

Détermination de la dose létale 50 (DL_{50}) des racines du riz (variété X243) sur les souris albinos

[Determination of the lethal dose 50 (LD_{50}) of the rice roots (variety X243) on albino mice]

RATSIMBAZAFY Andraina Aubin Marie¹, RAKOTONDRAMASY Vokatsoa Christian², TSIMILAZA Andriamihamina¹⁻³,
and RAHARISOLOLALAO Amelie⁴

¹Ecole Doctorale GEOCHIMED, Université de Fianarantsoa, Fianarantsoa, Madagascar

²Faculté de Sciences, Université de Fianarantsoa, Fianarantsoa, Madagascar

³Ecole Normale Supérieure, Université de Fianarantsoa, Fianarantsoa, Madagascar

⁴Faculté de Sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar

Copyright © 2026 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Rice is a monocotyledonous plant in the *Poaceae* family. The cultivation of this cereal is prevalent in Madagascar. It is the staple food of the Malagasy people. This study concerns the determination of the lethal dose 50 of the X243 variety rice root by administering three different doses: 100 mg/kg, 500 mg/kg, and 2048 mg/kg of the body weight of a Swiss-type albino mouse. The doses administered gave two values of LD_{50} . The logarithmic value is 1258,93 mg/kg body weight, and the linear value is 1495,24 mg/kg. These values are very close. Consequently, the roots of the X243 variety rice are toxic. Moreover, phytochemical screening shows the presence of alkaloids, tannins, polyphenols, and cyanogenic compounds. There's no doubt that cyanogenetic compounds are extremely poisonous and responsible for poisoning. Our results confirm the presence of poison in the rice roots already known to the population.

KEYWORDS: rice root, Variety X243, toxicity, Lethal dose (LD_{50}), albino mice.

RESUME: Le riz est une plante monocotylédone, de la famille des *Poaceae*. La culture de cette céréale est très répandue à Madagascar. Elle constitue l'aliment de base pour le Malagasy. Cette étude porte sur la détermination de la dose létale 50 de la racine du riz de la variété X243 par l'administration de trois (03) doses différentes: 100 mg/kg, 500 mg/kg et 2048 mg/kg du poids corporel d'une souris albinos de type Swiss. Les doses administrées permettent d'avoir deux valeurs de DL_{50} . La valeur par calcul logarithmique est 1258,93 mg/kg du poids corporel et par la valeur par calcul linéaire est 1495,24 mg/kg du poids corporel. Ces valeurs sont très proches. En conséquence, les racines du riz de variété X243 sont toxiques. Par ailleurs, le criblage phytochimique montre la présence d'alkaloïdes, de tanins, de polyphénols et de composés cyanogénétiques. Il est indéniable que les composés cyanogénétiques sont extrêmement toxiques et sont responsables d'empoisonnement. Nos résultats viennent confirmer la présence de poison dans les racines du riz déjà connu par la population.

MOTS-CLEFS: racine du riz, variété X243, toxicité, dose létale (DL_{50}), souris blanche.

1 INTRODUCTION

Le riz est une plante monocotylédone de la famille *Poaceae*, appartenant au genre *Oryza*. On compte 24 espèces du genre *Oryza* dont deux sont les plus cultivées: *Oryza sativa* et *Oryza glaberrima* [1]. Le riz est une plante aquatique et donc exigeante en eau par rapport aux autres céréales". La riziculture se classifie en deux types selon l'adduction d'eau: riziculture irriguée, c'est-à-dire dans la rizière

inondée d'eau, et riziculture pluviale. La riziculture de Madagascar est dominée par la riziculture aquatique qui représente 80 % des superficies pour toutes régions confondues, contre 10% pour la riziculture pluviale [2]. Pour l'alimentation, le riz est la céréale la plus consommée [1], [2]. À Madagascar, le riz est l'aliment de base. D'après le bilan de la recherche agricole de Madagascar, dans la production végétale, le riz: « La production de riz en 1986 est estimée à 2,2 millions de tonnes qui s'étend sur une superficie de 1,3 million d'hectares de rizières [3] ». Le riz cultivé aujourd'hui n'est plus de race pure: il résulte du croisement pour améliorer la qualité, avec 150 000 variétés cultivées (hybrides) dans le monde. À partir de l'espèce *Oryza sativa*, il existe 107 000 dérivés qui sont classés en deux: les *indicas* qui sont plus adaptés en culture irriguée en condition tropicale et les *japonicas* qui ont une large adaptation de culture selon les caractéristiques morphologiques et les caractères du croisement [1], [2].

Madagascar a fait ses preuves depuis une dizaine d'années en riziculture irriguée [4] et les riz cultivés sur le terrain irrigué viennent d'espèce *Oryza sativa* sous le nom de « *Vary an-drano* » [5]. X243 est connu sous d'autres noms: *Kelimamokatra* et 3912 [6]. Le riz X243 est une variété de riz que l'on cultive sur terrain irrigué. À Madagascar, cette variété se trouve dans les zones d'adaptation des Hautes plateaux aux alentours d'Antananarivo, dans le Betsileo (Haute Matsiatra, Amoron'i Mania). X243 de l'espèce *Oryza sativa* a une durée de maturation comprise entre 120 et 140 jours [7].

Le riz est très connu en tant qu'aliment de base des Malgaches, et les racines aussi sont très connues en tant que poison puissant qui tue vite en macérant dans le « *Toaka gasy* » (Rhum local), de plus, non seulement l'homme est empoisonné mais les bœufs aussi.

Julien Venesson a publié que l'arsenic inorganique est très puissant. L'arsenic présent dans les sols peut contaminer le riz, surtout lorsque les cultures sont irriguées avec de l'eau souterraine contaminée [8]. Et les métaux s'accumulent dans les racines et les tubercules. Les racines du riz sont très toxiques et très dangereuses.

Selon les connaisseurs et la société malgache, les racines du riz sont des poisons très toxiques. Cependant, il n'y a aucune publication qui montre la valeur de la dose létale des racines du riz. D'où la présente étude de la détermination de la dose létale 50 (DL_{50}) des racines du riz variété X243

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS ANIMALS

Les animaux de laboratoire utilisés pour les différents tests biologiques sont des souris albinos de type Swiss élevées au Laboratoire de Chimie de l'Université de Fianarantsoa en provenance de l'animalerie du Centre National de Recherche Pharmaceutique (CNARP) Androhibe, Antananarivo.

Quarante (40) souris de deux sexes; mâles et femelles; âgées de 20 semaines et de poids compris entre 26 g et 32 g sont utilisées pour le test de toxicité.

2.2 MATÉRIELS VÉGÉTALES

L'identification du riz, selon les graines et la plante, est faite au bureau du FOFIFA ou Centre National de Recherche appliquée au Développement Rural à Fianarantsoa.

La partie souterraine du riz a été collectée à la rizière des alentours de l'Université de Fianarantsoa dans la commune d'Andrainjato-Est, lavée préalablement avec de l'eau du robinet pour enlever les boues. Puis séchée à l'abri du soleil. Après broyage, 60 g des racines du riz ont été macérés dans 1000 mL de solution hydroalcoolique 75 %. Après filtration et séchage avec un évaporateur rotatif R-114 Buchi, nous avons un extrait hydroalcoolique de masse 12 g pour le criblage phytochimique et le test de toxicité ou de dose létale 50 de la racine du riz X243.

2.3 ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Vingt (20) personnes de deux sexes sont enquêtées. L'enquête a été faite au niveau des agriculteurs possédant au moins 5 ha de riziculture, dans le district d'Ambalavao, Lalangina, Mahasoabe de la région de Haute Matsiatra et le district d'Alaotra dans la région Alaotra-Mangoro.

2.4 CRIBLAGE PHYTOCHIMIQUE

L'analyse phytochimique est réalisée selon la méthode décrite dans le travail de Jean Bruneton (2009), Pharmacognosie, phytochimie, Plante médicinale (4e éd.) pour déterminer la présence et l'absence des familles chimiques du métabolisme secondaire [9].

Test des alcaloïdes: L'extrait hydroalcoolique sec de masse 500 mg est dissous dans 10 mL de HCl 2 N. Ensuite, le mélange est porté au bain-marie bouillant pendant 5 mn, agité avec une baguette en verre. Après refroidissement, 2 mL de solution aqueuse de NaCl 0,9 % y sont ajoutés. Le mélange est agité et filtré. Le filtrat est ramené à 10 mL par addition de HCl 2N puis repartit dans 4 tubes à essai dont l'un sert de témoin et les trois autres sont utilisés respectivement par l'ajout des 5 gouttes de réactifs d'alcaloïdes: Mayer, Wagner et Dragendorff [10].

Test des Flavonoïdes: 200 mg d'extrait sont dissous dans 10 mL d'éthanol 80%. Après filtration, 0,5 mL de HCl concentré et quelques grains de tournures de magnésium sont additionnés à 1 mL de la solution hydroéthanolique [10].

Test des anthocyanes: On ajoute 2 mL d'acide chlorhydrique 25 % dans 2 mL d'extrait éthanolique. La coloration rose-rouge vire en bleu violacé par l'ajout de solution d'ammoniaque à 25% [10].

Test des saponines: 2 g de matériel végétal sec sont agités vigoureusement pendant 30 secondes dans 20 mL d'eau distillée dans un tube à essai. Le tube est ensuite placé verticalement [10].

Test des Tanins et composés phénoliques: Poudre organique de 100 mg est dissoute dans 25 mL d'eau distillée bouillante puis ajoutée de 4 gouttes de solution de NaCl 10 %. Ensuite, le filtrat refroidi obtenu est réparti dans 3 tubes à essai dont le premier tube sert de témoin, le deuxième tube est ajouté de 5 gouttes de gélatine à 1 % et le dernier tube par 5 gouttes de gélatine salée [10].

Test des triterpènes et stéroïdes: 500 mg de l'extrait hydroalcoolique dépigmenté sont ajoutés à 20 mL de dichlorométhane puis agités pendant 5 à 10 min. Laisseée décanter, puis la solution est séchée avec Na_2SO_4 anhydre. Après filtration, répartir le filtrat dans 5 tubes à essais propres et secs; le tube 1 sert de témoin [10]

Test de Liebermann-Burchard: Dans le tube 2, ajouter 4 gouttes d'anhydride acétique et 4 gouttes d'acide sulfurique concentré

Test de Salkowski: Incliner le tube 3 à 45 °C puis ajouter 1 mL d'acide sulfurique concentré.

Test de Badjet Kedde: Additionner le tube 4 de quelques grains d'acide picrique.

Test de Keller-Killiani: Incliner le tube 5 de 45 °C et additionner quelques gouttes de FeCl_3 à 10 % dans le méthanol et quelques gouttes d'acide acétique glacial.

Test des quinones: Prendre 200 mg de poudre de plante et dissoudre dans de l'eau distillée, puis filtrer. Le filtrat est extrait deux fois au benzène. 10 mL d'extrait benzénique sont additionnés à 5 mL de solution aqueuse d'ammoniaque NH_4OH puis agités et laissés décanter [10].

Test des coumarines: 2 g de matière végétale en poudre sont mélangés dans 10 mL de CHCl_3 . Après un chauffage de quelques minutes et une filtration, les extraits chloroformiques sont soumis à une CCM. L'éluant étant un mélange toluène/Acétate d'éthyle (90/10). La révélation du papier chromatographique, après migration, se fait avec une lampe UV à 365 nm.

Prendre 1 g de poudre de plante pour le test de confirmation, le placer dans un tube à essais, ajouter quelques gouttes d'eau distillée. Le tube est ensuite recouvert de papier imbibé de NaOH diluée et est porté à l'ébullition [11].

Test des composés cyanogénétiques: 1 g de matériel végétal frais est imbibé avec quelques gouttes de CHCl_3 dans un tube à essai où est insérée une bandelette de papier filtre imprégnée d'une solution du picrate de sodium. L'ensemble est chauffé dans un bain-marie à 35 °C pendant 3 heures [12].

2.5 TEST DE TOXICITÉ DES RACINES DU RIZ

Quatre lots de 10 souris chacun ont été utilisés. Si toutes les souris sont mortes, on diminue la dose. Si aucune des souris n'est morte, on augmente progressivement la dose. L'administration des doses est effectuée une fois par voie orale.

Le lot témoin a été traité avec de la cellulose du chlorure de sodium à 0,9 %. Le premier lot a reçu une dose de 100 mg/kg du poids corporel, le deuxième lot a été administré de 500 mg/kg du poids corporel et enfin le troisième lot a été gavé de 2048 mg/kg de poids corporel.

Avec ces valeurs, on peut calculer la valeur de DL_{50} par calcul linéaire et par la courbe de mortalité en % en fonction du logarithme. La valeur obtenue est classée selon l'échelle de Hodge et Sterner [13], [14]

Après l'administration, l'observation est faite pendant 2 h avant de leur donner à manger. L'observation continue pendant 72 heures afin de noter les symptômes de l'intoxication. On note le nombre de toutes les souris mortes.

Deux méthodes sont entretenues pour trouver la dose létale 50 de la racine du riz:

- i- La première méthode est par la méthode linéaire en résolvant l'équation $y = A x + B$, avec y : la mortalité des souris en % et x = la dose administrée, A et B sont des réels
- ii- La deuxième méthode est le calcul logarithmique en dressant une courbe de mortalité en fonction du logarithme de dose [15], [16]. L'outil de traitement de données utilisé est le *GraphPad Prism 9.1, XY analyses, Simple linear regression*.

3 RÉSULTATS

3.1 RÉSULTAT DE L'ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Vingt personnes dont treize hommes et sept femmes sont enquêtées. Dix-sept personnes confirment que la racine du riz est un poison très puissant et tue vraiment, non seulement les hommes mais les animaux aussi. Trois personnes ignorent et n'ont jamais entendu de ce propos.

3.2 RÉSULTAT DU CRIBLAGE PHYTOCHIMIQUE

Le criblage phytochimique de l'extrait éthanolique de racine du riz est présenté par le *tableau 1*. Ce tableau a montré la présence des familles chimiques suivantes: alcaloïdes, polyphénols, tanins et composés cyanogénétiques.

Tableau 1. *Résultat du criblage phytochimique de la racine du riz X243*

Familles chimiques	Résultats
Alcaloïdes	++
Flavonoïdes	-
Saponines	-
Polyphénols	++
Triterpènes et stéroïdes	-
Tanins	+
Anthocyanes	-
Quinones	-
Coumarines	-
Composés cyanogénétiques	+++

-: pas de précipitation/pas de changement de couleur, +: faible précipitation/faible changement de couleur, ++: abondant précipitation/franche couleur, +++: forte précipitation/ couleur intense

3.3 RÉSULTAT DE LA DOSE LÉTALE 50 (DL₅₀)

Le même comportement est observé après administration des doses comprises entre 100 mg/kg de poids corporel des souris. Les animaux provoquent par eux-mêmes un vomissement par action de leurs membres antérieurs, puis ils se regroupent dans un même coin. Les souris creusent les copeaux de bois en les mangeant et en les rongant. Ces comportements durent environ 35 minutes à 40 minutes. Cependant, aucune souris morte n'est observée avec la dose de 100 mg/kg du poids corporel.

L'administration de la dose de 500 mg/kg du poids corporel provoque une diminution du mouvement d'agitation des souris. Elles se regroupent et se couchent les unes sur les autres dans un coin de la cage. Une souris est morte après 15 minutes et une autre après 40 minutes de l'administration de la dose. Les autres survivent pendant les 72 heures d'observation. Les survivantes continuent à se nourrir et à boire comme d'habitude.

Pour la dose de 2048 mg/kg, six souris sur les dix testées sont mortes au cours de 72 heures d'observation.

Tableau 2. *Nombres de souris testées vivantes et mortes pendant 72 heures*

Lots	Dose (mg/kg)	Nombres de souris	Vivantes	Mortes	Mortalité en %	Log(dose)
1	0	10	10	0	0	0
2	100	10	10	0	0	2
3	500	10	8	2	20	2,69
4	2048	10	4	6	66,66	3,31

3.4 LA VALEUR DE DOSE LÉTALE 50 (DL50)

À partir de ce *Tableau 2*, on procède au calcul de la valeur de la dose létale 50 (DL_{50}) de la racine du riz qui tue la moitié des individus testés.

3.4.1 MÉTHODE LINÉAIRE

L'équation utilisée pour en trouver la valeur est $y = Ax + B$. La résolution de cette équation consiste à trouver la valeur de A et B dans le système:

$$66,66 = A \cdot 2048 + B \quad \text{et} \quad 20 = A \cdot 500 + B$$

Le calcul nous permet de trouver les deux valeurs: $A = 0,03014$ et $B = 4,93328$

⇒ D'où l'équation linéaire obtenue $y = 0,03014x + 4,93328$.

Le calcul linéaire permet de donner la valeur de DL_{50} de 1495,24618 mg/kg de poids corporel de souris.

3.4.2 MÉTHODE PAR CALCUL LOGARITHMIQUE

La variation de 20 % à 66,66 % pour la mortalité n'est pas proportionnelle à la variation de 500 mg/kg à 2048 mg/kg pour la dose administrée. Le calcul des valeurs logarithmiques est fait et on a trouvé une autre valeur de 1258,93 mg/kg du poids corporel.

La valeur de x qui est le log (DL_{50}) vaut 3,1 correspond à $y = 50$ % de mortalité

⇒ D'où, la $DL_{50} = 1258,92541$ mg/kg de poids corporel.

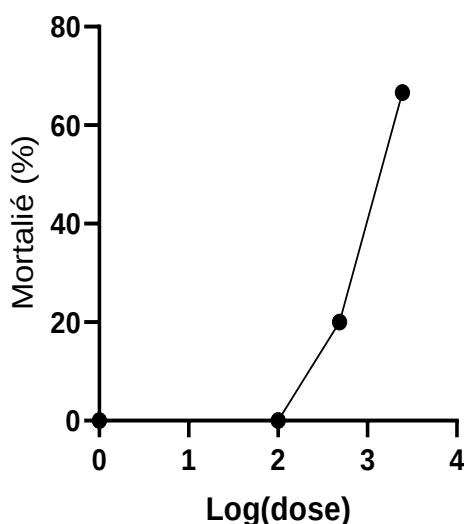


Fig. 1. Taux de mortalité en fonction du logarithme de la dose administrée

4 DISCUSSION

Le criblage phytochimique de l'extrait éthanolique des racines du riz de variété X243 a montré la présence des alcaloïdes, des tanins, des polyphénols et des composés cyanogénétiques.

Les composés cyanogénétiques sont dérivés du cyanure. Le cyanure est une substance très toxique. Chez le rat par administration orale, la DL_{50} du cyanure d'hydrogène comprise entre 3,62 mg/kg et 4,21 mg/kg de poids corporel [17]. La présence de ces composés cyanogénétiques dans les racines du riz affirme la connaissance quotidienne de la population locale et confirme la toxicité des racines du riz. Les ancêtres malgaches appelés « *Ny Ntaolo* » ont raison de laisser les racines du riz à la rizière et ont interdit de porter au village.

L'étude toxicologique de l'extrait éthanolique des racines du riz (X243), par voie orale, chez les souris albinos a permis de déterminer la valeur de DL_{50} . Nous avons deux valeurs données: par le calcul logarithmique obtenu par le graphe la valeur 1258,93 mg/kg du poids corporel des souris et par le calcul linéaire la valeur 1495,24 mg/kg du poids corporel des souris.

L'arsenic est un élément métallique qui s'accumule dans les racines. Il est fort probable que l'arsenic présent dans ces racines soit responsable de la mort des êtres vivants.

Le composé alcaloïde confirme également la toxicité de la racine du riz variété X243, voire sa consommation à l'état naturel [18], [19].

Selon l'échelle de Hodge et Sterner ou l'échelle toxicologique, les deux valeurs de la DL_{50} des racines du riz sont comprises entre 500 mg/kg et 5000 mg/kg du poids corporel et permettent de dire que les racines du riz X243 sont légèrement toxiques [20]. Certes, un poison reste toujours poison et un poison tue toujours. Le cyanure est un poison redoutable [21].

L'empoisonnement se fait avec des racines macérées dans le rhum local « *Toaka gasy* ». Une fois à l'intérieur de l'homme, l'alcool provoque différents troubles et anomalies. Ces dernières aggravent l'anoxie provoquée par le cyanure déjà présent dans les racines. Ces raisons montrent que les racines du riz sont toxiques pour les êtres vivants animaux.

En considérant la grande valeur, on peut dire qu'il faut un peu plus de poison pour tuer la moitié des individus testés. Et en tenant compte de la valeur faible, il faut moins de poison pour tuer la moitié des individus testés. On tentera une autre expérience pour une dose entre ces deux valeurs 1258,93 mg/kg et 1495,24 mg/kg du poids corporel des souris.

En regardant l'écart de la valeur donnée par calcul linéaire et par calcul logarithmique, la différence est très mince entre ces deux valeurs 1,25893 g/kg et 1,49524 g/kg et on peut dire alors qu'un intervalle de ces valeurs est la valeur de dose létale 50 des racines de riz.

5 CONCLUSION

Le résultat du criblage phytochimique des racines du riz X243 montre la présence des familles chimiques: alcaloïdes, polyphénols, tannins et composés cyanogénétiques. En effet, les composés cyanogénétiques sont très toxiques. La valeur de la DL_{50} des racines du riz X243 administrée par voie orale a été donnée par calcul linéaire: 1495,24 mg/kg du poids corporel et par calcul logarithmique: 1258,93 mg/kg du poids corporel. Donc, ces deux valeurs indiquent que les racines du riz sont toxiques.

REFERENCES

- [1] Brigitte Courtois, « Une brève histoire de l'amélioration génétique du riz », Montpellier, 2007.
[Online] https://agritrop.cirad.fr/545575/3/document_545575.pdf
- [2] SOUNG Malyna, « Variabilité génétique de l'architecture du système racinaire d'une collection de riz de type indica », Montpellier, 2012.
- [3] Cirad – Agritrop, FOFIFA, « Bilan de la recherche agricole à Madagascar », Antananarivo, 2013.
[Online] <https://agritrop.cirad.fr/593279/1/ID593279.pdf>
- [4] H. d. Laulanié, « Le système de riziculture intensive malagasy », TROPICULTURA, vol. 11, n° 13, pp. 110-114, 1993.
- [5] Noro, Sidonie, « RIZICULTURE AMÉLIORÉE », 2015.
[Online] <https://norosidonie.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/10/riziculture-amc3a9liorc3a9e.pdf>
- [6] S. H. R. Irène Eliette RAZAFINDRAIBE, Catalogue National des Espèces Cultivées à Madagascar, 1ère éd., P. ATTITUDE, Éd., Antananarivo, 2010, p. 124.
- [7] M. Peltier, « Les dénominations variétales du riz cultivé (*Oryza sativa* L.) à Madagascar », Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, vol. 18, n° 14-6, pp. 180-191, 1971.
- [8] Julien Venesson, « Arsenic dans le riz: quels sont les vrais dangers ? », 20 décembre 2023.
[Online] <https://www.julienvenesson.fr/arsenic-riz-dangers/#:~:text=L'arsenic%20inorganique%20dans%20le%20riz&text=L'arsenic%20s'accumule%20ainsi,efficace%20pour%20fixer%20l'arsenic> [Accès le 20 janvier 2025].
- [9] Jean Bruneton, Pharmacognosie, Phytochimie, Plante médicinale, 4e édition. LAVOISIER, Paris, éd.: Tec & Doc, 2009, p. 1288.
- [10] Edouard R. A., Oliva J.A., Rijalalaina R., Navalona A. R., Rovantsoa J.A., Lala A. et Philippe A.A., « Screening phytochimique et activité antioxydante de fruits de «rotra» ou *Eugenia jambolana* lam. consommés par les habitants des hautes terres de Madagascar », MADAHARY, vol. 4, pp. 01-12, 2015.
- [11] Douhou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi L.m., Hassaniand A.B. et Gmira N., « Screening phytochimique d'une endémique ibero-marocaine, *thymelaea lythroides*, » Bull.Soc.Pharma.Bordeau, pp. 61-78, 2003.
- [12] Hakim A., Bouchaib B., Lalla Mina I.H., et Nouredine B., « Screening phytochimique et identification spectroscopique des flavonoïdes d'*Asteriscus graveolens* d'*asteriscusgraveolens*subsp. *odorus*. », Afrique Science, vol. 3, n° 110, pp. 316-328, 2014.
- [13] « Centre Canadien d'Hygiène et Sécurité au Travail », [Online] <https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html>. [Accès le 30 octobre 2023].
- [14] R, Sitraka Leonie, Évaluation de la toxicité de l'extrait total aqueux d'*androya decaryi* (scrophulariaceae) chez la souris, Fianarantsoa, École Normale Supérieure, 2016.
- [15] A. Bensakhria, « Toxicité Aiguë », Toxicité des substances chimiques, Analyse Toxicologique, avril 2017.

- [16] F. ADLY, M. MOUSSAID, A. A. ELAMRANI, C. BERAHALL, H. MOUSSAID, N. BOURHIM et M. LOUTFI, « Étude chimique de l'extrait aqueux d'*Allium subvillosum* (L.) (Alliaceae) », International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 9, n° 11, pp. 534-541, février 2015.
- [17] INRS, *Cyanure d'hydrogène*, 4e, 2022. [Online] https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_4 [Accès le 10 octobre 2025].
- [18] X. Gruffat, « Creapharma », 11 Octobre 2023. [Online] <https://www.creapharma.ch/glossaire/chimie-biochimie/alcaloides.html> [Accès le 6 mars 2024].
- [19] Aziz Bouchelta, Ahmed Boughdad, Abelali Blenzar, « Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoides des extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) », Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, vol. 9, pp. 259-269, 2005.
- [20] Ministère de l'Emploi social et du développement, « Guide de Gestion des Substances dangereuses », Canada. [Online] <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securite/rapports/substances-dangereuses.html> [Accès le 10 mai 2023].
- [21] « Le cyanure: comment il tue, comment il pollue ? », août 2015. [Online] https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/le-cyanure-comment-il-tue-comment-il-pollue_102451.