (cercle de Kolondiéba / région de Sikasso) au sud du Mali en septembre 2016. (Figure 1). Les feuilles et les racines de ces graines, semées et germées, ont été utilisées pour les études phytochimiques. La plante a été identifiée au laboratoire d'écologie tropicale, département de biologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali.

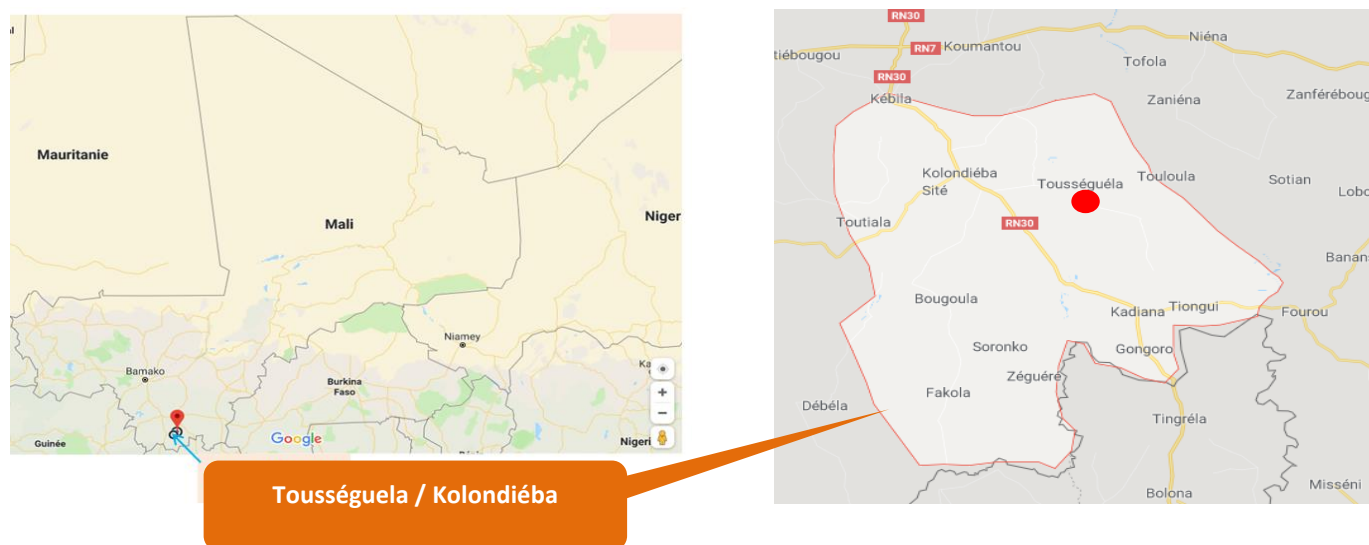


Figure 1 : Carte géographique avec localisation du site d'étude (E = 1/1000 000) [8]

● Site d'étude : Tousséguéla

2.2. Méthodes :

2.2.1. Germination des graines: La technique décrite par Togola en 2010 a été utilisée [9]. Les graines récoltées de *Datura innoxia* Mill. sont semées dans des pots en plastique contenant un mélange de sable et de fumier dans un rapport 2/1(m/m) en raison de 3 graines par pot (Figure 2). Trois semaines après germination, les feuilles et les racines d'un premier lot de trois plantes ont été prélevées, séchées et analysées.



Figure 2: Photo des plants dans les pots à 4 semaines de culture.



Figure 3: Dispositifs utilisés pour la culture sur milieu liquide.

2.2.2. Culture en milieu liquide :

Le dispositif décrit par Togola en 2010 a été utilisé pour la culture en milieu liquide [9]. Après 3 semaines de germination et de culture en pots, les plants sont enlevés, nettoyés et transférés dans des flacons contenant 250mL d'eau distillée stérile. Les plants y séjournent pendant trois (3) jours. Après ce temps de sevrage, l'eau est remplacée par la solution nutritive de Murashige et Skoog (MS). Ce milieu va apporter à la plante tous les éléments minéraux nécessaires à sa croissance et à son développement [10]. Le flacon est percé de deux (2) trous, le premier trou sur la fermeture permet d'introduire la plante dans le flacon, le second situé près du couvercle est traversé par un tuyau qui permet d'assurer une bonne oxygénation de la solution nutritive et éviter une nécrose des racines. Pour provoquer les conditions d'obscurité au niveau des racines, les pots sont enveloppés dans un sac en plastique noir (Figure 3). Chaque semaine le milieu de culture est récupéré puis analysé et le dispositif renouvelé. L'analyse consiste à quantifier les alcaloïdes totaux du milieu MS.

2.2.2. Screening phytochimique :

Préparation des extraits :

Un gramme (1g) de poudre d'organes (racines ou feuilles) de *Datura innoxia* Mill. ou 1mL de milieu de culture liquide a été humecté avec quelques gouttes d'une solution d'ammoniaque diluée à 50% avec de l'eau distillée. Puis 15mL de chloroforme y sont ajoutés et le mélange est agité pendant 10 minutes puis filtré. Le chloroforme est alors évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif et le résidu (extraits alcaloïdiques) est repris dans 0,5mL de méthanol.

Les alcaloïdes totaux ont été recherchés dans les feuilles, les racines et le milieu de culture MS grâce aux réactions colorées en tubes utilisant les réactifs de Dragendorff et de Mayer qui donnent respectivement une coloration avec des précipités orangés et blanchâtres en présence des alcaloïdes [11-12].

2.2.3. Dosage des alcaloïdes :

Le dosage a été fait par la méthode spectrophotométrique décrite par Sreevidya N. et Mehrotra S.(2003) [13]. Une quantité de 5mL de solution d'extrait a été prise et le pH a été maintenu entre 2 et 2,5 avec du HCl dilué. 2mL du réactif de Dragendorff y est ajouté et le précipité formé a été centrifugé. On a vérifié la précipitation complète du centrifugat en y ajoutant du réactif de Dragendorff. Le mélange centrifugé a été décanté complètement. Le précipité a été lavé avec de l'alcool. Le filtrat a été jeté et le résidu a ensuite été traité avec 2mL de solution de sulfate di-sodique. Le précipité noir brunâtre formé a ensuite été centrifugé. L'achèvement de la précipitation a été vérifié en ajoutant 2 gouttes de sulfate de disodium. Le résidu a été dissout dans 2mL d'acide nitrique concentré, avec réchauffement si nécessaire. Cette solution a été diluée à 10mL avec de l'eau distillée. Puis 1mL de cette solution diluée a été prélevé et 5mL de solution de thio-urée y ont été ajoutés. L'absorbance a été mesurée à 435nm.

La courbe d'étalon a été réalisée à partir d'une solution mère d'atropine à 10mg/L avec une gamme allant de 0 à 1mg/mL. Les absorbances ont été lues au spectrophotomètre à 435 nm contre le tube blanc préparé dans les mêmes conditions en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée.

Les teneurs en alcaloïdes des extraits (organes et milieu de culture liquide) ont été évaluées à partir de la droite de régression linéaire et exprimées en gramme équivalent d'atropine pour 100g de poudre ou 100mL de milieu liquide.

2.2.4. Chromatographie sur couche mince (CCM) : La technique chromatographique sur couche mince décrite par Togola (2015) a été utilisée pour vérifier la présence des alcaloïdes majoritaires (hyoscyamine, atropine et scopolamine) dans nos extraits [14].

Les témoins positifs utilisés sont l'hyoscyamine (provenant d'ALDRICH), l'atropine et la scopolamine (provenant de SIGMA). Ils ont été dissouts dans du méthanol en raison de 10mg/mL. 10µL de chaque solution (témoins et extraits) sont déposés à l'aide d'une micropipette sur la plaque de gel silice de 0,2 mm de couche, de marque Macherey-Nagel.

Les dépôts sont séchés à l'aide d'un sèche-cheveux. La plaque est ensuite mise dans la cuve de migration contenant la phase mobile constituée de Chloroforme – Méthanol-Acide acétique (30 : 70 : 3 V/V/V). Après une migration de 30min, les plaques sont retirées, séchées et observées sous une lampe UV à 254 et 366 nm. La révélation est faite par pulvérisation de la plaque avec le réactif de Dragendorff dilué 10 fois jusqu'à l'apparition des spots orangés sur fond jaune. Nous avons enfin déterminé le facteur de rétention ou rapport frontal (Rf) des molécules de chaque type d'extraits.

$$Rf = \frac{\text{Distance parcourue (cm)}}{\text{Distance totale (cm)}} \quad (1)$$

2.2.5. Analyse des données : Le logiciel Excel® version 2013 a été utilisé pour les calculs. Le logiciel Ministab 18.1 a servi à tracer les graphes et à comparer les moyennes des différents essais. Le test de Fisher a été choisi pour comparer ces moyennes au seuil de $\alpha = 0,05$.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Screening phytochimique

Les résultats du test de caractérisation des alcaloïdes sont portés dans le Tableau 1.

Tableau 1: Test de caractérisation des alcaloïdes.

Semaines	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feuilles	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Racines	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milieu MS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Les tests ont révélé la présence des alcaloïdes à chaque semaine de culture dans les feuilles et racines des plants ainsi que le milieu de culture liquide MS. De nombreuses études avaient déjà mentionné la présence d'alcaloïdes chez les espèces du genre *Datura* [5, 6, 7]. Bougoudogo (2013) a révélé la présence des alcaloïdes dans le milieu de culture liquide MS avec *Balanites aegyptiaca* [15].

3.2. Teneur en alcaloïdes :

3.2.1. Dans les feuilles et racines : Les teneurs en alcaloïdes totaux recueillies dans les feuilles et racines ont été récapitulées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Teneurs en alcaloïdes totaux (% Equivalent d'Atropine) par semaine dans les feuilles et racines de *Datura innoxia* Mill.

Semaines	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feuilles	0,20±0,02 ^f	0,22± 0,0 ^f	0,36±0,00 ^e	0,47±0,02 ^c	0,52±0,02 ^b	0,59±0,02 ^a	0,49±0,05 ^{bc}	0,42±0,02 ^d	0,38±0,01 ^e	0,37±0,00 ^e	0,36±0,01 ^e
Racines	0,09±0,01 ^g	0,18±0,02 ^f	0,19±0,01 ^{ef}	0,20±0,01 ^e	0,23±0,00 ^d	0,23±0,01 ^{cd}	0,25±0,01 ^{bc}	0,26±0,01 ^b	0,27±0,01 ^b	0,29±0,00 ^a	0,30±0,01 ^a

NB : Pour chaque organe (feuilles et racines) les moyennes qui ne partagent aucune lettre sont significativement différentes.

Ces résultats obtenus ont été traduits par les graphes des figures 4 et 5.

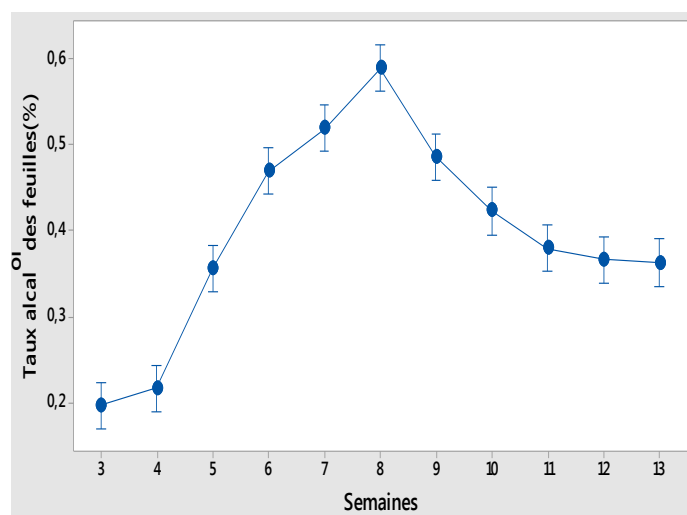


Figure 4 : Variation de la teneur en alcaloïdes totaux (%) en fonction du temps dans les feuilles de *Datura innoxia* Mill.

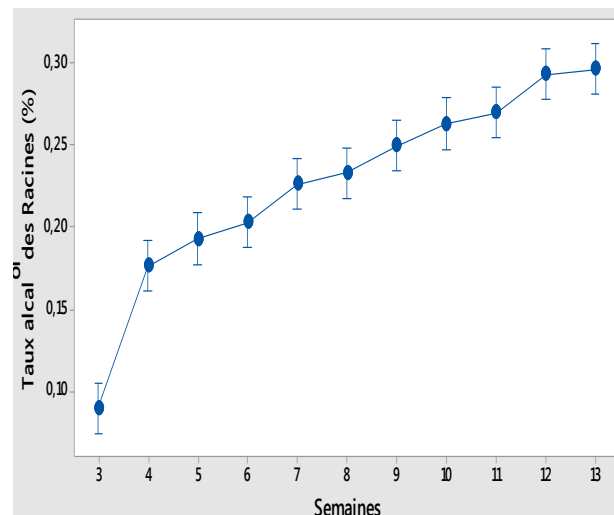


Figure 5 : Variation de la teneur en alcaloïdes totaux (%) en fonction du temps dans les racines de *Datura innoxia* Mill.

L'analyse du graphe de la figure 4 laisse apparaître qu'à la 3^{ème} semaine, la teneur en alcaloïdes totaux dans les feuilles est de $0,20 \pm 0,02$ g équivalent d'atropine pour 100g de produits bruts. Avec le temps, ce taux connaît une augmentation régulière jusqu'à la huitième semaine où il atteint son pic avec une quantité de $0,59 \pm 0,02$ % équivalent d'atropine. Ce taux connaîtra par la suite une diminution pour enfin se stabiliser à partir de la 11^{ème} semaine ($0,38 \pm 0,01$ g équivalent d'atropine) puisqu'il n'existe pas de différence significative (au seuil $\alpha = 0,05$) entre les teneurs en alcaloïdes totaux des 3 dernières semaines.

La Figure 5 montre que le taux d'alcaloïdes totaux est de $0,09 \pm 0,01$ g équivalent d'atropine pour 100g de produits bruts à la 3^{ème} semaine, cette teneur subit une augmentation progressive jusqu'à la 13^{ème} semaine ($0,30 \pm 0,01$ g équivalent d'atropine).

La Figure 6 montre la comparaison des teneurs en alcaloïdes totaux par semaine et par organe.

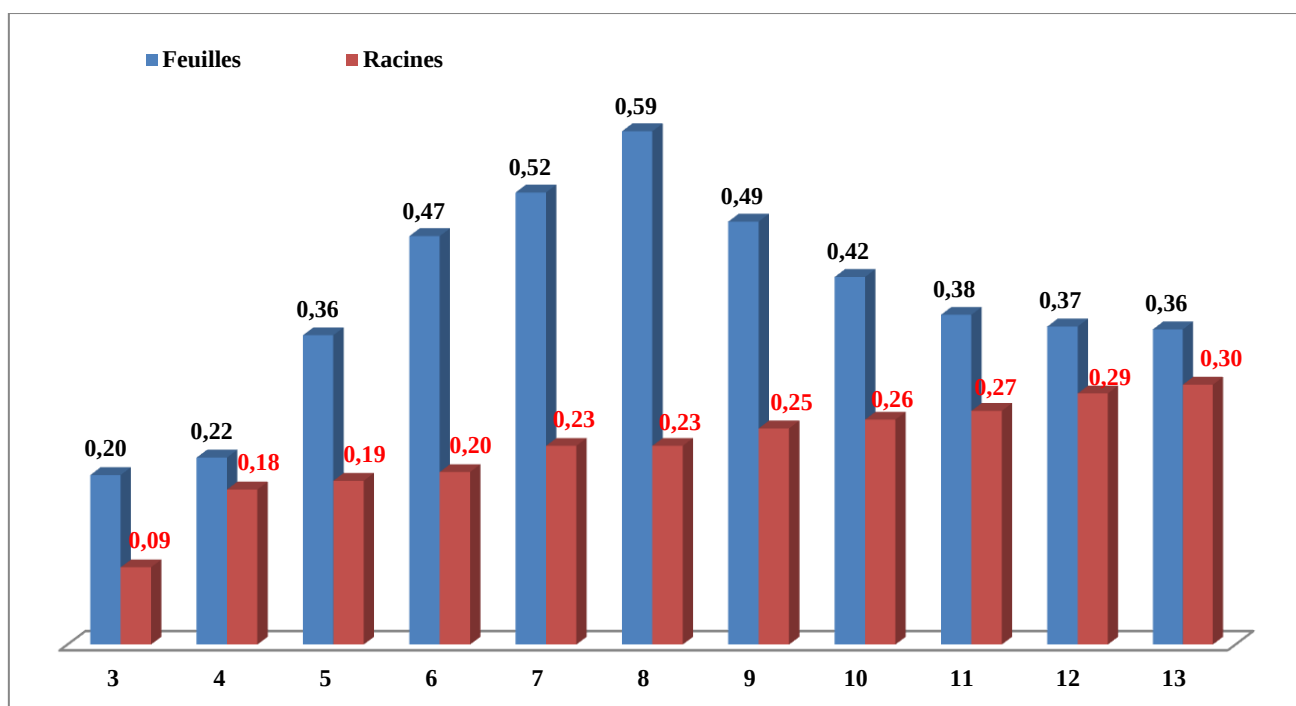


Figure 6: Histogramme montrant les variations des teneurs en alcaloïdes des feuilles et racines de nos plants.

Au cours du développement de la plante, il apparaît clairement que le taux d'alcaloïdes produits dans les feuilles et les racines de *Datura innoxia* Mill. augmente progressivement au fil des semaines. Et de façon générale, ce taux est nettement plus élevé au niveau des feuilles que des racines. Ces données trouvent leurs explications dans les travaux de Harborne (1999) qui a montré que la biosynthèse des alcaloïdes au niveau de *Datura* commence dans les racines. De ce site de synthèse, les composés transitent dans les parties aériennes de la plante [16]. Ce qui expliquerait le taux faible

d'alkaloïdes totaux pendant les premières semaines de la vie de la plante. Miraldi et *al.*, (2001) ont rapporté que le taux d'alkaloïdes est plus faible dans les racines que dans les organes aériens [17].

En ce qui concerne les feuilles, le taux d'alkaloïdes totaux augmente de façon régulière au cours du développement pour atteindre son pic à la 8^{ème} semaine ($0,59 \pm 0,02\%$ équivalent d'atropine). À partir de ce stade, ce taux régresse de façon continue jusqu'à la 13^{ème} semaine ($0,36 \pm 0,01\%$ équivalent d'atropine).

Il est à noter que la régression du taux d'alkaloïdes dans les feuilles coïncide avec l'apparition de boutons floraux. Iranbakhsh et *al.*, (2006) ont montré que la production d'alkaloïdes tropaniques commence pendant la deuxième semaine après germination de la graine ; le taux atteint son pic à la dixième semaine puis régresse graduellement [18]. Cette différence par rapport à nos résultats pourrait s'expliquer par le fait que ses travaux ont porté sur une autre espèce, *Datura stramonium*. Ces résultats trouvent leurs explications dans les travaux de Bruneton (2016) qui a montré que le taux d'alkaloïdes tropaniques chez *Hyoscyamus niger* augmente pendant la phase végétative et cette teneur régresse à la floraison. Il a émis l'hypothèse selon laquelle, durant la floraison les alcaloïdes seraient décomposés et recyclés dans d'autres organes plus importants, par exemples les graines [1].

Des études menées sur *Balanites aegyptiaca*, qui est aussi une espèce ligneuse sauvage, ont montré que les feuilles âgées sont plus riches en alcaloïdes (3,78%) que les jeunes feuilles (3,12%) ; de même les jeunes racines sont plus riches en alcaloïdes (5,59%) que les jeunes feuilles [19]. Ainsi le processus de production des alcaloïdes et leur localisation au cours du développement de la plante peuvent varier d'un organe à l'autre et au sein du même organe d'un stade et à un autre.

32.1. Dans le milieu de culture liquide :

Les teneurs alcaloïdes totaux obtenues dans le milieu de culture liquide sont portées dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 3 : Taux d'alkaloïdes totaux (g équivalent d'atropine/100mL) recueillis par semaine dans le milieu de culture.

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Taux d'alkaloïdes (g/100mL)	0,019 ± 0,000 ^b	0,021 ± 0,001 ^{ab}	0,020 ± 0,001 ^{ab}	0,021 ± 0,002 ^{ab}	0,021 ± 0,002 ^{ab}	0,020 ± 0,001 ^b	0,021 ± 0,002 ^{ab}	0,021 ± 0,001 ^{ab}	0,020 ± 0,001 ^{ab}	0,021 ± 0,001 ^a	0,020 ± 0,001 ^{ab}	0,022 ± 0,001 ^a

NB : Les moyennes qui ne partagent aucune lettre sont significativement différentes.

La Figure 7 décrit l'évolution de ces taux d'alkaloïdes en fonction des semaines.

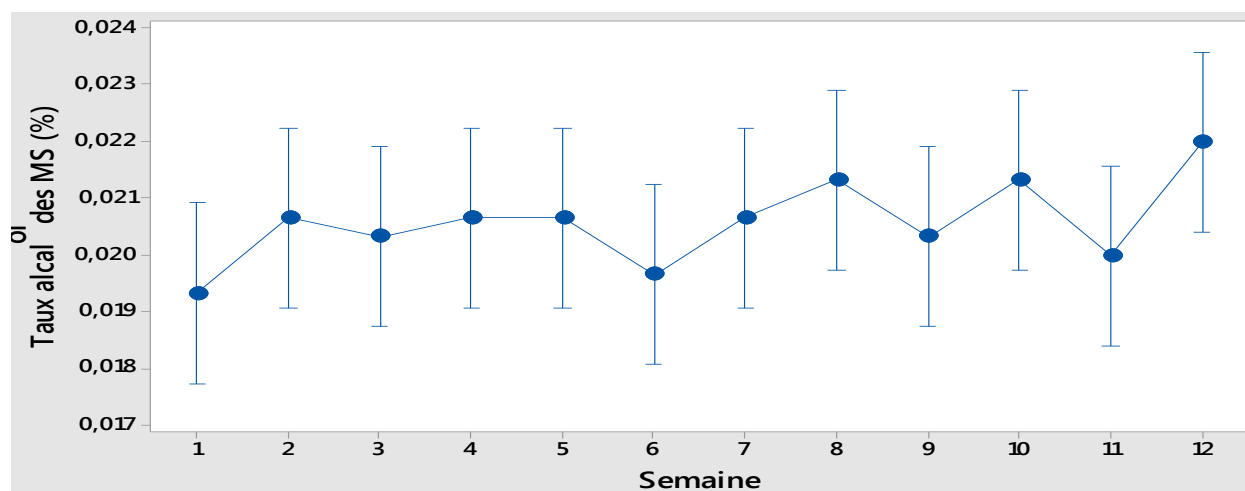


Figure 7 : Variation de la teneur en alcaloïdes totaux (% ou g équivalent d'atropine /100mL) en fonction du temps exsudés par *Datura innoxia* Mill. dans le milieu de culture liquide (MS).

Le taux d'alkaloïdes totaux exsudés dans le milieu de culture liquide varie de 0,019 g à 0,022g équivalent d'atropine pour 100mL du milieu de liquide. Ces teneurs sont nettement supérieures à celles obtenues par Tran (2005) sur *Datura innoxia* [20]. En effet, Tran a recueilli dans le milieu liquide, un taux d'alkaloïdes totaux égal à 0,005g équivalent d'atropine /100mL de liquide en plaçant les dispositifs obtenus sous abri à une température de 24-33°C (jour/nuit). Par contre, ce même auteur a obtenu un taux élevé (0,081g/100mL) lorsqu'il traita son dispositif à une température de 45°C et cette teneur devient plus importante quand il ajouta un tensioactif (le Tween 20) à la solution nutritive (0,143g/100mL). Raoufa et *al.*, (2008), obtiennent aussi de bons résultats après l'ajout 1mg/L de N- 6 benzyladénine et 1mg/L d'acide naphtalène acétique à la solution nutritive [3]. Les teneurs obtenues par Bougoudogo (2013) avec *Balanites aegyptiaca* (0,00017g/100mL) sont aussi largement inférieures aux nôtres [15].

3.3. Analyse qualitative :

L'apparition de spots orangés sur fond jaune-orangé après révélation au réactif de Dragendorff confirme la présence d'alcaloïdes tropaniques dans nos échantillons (Figure 8). Les spots visibles sous lampe UV à 254nm ont été révélés par le réactif de Dragendorff.

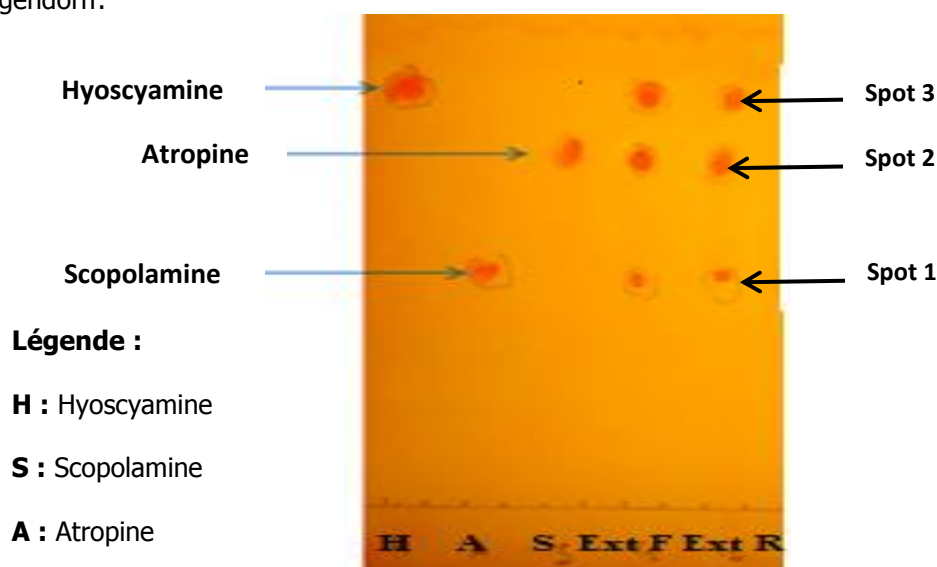


Figure 8: Profil CCM des extraits d'alcaloïdes totaux de *Datura* (Eluent : Chloroforme-Méthanol-Acide acétique " 30-70-3").

Calcul des R_f :

Le tableau 4 montre les rapports frontaux des spots obtenus avec les différents extraits.

Tableau 4 : Valeurs des rapports frontaux des différents spots révélés.

Echantillons et standards	Témoins positifs			Extraits Feuilles			Extraits Racines		
	A	H	S	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 1	Spot 2	Spot 3
R_f	0,64	0,75	0,43	0,41	0,63	0,74	0,41	0,63	0,74

A : Atropine ; H : Hyoscyamine ; S : Scopolamine.

La Figure 8 et les différents rapports frontaux montrent que les extraits de feuilles et de racines contiennent les trois alcaloïdes (hyoscyamine, atropine et scopolamine). Ces extraits montrent le même profil chromatographique que les 3 standards utilisés. De nombreuses études ont montré la présence de ces alcaloïdes tropaniques chez les espèces du genre *Datura* [14-18].

4. CONCLUSION

Ces résultats démontrent que la teneur en alcaloïdes totaux varie non seulement en fonction des stades de développement de *Datura innoxia* Mill. mais aussi et surtout en fonction des organes. En effet, de façon générale il ressort de nos résultats que le taux en alcaloïdes totaux est plus élevé dans les feuilles que dans les racines et que cette espèce exsude des alcaloïdes dans le milieu liquide. Ainsi notre dispositif expérimental a donné des résultats satisfaisants à l'abri de la lumière et à la température ambiante (37°C). Ces travaux nous ont permis de mettre au point des dispositifs qui indiquent à quel moment on pourrait extraire le maximum d'alcaloïdes pour une utilisation à des fins médicales et autres.

Il serait alors intéressant d'étendre cette étude sur d'autres espèces riches en alcaloïdes tout en augmentant le temps de suivi de 2 mois à plusieurs mois voire l'année. On pourrait ainsi enrichir le milieu de culture liquide avec des phytohormones et étudier leur impact sur la production d'alcaloïdes. Il serait aussi important de chercher à quantifier les différentes molécules d'alcaloïdes retrouvées dans nos extraits par HPLC.

5. REFERENCES

1. Bruneton, J. Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 5^{ème} Edition. Edition Lavoisier Tec & Doc. Médicales Internationales, Paris; 2016.
2. Zarate R. and Verpoorte R. Strategies for the genetic modification of the medicinal plant *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Phytochem Rev.*, 2007; 6: 475-491.
3. Raoufa Abd El-Rahman, El-Wakil, H. El-Din, Abou Gabal, A. El-Said et Khelifa HD. Production of Scopolamine et Hyoscyamine en Calli et Regenetaux Cultures of *Datura metel* (L.). *Journal Applied Sciences research*. 2008 ; 4(12) : 1858-1866.
4. Badiaga, M. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. In U. de B. et U. B. P. de Clermont-Ferrand (Ed.), Thèse de doctorat. Bamako; 2011.
5. Veeraragavan, A., Sultan, H., Jahabar, S., Hathi, A., & Ismail, M. In - vitro antioxidant activity of leaves on *Datura stramonium*, L. and *Datura metel*, L. Solanaceae - A comparative studies. *IJRDO-Journal of Biological Science*, 2017; 3(3), 32-43.
6. Djibo A. & Brah Bouzou S. Intoxication aiguë au "sobi-lobi" (*Datura*) - A propos de quatre cas au Niger. Manuscrit n°2119. "Clinique". 2000.

7. Wink M. Ecological roles of alkaloids. In Fattorusso E et Tagliatela-Scafati O (eds). Modern alkaloids, structure, isolation, synthesis and biology. ED. Wiley-Vich, Weinheim, 2008; PP.3-24.
8. Données cartographiques du Mali. Disponible sur www.google.com/maps/place/. Consulté le 18 Juillet 2019.
9. Togola I. Étude de la production d'alcaloïdes chez *Datura metel* Linn dans des conditions de culture en pots et de culture "in vitro". Mémoire de DEA -61p. Faculté des Sciences et techniques - Université de Bamako, 2010.
10. Trigiano, Robert N. & Gray, Dennis J. Plant Tissue Culture, Development and Biotechnology. Boca Raton : CRC Press, 2010; p.186. ISBN 1-4200-8326-0.
11. Diakté M. Evaluation de caractères morphologiques et biochimiques des fruits de *Carapa procera* DC. Au Mali. Thèse de Doctorat -65p. Faculté des Sciences et techniques - Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, 2018.
12. Diarra Nouhoum; Denou Adama; Togola Issiaka; Daou Cheickna; Doumbia Nagnouma et Konaré Mamadou A. Composition physico-chimique et biochimique des tubercules de *Plectranthus rotundifolius* (poir.) Spreng., (Lamiaceae) utilisés en alimentation au Mali. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, 2019; 8(6), 226–230. Available : <http://american-jiras.com/Nouhoum-ManuscriptRef.1-ajira170519.pdf>
13. Sreevidya, Narasimhan and Mehrotra, S. Spectrophotometric Method for Estimation of Alkaloids Precipitable with Dragendorff's Reagent in Plant Materials. J. AOAC 2003; **86**, 1124–1127.
14. Togola I. Evaluation des effets cytotoxiques et anti-inflammatoires d'extraits alcaloïdiques de trois espèces de *Datura* (*D. stramonium* L., *D. innoxia* Mill et *D. ferox* L.) provenant de trois localités du cercle de Kolondieba au Mali. Thèse de Doctorat -153p. Faculté des Sciences et techniques - Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, 2015.
15. Bougoudogo K. Effet de l'acide 3-indole acétique (AIA) et de la 6-benzylaminopurine (BAP) sur la production de saponosides et d'alcaloïdes chez *Balanites aegyptiaca*. Mémoire de DEA 37p. Faculté des Sciences et Techniques. Université de Bamako, 2013.
16. Harbone J.B ; Baxter H. et Moss G.P. Phytochemical dictionary : A handbook of bioactive compounds from plants. 2nd Ed. Taylor & Francis, London. 1999.
17. Miraldi E., Masti A., Ferri S. et Comparini I.B. Distribution of hyoscyamine and scopolamine in *Daturastramonium*. Fitoterapia 2001; 72 : 644-648.
18. Iranbakhsh, A., Ali Oshanghi, M., Majd, A. Distribution of atropine and scopolamine in different organs and stages of development in *Datura stramonium* L. (Solanaceae). Structure and ultrastructure of biosynthesizing cells. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 2006; 48,1: 13–18. Available : <https://pdfs.semanticscholar.org/2a88/f541f318fe43daece4b2e5ecd95d366dc0a5.pdf>.
19. Griffin, W.J. and Lin, G.D. 2000. Chemotaxonomic and geographical relationship of tropane alkaloid producing plants. Phytochemistry 53: 623-637. Hafner Press, 2000.
20. Tran TLM. Synthèse et accumulation d'alcaloïdes tropaniques chez *Datura innoxia* Mill. Cultivé en hydroponie : analyse des effets de l'environnement biotique et abiotique; essais de mise en place d'une nouvelle technologie de production. Thèse de Doctorat pp150. Institut National Polytechnique de Lorraine - INPL – Nancy, 2005.



Cite this article: IssiakaTogola, Mamadou Abdoulaye Konaré, Méminata Diakté, Nouhoum Diarra, Fatoumata Tounkara, and Rokia Sanogo, and Doulaye Dembélé. EVALUATION DE LA TENUEUR EN ALCALOÏDES TOTAUX A DIFFÉRENTS STADES DE DÉVELOPPEMENT DE *DATURA INNOXIA* MILL., UNE PLANTE UTILISÉE DANS LA MÉDECINE TRADITIONNELLE AU MALI. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2019; 9(2): 200-207.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>