

Composés minéraux et teneur en anthocyane d'*Ampelocissus multistriata* du Tchad

Mberdoug Memti NGUINAMBAYE^{1*}, Ngam-Asra NADJINDOROU² et Otchom Boy BRAHIM³

¹ Université de Ndjamen, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Département de Biologie, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie Végétale, BP 1027, Ndjamen, Tchad

² Université de Ndjamen, Faculté des Sciences de la Santé Humaine Département de Biomédical, BP 1117, Ndjamen, Tchad

³ Recteur de l'Université de Toumaï, BP 1764, N'Djamena, Tchad

* Correspondance, courriel : memti2020@gmail.com

Résumé

La présente étude porte sur les dosages des anthocyanes totales et des substances minérales dans les différents organes d'*Ampelocissus multistriata*. Les teneurs en anthocyanes totales des extraits sont estimées par la méthode de pH-différentiel utilisant deux systèmes tampon : la solution de chlorure de potassium et la solution d'acétate. L'absorbance est lue par rapport au blanc à 510 nm et à 700 nm, 15 minutes plus tard. Les substances minérales sont déterminées par absorption atomique dans les matières sèches des fruits, écorces, racines tubéreuses, feuilles et tiges par la méthode de Pinta après minéralisation de l'échantillon. Les résultats montrent que les teneurs en anthocyanes totales varient de 5,78 à 122,1 µg /g de poids sec soit une variation d'environ 21 fois. Les teneurs en anthocyanes totales évaluées sont très faibles dans les extraits des racines (7,7 µg/g) et plus élevées dans les feuilles (122,1 µg/g). Les teneurs des substances minérales varient dans les minéralisats d'un organe à l'autre. Les racines d'*Ampelocissus multistriata* sont les plus riches en phosphore (4,13 g/kg). Le taux du potassium le plus élevé est enregistré dans le minéralisat des racines (12,36 g/kg). Les taux en fer les plus élevés sont enregistrés dans les minéralisats des feuilles (86,05 mg/kg). Au regard des résultats obtenus, des pistes de programme d'améliorations variétales pourraient être concluantes. Ainsi, ces programmes de valorisation pourraient être élaborés pour la domestication, l'amélioration génétique et la diversité phylogénétique de l'espèce.

Mots-clés : minéraux, anthocyanes, *Ampelocissus multistriata*, Donia-Tchad.

Abstract

Mineral compounds and anthocyanin content of *Ampelocissus multistriata* from Chad

The present study focuses on the determinations of total anthocyanins and minerals contents in the various organs of *Ampelocissus multistriata*. The total anthocyanin has been extracted and estimated by using the pH-differential method of two buffer systems; the potassium chloride solution and the acetate solution. Absorbance also, has obtained by the reading against blank at 510 nm and 700 nm, for 15 minutes. Furthermore, the Minerals are determined by atomic absorption by the drying the fruits, barks, tuberous roots, leaves and stems by using Pinta method for mineralization of the samples. The results of the studies show that the total anthocyanin contents are vary from 5.78 to 122.1 µg / g dry weight, ie: The variation is

approximately about 21 times. The total anthocyanin contents also, evaluated and indicating very low values in the roots (7.7 $\mu\text{g} / \text{g}$) but shows higher contents in the leaves (122.1 $\mu\text{g} / \text{g}$). Such variations suggest that the substances mineralization are varying from one organs to another. Further studies, show that the roots of *Ampelocissus multistriata* are vary in the values of the minerals content from one organ to another. Such studies exhibit, the roots of *Ampelocissus multistriata* are richer in the values of phosphorus matters (4.13 g / kg) as well as the potassium (12.36 g / kg), which has been recording in the roots, whilst show highest iron values contents in the leaf as (86.05 mg / kg). In comparison with the results obtained, tracks of program of varietal improvements could be conclusive. Thus, these programs of valorization could be worked out for domestication, the genetic improvement and the phylogenetic diversity of the species.

Keywords : *minerals, anthocyanin, Ampelocissus multistriata, Donia-Chad.*

1. Introduction

Au Tchad, 78 % de la population sont en milieu rural [1] et vivent essentiellement de l'agriculture et de l'élevage. Cependant, le Tchad enregistre en ce moment une baisse de la production agricole due essentiellement à l'exode rural, ajouté à l'avancée du désert et au manque de financement conséquent de l'agriculture. En outre, il est plus vraisemblable que l'origine de cette réduction de la production agricole soit liée à la diminution de la fertilité des sols associée aux maladies phytosanitaires [2]. Pour assurer leur sécurité alimentaire et réduire la pauvreté, les populations rurales font recours à une large gamme d'espèces végétales cultivées ou spontanées. *Ampelocissus multistriata* fait partie des espèces spontanées exploitées. En effet, les espèces du genre *Ampelocissus* sont des plantes appartenant à la famille des Vitacées. Mais en général, la souche de la plante seule est vivace, les tiges sont annuelles. Ce sont des plantes grimpantes ou des lianes ou des herbes dressées s'élevant d'une souche vivace. *Ampelocissus multistriata* est une espèce spontanée à usage alimentaire dont le mode d'acquisition est la cueillette. Les jeunes feuilles sont comestibles, les racines sont galactogènes. L'exploitation des espèces du genre *Ampelocissus* pourrait constituer une voie de diversification des sources du revenu de la population. Ce sont des espèces non cultivées et ne bénéficient en général d'aucune protection surtout lorsqu'elles se trouvent hors des aires protégées. Elles sont menacées de disparition par l'action conjuguée des hommes et des pressions de pâturage. Mais souvent, elles sont sous- exploitées du fait de l'ignorance des valeurs nutritives de celles-ci.

Ampelocissus multistriata est une espèce exploitée de façon empirique dans la zone pour les besoins nutritionnels et sanitaires [3]. Il est à signaler qu'en Afrique, les vertus thérapeutiques des plantes étaient connues par nos ancêtres et nos parents de façon empirique [4]. La plante, pour se développer, a besoin des substances minérales. C'est ainsi que [5] affirme que les éléments minéraux sont indispensables à une bonne croissance et un bon développement des plantes, végétatif ou génératif mais également pour la résistance aux maladies et ravageurs. Dans les écosystèmes terrestres, les plantes représentent la principale voie d'entrée des ions minéraux nutritifs dans la biosphère et les chaînes alimentaires qui conduisent à l'homme. Par ailleurs, les anthocyanes sont des métabolites secondaires des végétaux généralement localisés dans les vacuoles. Leur couleur vive attire les insectes et les oiseaux qui jouent un rôle majeur dans la pollinisation des fleurs et la dispersion des graines [6]. Les anthocyanes sont des métabolites secondaires responsables en grande partie de la coloration allant du rouge au violet présents dans les fruits, les fleurs et les feuilles des végétaux [7]. La principale caractéristique des anthocyanes est leur diversité de couleur allant du bleu, au rouge, mauve, rose et orange [8]. Les anthocyanes présentent des propriétés botaniques importantes. Elles sont responsables de la couleur vive des fleurs, des fruits et de certaines feuilles [9 - 11]. Elles participent à la pigmentation des fleurs, des légumes et de quelques fruits (raisins, agrumes). Il faut ajouter que les anthocyanes ont des activités biologiques. [11] a montré que les anthocyanosides ont un grand pouvoir

de coloration et sont solubles dans l'eau. Les *anthocyanes*, déjà connues pour leur coloration rouge dans les vins ou les jus de fruits, sont très recherchées [12]. De plus, les anthocyanes de par leurs couleurs, contribuent aux critères de qualité de la baie en vinification [13]. Ce sont des pigments instables mais leur réactivité, conduit à de nombreux pigments qui participent à la couleur des vins rouges et à sa stabilité [14]. Ce sont des composés non toxiques et sont considérés comme des colorants naturels susceptibles de remplacer les colorants synthétiques utilisés dans l'industrie agroalimentaire. Par ailleurs, les polyphénols sont communément subdivisés en tanins, lignines, flavonoïdes et anthocyanes qui dérivent tous de l'assemblage d'unités phénoliques [15]. Les polyphénols constituent l'une des principales classes de métabolites secondaires qui se localisent généralement au niveau des différentes parties de la plante. Les polyphénols sont aussi connus pour leurs activités biologiques qui sont en relation directe avec la santé de l'être humain [16]. Ces composés suscitent un grand intérêt de par leurs nombreux effets bénéfiques pour la santé : prévention et traitement de certains cancers, traitement des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neuro dégénératives [17 - 26]. On associe leur consommation à l'amélioration de l'acuité visuelle, on leur reconnaît des propriétés anti-cancérogènes, anti-inflammatoires et la capacité de réduire les risques d'être atteints par des maladies cardiovasculaires [11, 27 - 29].

En effet, [26] a montré que les sujets ayant un apport insuffisant de ces constituants seraient plus exposés aux cancers et aux maladies cardiovasculaires. Certains d'entre eux sont également utilisés comme additifs pour les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique. C'est le cas des anthocyanes. Leur activité antioxydante laisse supposer que leur apport par l'alimentation pourrait jouer un rôle bénéfique dans la santé humaine, notamment dans le domaine des risques [11]. Les principaux rôles physiologiques qui leur sont attribués dans la plante sont, entre autres, l'absorption des radiations néfastes pour la chlorophylle b, le transport des monosaccharides, la régulation de la pression osmotique durant les périodes de sécheresse et de froid ou la régulation de la réponse anti - oxydative des plantes soumises à des facteurs de stress [30]. Cependant, aucune étude n'est faite sur cette espèce pour caractériser les composés phénoliques notamment les anthocyanes afin de la mettre à la disposition des industries agroalimentaires implantées au Tchad. Au moment où le gouvernement Tchadien prône l'autosuffisance alimentaire et la réduction de la pauvreté, l'exploitation des fruits et feuilles de l'espèce *Ampelocissus multistriata* pourrait contribuer à diversifier les habitudes alimentaires de la population car, les jeunes feuilles et les fruits sont comestibles. Le but du présent travail consiste à doser d'une part des anthocyanes par la méthode de pH-différentiel et d'autre part, les sels minéraux par absorption atomique dans les différents organes d'*Ampelocissus multistriata*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site de prélèvement des échantillons

Les échantillons ont été prélevés dans la sous-préfecture de Donia du Département de Nya Pendé dans la région du Logone Oriental (**Figure 1**). Ce site est choisi par rapport à sa situation géographique. En effet, Donia est situé dans la zone la mieux arrosée par la pluie du territoire tchadien. C'est aussi une zone dominée par les formations savaniques qui regorgent assez des termitières mortes, site préférentiel des espèces du genre *Ampelocissus*. Cette sous-préfecture compte 20.000 habitants [1] et est distante du chef-lieu de la région (Doba) de 63 km. Elle est caractérisée par un climat de type soudano-guinéen avec une pluviométrie annuelle variant entre 800 et 1400 mm. Dans cette zone, la saison des pluies s'étend de fin mai à début octobre. Donia se trouve dans la zone soudanienne dont les formations savaniques sont dominantes. La zone soudanienne représente 12 % du territoire national [31]. Physionomiquement, la végétation de Donia se subdivise en forêt claire, savane boisée, savane arborée, savane arbustive et savane herbeuse. Les coordonnées géographiques de la sous-préfecture de Donia sont : Latitude N 8° 24 ' et Longitude E 16° 26 '. L'humidité relative annuelle se situe entre 30-90 %.

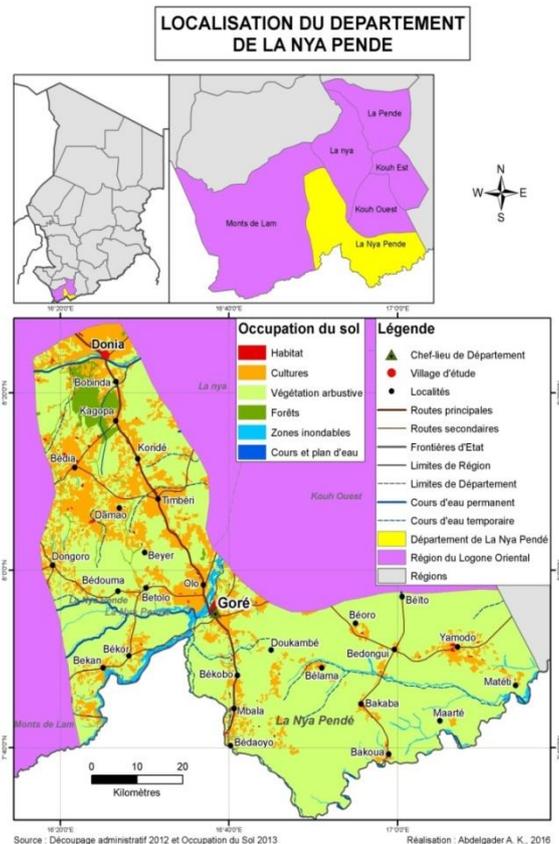


Figure 1 : Site de collectes des échantillons

2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des différents organes d'*Ampelocissus multistriata*. Il s'agit des rhizomes, des écorces, des tiges, des feuilles et des fruits. Ces organes ont été choisis à cause de leur usage en médecine traditionnelle et dans l'alimentation (fruits, tige et feuilles). Les échantillons ont été coupés à l'aide d'un sécateur dans leur habitat naturel aux environs de Donia au sud du Tchad. Ensuite, ils ont été collectés et mis dans des sachets pour éviter leur dessèchement. Les organes collectés, ont été lavés, coupés en petits fragments et soigneusement séchés à la température ambiante (variant entre 37°-39°) dans le laboratoire sous ventilation continue, à l'abri des rayons solaires et de la poussière. La durée du séchage a varié entre deux et quatre semaines selon l'organe récolté. Les échantillons ont été ensuite broyés dans un mortier puis la poudre a été conditionnée dans des flacons en verre hermétiquement fermés puis conservés à l'abri de la lumière et de l'humidité avant les extractions et les dosages.

2-3. Méthodes

2-3-1. Détermination des éléments minéraux Fe, P et K par absorption atomique

Ces substances minérales ont été déterminées par absorption atomique dans les matières sèches (MS) des fruits, écorces, racines tubéreuses, feuilles et tiges en suivant la méthode proposée dans la référence [32].

2-3-2. Dosage des anthocyanes totales

Les teneurs en anthocyanes totales (TAT) des extraits sont estimées par la méthode de pH-différentiel [33].

2-4. Traitement des données

Les données ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel Genstat. Les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Bonferroni au seuil de 5 %. Les résultats ont été exprimés sous la forme d'une moyenne \pm écart type. Les résultats obtenus sont ensuite représentés sous forme de graphiques à l'aide du tableur EXCEL.

3. Résultats

3-1. Teneurs en substances minérales

3-1-1. Les teneurs moyennes en phosphore dans des organes

Nos résultats ont relevé que tous les minéralisâts des organes étudiés contiennent du phosphore. Les teneurs en phosphore varient dans les minéralisâts de 1,24 g/kg à 4,13 g/kg de matière sèche (**Figure 2**) soit une variation de l'ordre de 69,97 %. En effet, les racines d'*Ampelocissus multistriata* sont les plus riches en phosphore (4,13 g/kg) suivies des feuilles et tiges qui ont respectivement à peu près les mêmes teneurs (2,27 g/kg et 2,07 g/kg). Les plus faibles teneurs en phosphore sont observées respectivement dans le minéralisât des fruits (1,65 g/kg) et celui des écorces (1,24 g/kg).

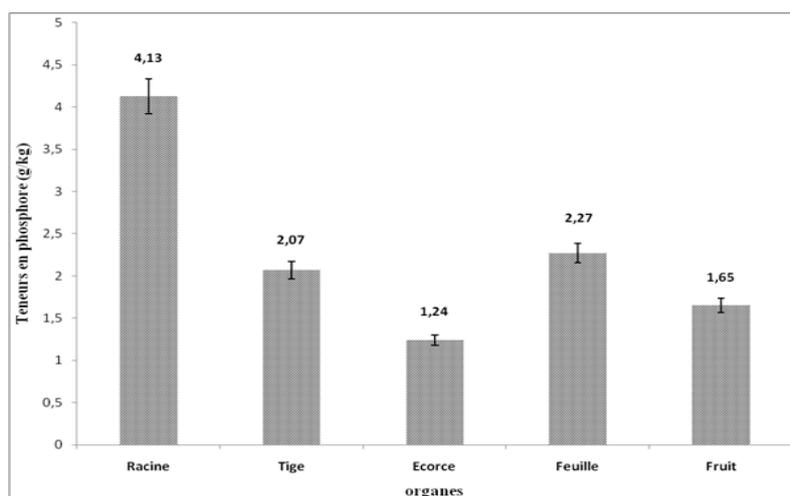


Figure 2 : Teneurs moyennes en phosphore dans les organes

3-1-2. Les teneurs moyennes en potassium dans des organes

Les résultats obtenus, indiquent que tous les organes d'*Ampelocissus multistriata* sont riches en potassium (**Figure 3**). Aussi faut-il noter que les teneurs en potassium varient d'un organe à un autre entre 8,11 g/kg à 12,36 g/kg de MS soit une variation d'environ une (1) fois correspondant à 9,38 %. Le taux du potassium le plus élevé est enregistré dans le minéralisât des racines (12,36 g/kg). Les autres organes présentent des minéralisâts ayant sensiblement les mêmes teneurs.

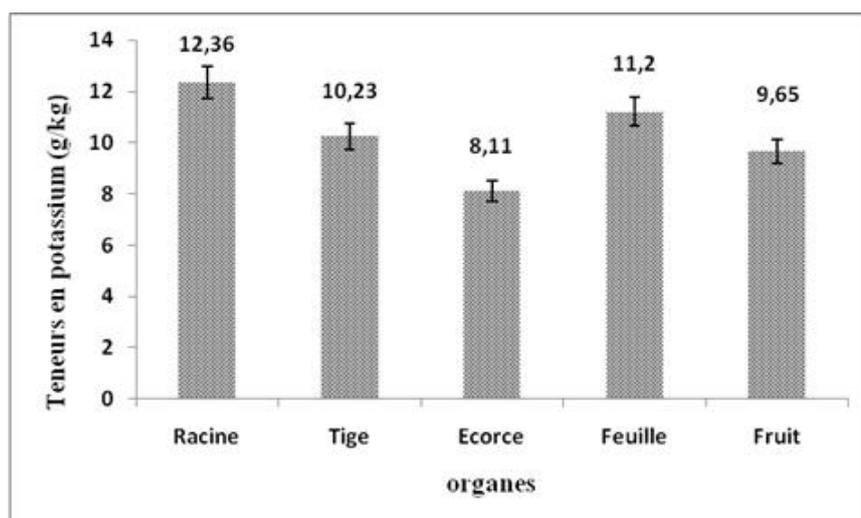


Figure 3 : Teneurs moyennes en potassium dans les organes

3-1-3. Les teneurs moyennes en fer dans des organes

Enfin, les résultats obtenus, montrent également que tous les organes d'*Ampelocissus multistriata* contiennent du fer (Figure 4). Les teneurs en fer dans les minéralisâts des organes varient entre 1,5 mg/kg à 86,05 mg/kg soit un taux de variation de 98,25 %. Les taux en fer les plus élevés sont enregistrés dans les minéralisâts des feuilles (86,05 mg/kg) suivis par ceux relevés dans des écorces (68,14 mg/kg) et racines (48,64 mg/kg). Mais le plus faible taux est obtenu dans celui des tiges (1,5 mg/kg).

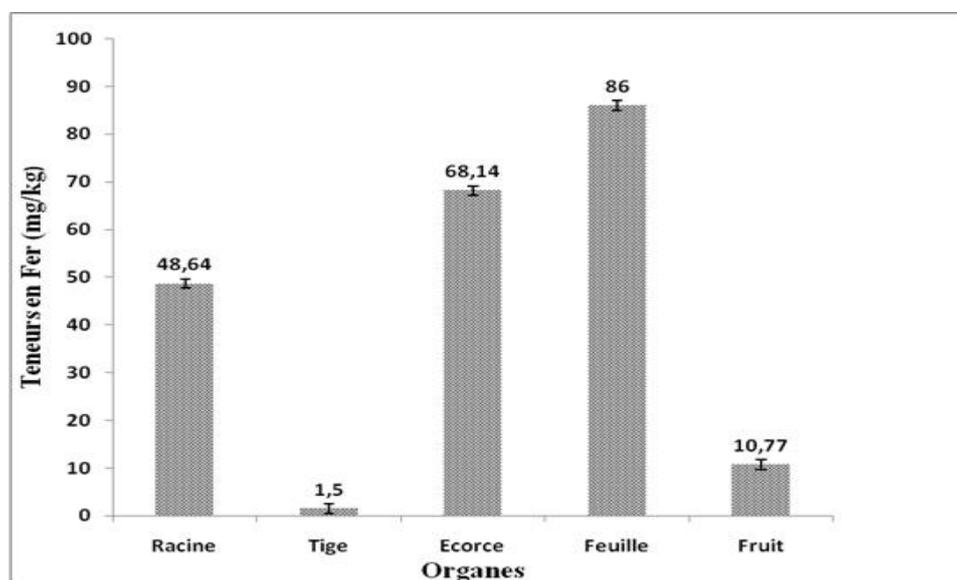


Figure 4 : Teneurs moyennes en fer dans des organes

3-1-4. Comparaison des teneurs des composés minéraux dans les organes

Le **Tableau 1** montre que les taux des trois composés minéraux étudiés varient d'un organe à un autre. En effet, dans tous les organes, le taux de potassium est plus élevé. Le taux de phosphore dans les organes reste moyen. Par contre, le taux de fer reste faible dans tous les organes.

Tableau 1 : Récapitulatif des teneurs en substances minérales dans les organes

Teneur	Racine	Tige	Écorce	Feuille	Fruit
Fer	48,64 ± 0,26 ^f	1,50 ± 0,49 ^h	68,14 ± 0,05 ⁱ	86,02 ± 0,01 ⁱ	10,77 ± 0,25 ^g
Phosphore	4,13 ± 0,04 ^e	2,07 ± 0,02 ^d	1,24 ± 0,41 ^a	2,27 ± 0,75 ^c	1,65 ± 0,55 ^b
Potassium	12,36 ± 0,12 ^k	10,23 ± 0,07 ^m	8,11 ± 0,03 ^l	11,2 ± 0,07 ⁿ	9,65 ± 0,22 ^p

Les résultats des teneurs en substances minérales sont exprimés sous la forme d'une moyenne ± écart-type. Les moyennes dans chaque colonne suivies d'une lettre différente sont significativement différentes (P < 0,005).

3-2. Grosseur des racines tubéreuses d'*Ampelocissus multistriata*

Ampelocissus multistriata est une espèce dont les racines souterraines sont de gros tubercules (**Figure 5**).



Figure 5 : Ensemble des racines tubéreuses

3-3. Teneurs en anthocyanes totales des organes

Les résultats de la **Figure 6** obtenus, stipulent que les teneurs en anthocyanes totales varient de 5,78 à 122,1 µg /g de poids sec soit une variation d'environ 21 fois. Les teneurs en anthocyanes totales évaluées sont très faibles dans les extraits des racines (7,7 µg/g), écorces (8,09 µg/g) et tiges (5,78 µg/g). Mais, cette teneur est élevée dans le fruit (24,2 µg/g) et plus élevée dans les feuilles (122,1 µg/g).

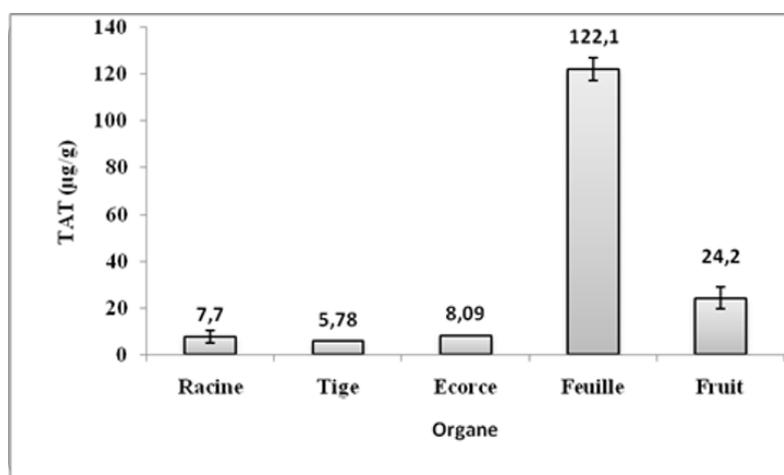


Figure 6 : Taux en anthocyanes totales des organes d'*Ampelocissus multistriata*

3-4. Coloration des fruits d'*Ampelocissus multistriata*

Les fruits de cette plante sont rougeâtres lorsqu'ils sont mûrs (*Figure 7*) et sont comestibles.



Figure 7 : Fruits mûrs rougeâtres d'*Ampelocissus multistriata*

4. Discussion

4-1. Les teneurs en phosphore dans les organes

Les résultats obtenus, montrent une teneur importante en phosphore dans les organes. En effet, le phosphore est un élément important de la physiologie de la plante, notamment dans le métabolisme énergétique, car il participe aux réactions de respiration et de synthèse des glucides et des protéines. Il est également un constituant essentiel des acides nucléiques. Il participe au maintien du pH cellulaire à un niveau favorable pour ce processus et favorise l'accumulation de sucres [34]. La richesse en phosphore et en potassium confère un effet diurétique à la plante étudiée. Ce qui est en accord avec les résultats des enquêtes réalisées par [35].

4-2. Les teneurs en potassium dans les organes

Les résultats de cette étude présentent un taux aussi important de potassium dans les différents organes d'*Ampelocissus multistriata*. C'est un minéral majeur qui joue de précieux rôles dans le fonctionnement de cette plante. En effet, *Ampelocissus multistriata* est une plante annuelle qui disparaît à un moment donné de la saison sèche. Les feuilles tombent par manque d'eau et la plante continue à survivre grâce à ses racines tubéreuses. Aux premières pluies, il y a de nouvelles feuilles qui poussent sur ces racines. Cette situation de vie ralentie par manque d'eau, s'explique par les activités que mènent les principaux minéraux. C'est le cas du potassium qui joue un rôle lors du déficit hydrique en favorisant l'absorption d'eau par les racines et en contrôlant les mécanismes d'ouverture et de fermeture des stomates [36]. Par ailleurs, [2] a montré qu'il y a un taux élevé des sucres dans les fruits d'*Ampelocissus multistriata*. Cette accumulation des taux de sucre dans les fruits s'explique par la présence des sels minéraux comme le potassium. Ce résultat est similaire à celui de [34] qui stipule que le potassium participe également à l'accumulation des sucres dans les baies des fruits et c'est aussi un régulateur de l'acidité des jus de fruit.

4-3. Les teneurs en Fer dans les organes

Les résultats obtenus, révèlent des proportions importantes en fer dans les minéralisâts des feuilles plus que les autres organes. Ceci peut s'expliquer par le rôle que le fer joue dans le fonctionnement de cet organe. En effet, le fer intervient dans la constitution des enzymes. Et ces enzymes jouent un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques telles que la photosynthèse. Par ailleurs, les symptômes de chlorose observés sur les feuilles de plante sont à relier au rôle du fer dans la photosynthèse.

4-4. Comparaison entre les teneurs en substances minérales dans les organes

En comparant les teneurs des sels minéraux dans les différents organes, les résultats montrent que le taux du potassium est très élevé suivi très loin du taux de phosphore. Alors que le taux du fer est très faible dans chacun des organes. Ceci pourrait s'expliquer par les rôles que chaque minéral joue dans le fonctionnement de cette plante. En effet, le fer existe toujours à de très faible dose dans les organismes mais joue des rôles biologiques importants. [37] a montré que le phosphore joue un rôle moins important dans la nutrition des végétaux adultes. Cependant, [37] a montré que le potassium reste capital dans l'absorption racinaire de l'eau par les plantes et aussi dans le contrôle du mécanisme d'ouverture et de fermeture des stomates en cas de déficit hydrique.

4-5. Intérêt nutritionnel d'*Ampelocissus multistriata*

D'après les résultats obtenus, les teneurs en phosphore, en potassium et en fer varient significativement ($P < 0,005$) dans les minéralisâts des organes. La détermination des teneurs en éléments minéraux majeurs (P, K, Ca et Mg) est importante car il permet d'apprécier l'état nutritionnel de la plante [34]. Ainsi, en tenant compte de la richesse des sels minéraux étudiés, l'espèce *Ampelocissus multistriata* présente des atouts nutritionnels. [34] a montré que la détermination des teneurs en éléments minéraux majeurs (P, K, Ca et Mg) est importante car il permet d'apprécier l'état nutritionnel de la plante.

4-6. Grosseur des racines tubéreuses d'*Ampelocissus multistriata*

Nos résultats révèlent que les racines contiennent des proportions importantes de phosphore (4,13 g/kg) et de potassium (12,36 g/kg) plus que les autres organes. Cela pourrait être expliqué par le fait que, le phosphore et le potassium sont des minéraux qui participent au développement des organes souterrain des végétaux. C'est pour cette raison que les racines tubéreuses d'*Ampelocissus multistriata* sont énormément grosses (**Figure 6**). Les résultats obtenus sont similaires à ceux évoqués par les travaux antérieurs des experts de [38]. Ceux-ci montrent que, le potassium par sa forte mobilité dans la plante, joue un rôle primordial dans le développement racinaire [38].

4-7. Teneurs en anthocyanes totales dans les différents organes

Les anthocyanes possèdent plusieurs fonctions physiologiques importantes dans les cellules végétales [13]. Les teneurs en anthocyanes totales de trois organes (racine, écorce et tige) sont sensiblement identiques. Par contre, entre ceux-ci, les fruits et les feuilles, les différences des teneurs en anthocyanes totales sont très importantes. Cette variation des teneurs est probablement liée à la couleur de ces organes (**Figure 7**). Ce résultat est similaire à celui de [39, 40]. En effet, [39, 40] ont travaillé sur voandzou (*Vigna subterranea*) et ont trouvé que les graines colorées sont riches en anthocyane. Cette idée corrobore celle de [41]. En effet, [41] et ses collaborateurs ont montré que les feuilles de *F. macrophylla* ont une quantité en anthocyanes largement élevée que les autres organes végétaux. La coloration des fruits d'*Ampelocissus multistriata* est

liée à la présence de fortes teneurs en anthocyanes totales. Cette idée est partagée par [6] et ses collaborateurs. Ceux-ci montrent que les anthocyanes se trouvent chez la plupart des espèces végétales, dans les fruits, les fleurs, feuilles et les organes de réserve. Ainsi, conformément à la réglementation, les espèces végétales qui sont comestibles peuvent être utilisées pour la fabrication de colorants [6]. Par ailleurs, les anthocyanes étant des composantes des polyphénols donc présentent des activités anti-oxydantes leur permettant de lutter contre certaines maladies et de les prévenir. Ainsi, ces molécules présentent un intérêt pharmaceutique important avec l'obtention de composés nutritifs ou thérapeutiques [42 - 44]. D'autre part, la consommation de produits riches en polyphénols permet d'éviter le risque de la survenue de certaines maladies [45 - 47]. [48 - 50] montrent aussi que sur le plan physiologique, les anthocyanes sont fortement impliquées dans la photoprotection et plusieurs auteurs ont démontré le rôle des anthocyanes dans la protection contre les radiations UV-B.

4-8. Corrélation entre les teneurs en substances minérales et celles des anthocyanes

On note une corrélation entre les substances minérales et l'anthocyane. Chaque espèce pouvait réagir différemment par rapport à une autre. Les états de carence ou d'excès des minéraux peuvent jouer sur les teneurs en anthocyane. Dans les anciennes littératures, toutes les observations affirment que la genèse des anthocyanes foliaires est intensifiée par la carence ou entravée par une trop forte teneur en cet élément. Ainsi, dans des suspensions cellulaires pigmentées de baie de raisin de Gamay teinturier, une plus forte accumulation des anthocyanes est observée quand la concentration en nitrate diminue et quand la concentration en saccharose augmente dans le milieu [51]. Sur la plante entière, les niveaux d'alimentation azotée influencent le type d'anthocyanes accumulés dans la pellicule de la baie de raisin [52]. Par ailleurs, [53] et ses collaborateurs ont mené une étude sur des parcelles de Tannat en Algérie. Ils ont montré que le sol qui contient plus de phosphore entraîne une augmentation importante de teneur en phosphore dans les feuilles. Ainsi, ces plantes fournissent un moût avec des quantités supérieures en polyphénols et en anthocyanes. Par ailleurs, [54] a fait observer que les anthocyanes ou anthocyanosides ont des couleurs qui dépendent aussi du pH, de la présence de copigments, d'ions métalliques (fer, aluminium), d'alcool.

5. Conclusion

Cette étude qui s'inscrit dans le contexte de la valorisation des espèces végétales spontanées permet à travers les différents dosages de déterminer les teneurs en sels minéraux et en anthocyanes totales dans les organes d'*Ampelocissus multistriata*. Les résultats montrent la présence des sels minéraux étudiés dans tous les organes. Les teneurs en sels minéraux varient d'un organe à un autre. En effet, dans tous les organes, le taux de potassium est plus élevé. Le taux de phosphore dans les organes reste moyen. Par contre, le taux de fer reste faible dans tous les organes. Par ailleurs, les résultats révèlent que les racines contiennent des proportions importantes de phosphore (4,13 g/kg) et de potassium (12,36 g/kg) plus que les autres organes. Il y a plus d'accumulation des substances minérales et des substances organiques dans les racines. C'est ce qui a permis aux tubercules racinaires d'être plus gros. Les teneurs en anthocyanes totales de trois organes (racine, écorce et tige) sont sensiblement identiques. Par contre, les fruits et les feuilles ont des teneurs en anthocyanes totales très élevées. C'est ce qui a donné la coloration rougeâtre des fruits. On note une corrélation entre les substances minérales et l'anthocyane. Les états de carence ou d'excès des minéraux peuvent jouer sur les teneurs en anthocyane.

Remerciement

Nous tenons à remercier l'Université de Ndjamena et l'Université de Ouagadougou qui ont soutenu matériellement et moralement ce travail. Nous remercions aussi les collègues qui ont pris part activement à la réalisation de cet article.

Références

- [1] - INSSEED, " Institut National des Études Économiques et Démographiques". 2e Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Tchad, (2009)
- [2] - M. M. NGUINAMBAYE, " Étude écophysiological et ethnobotanique d'Ampelocissus multistriata (Baker) Planch. (Vitacées Ampélidacées) dans la Sous-préfecture de Donia située au sud du Tchad", Thèse unique, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, (2016) 106 p.
- [3] - MBAHOUGADOBE SEVERIN, " Phytochimie et pharmacologie des plantes utilisées dans le traitement de la goutte au Tchad", Thèse unique, Université Marien N'Gouabi, Brazzaville, (2017) 173 p.
- [4] - L. EL RHAFARI and A. ZAID, " Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet). Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée", IRD Éditions, (2002), Terms of use: <http://www.openedition.org/6540>
- [5] - B. LEROT, " Les éléments minéraux", (2006). <http://www.orchidstory.be/site/mineraux>
- [6] - CHEIKH BEYE, LAT SOUK TOUNKARA, MAMADOU AMADOU SECK, PHILIPPE THONART and PATRICK FICKERS, "Opportunités pour la valorisation des végétaux riches en anthocyanes comme sources de colorants alimentaires (synthèse bibliographique) ", BASE [Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement], Vol. 19, N°4 (2015) 392 - 401. <https://popups.uliege.be/1780-450/index.php?id=12477>
- [7] - CAMILA GOMEZ, " Etude des mécanismes de stockage des anthocyanes dans la baie de raisin caractérisation fonctionnelle des gènes impliqués dans ces mécanismes", Thèse unique, Montpellier, (2009) 177 p.
- [8] - Y. TANAKA, N. SASAKI and A. OHMIYA, "Biosynthesis of plant pigments : anthocyanins, betalains and carotenoids", *Plant Journal*, 54 (2008) 733 - 749. doi: 10.1111/j.1365-313X.2008.03447.x
- [9] - P. G. PIETTA, "Flavonoïdes as antioxidants", *Journal of natural Product*, 63 (7) (2000) 1035 - 1042. doi: 10.1021/np9904509
- [10] - K. GHEDIRA, "Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique", *Phytotherapy*, 3 (2005) 162 - 169. <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0096-8>
- [11] - TSUDA TAKANORI, "Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies", *Mol. Nutr. Food Res.*, 56 (2012) 159 - 170. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100526>
- [12] - Y. EL HAJJ, N. LOUKA, C. NGUYEN and R. G. MAROUN, "Low Cost Process for Phenolic Compounds Extraction from Cabernet Sauvignon Grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon). Optimization by Response Surface Methodology". *Food and Nutrition Sciences*, 3 (01) (2012) 89 - 103. DOI: 10.4236/fns.2012.31014
- [13] - ERIC SOUBEYRAND, "Étude de la régulation par l'azote de la biosynthèse des anthocyanes dans les cellules de vigne, par une approche intégrative". Thèse unique, Université Bordeaux 2, Bordeaux, (2013) 164 p.
- [14] - NADA EL DARRA, "les composés phénoliques des raisins : étude du potentiel qualitatif et des procédés émergents d'extraction, la vinification apporte essentiellement les composés phénoliques (anthocyanes et tanins) qui participent à la couleur et à la structure générale du vin", Université de Technologie Compiègne Thèse unique, France, (2013) 317 p.

- [15] - JAMILA HADJ SALEM, "Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acylés de ces molécules par voie enzymatique", Thèse unique, Institut National Polytechnique de Lorraine, (2009) 271 p.
- [16] - Wafa GHNIMI, "Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Evaluation de leur propriété anti oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité l'acetylcholinestérase", Thèse unique, Université de Lorraine, France, (2015) p.
- [17] - X. TERRA, J. VALLS, X. VITRAC, J.-M. MERRILLON, L. AROLA, A. ARDEVOL, C. BLADE, J. FERNANDEZ-LARREA, G. PUJADAS, J. SALVADO and M. BLAY, "Grape-seed procyanidins act as anti-inflammatory agents in endotoxin-stimulated RAW 264.7 macrophages by inhibiting NFκB signaling pathway", *J. Agric. Food Chem.*, 55 (2007) 4357 - 4365
- [18] - C. S. YANG, S. SANG, J. D. LAMBERT, M.-J. LEE, "Bioavailability issues in studying the health effect compounds". *Mol. Nutr. Food Res.*, 52 (2008) S139 - S151. Yasuhiro T., Kumiko. = "<https://pdfslide.fr/em-polytechnique-de-lorraine.html>"
- [19] - L. H. CAZAROLLI, L. ZANATTA, E. H. ALBERTON, M. S. FIGUEIREDO, P. FOLADOR, R. G. DAMAZIO, M. G. PIZZOLATTI and F. R. SILVA, "Flavonoids : prospective drug candidates", *Mini rev. med. Chem.*, 8 (2008) 1429 - 1440. DOI: <https://doi.org/10.2174/138955708786369564>
- [20] - F. PEREZ-VIZCAINO, J. DUARTE and R. ANDRIANTSITOHAINA, " Endothelial function and cardiovascular disease : Effects of quercetin and wine polyphenols", *Free Radical Res.*, 40 (2006) 1054 - 1065. <https://doi.org/10.1080/10715760600823128>
- [21] - LI-WEBER M, "New therapeutic aspects of flavones : The anticancer properties of Scutellaria and its main active constituents Wogonin, Baicalein and Baicalin *Cancer Treat*", *Rev.*, 35(2009) 57 - 68. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2008.09.005>
- [22] - L. BONFILI, V. CECARINI, M. AMICI, M. CUCCIOLONI, M. ANGELETTI, J. N. KELLER and A. M. ELEUTERI, "Natural polyphenols as proteasome modulators and their role as anti-cancer compounds", 275 (22) (2008) 5512 - 26. doi: 10.1111/j.1742-4658.2008.06696.x
- [23] - R. PIERINI, P. A. KROON, S. GUYOT, I. T. JOHNSON, N. J. BELSHAW, The procyanidin-mediated induction of apoptosis and cell-cycle arrest in esophageal adenocarcinoma cells is not dependent on p21Cip1/WAF1. *Cancer Lett.*, 270 (2008) 234 - 241
- [24] - F. TEILLET, A. BOUMENDJEL, J. BOUTONNAT and X. RNOT, "Flavonoids as RTK inhibitors and potential anticancer agents", *Med. Res. Rev.*, 28 (2008) 715 - 745. DOI: 10.1002/med.20122
- [25] - O. BURTA, F. TIRLEA, O. L. BURTA and S. M. QADRI, "Phytotherapy in cardiovascular diseases : From ethnomedicine to evidence based medicine", *Journal of Biological Sciences*, 8 (2008) 242 - 247. <https://doi.org/10.1002/med.20122>
- [26] - SEBASTIEN VEILLET, " Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. Alimentation et Nutrition", Thèse unique, Université d'Avignon, France, (2010) p.
- [27] - DJENIDI HABIBA, "Activité antioxydante et antiradicalaire des aliments d'origine végétale consommés dans les régions de biskra et sétif", Thèse unique, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie, (2019) 159 p.
- [28] - E. POJER, F. MATTIVI, D. JOHNSON and C. S. STOCKLEY, "The case for anthocyanin consumption to promote human health ", *a review Compr Rev. Food Sci. Food Saf.*, 12 (2013) 483 - 508. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12024>
- [29] - S. DE PASCUAL-TERESA and MT. SANCHEZ-BALLESTA, "Anthocyanins : from plant to health", *Phytochemistry Reviews*, 7 (2008) 281 - 299. <https://doi.org/10.1007/s11101-007-9074-0>
- [30] - NIK KOVINICH, GILBERT KAYANJA, ALEXANDRA CHANOCA, KEN RIEDL, MARISA S. OTEGUI and ERICH GROTEWOLD, "Not all anthocyanins are born equal : distinct patterns induced by stress in Arabidopsis. *Planta*", 240 (2014) 931 - 940. <https://doi.org/10.1007/s00425-014-2079-1>

- [31] - CNAR, "Centre National d'Appui à la Recherche. Carte bioclimatique", (2001)
- [32] - M. PINTA, "Méthode d'absorption atomique. Colloques nationaux du centre national de la recherche scientifique. Dosage des éléments à l'état de traces dans les roches et les autres substances minérales naturelles", Nancy, Ed. Du CNRS 15, quai Anatole-France-paris VIIe, (1968)
- [33] - S. SELLAPAN and C. C. AKOH, "Flavonoids and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries", *J. Agric. Food Chem*, 50 (2002) 2432 - 2438
- [34] - A. FAOUZI, "Effet du stress hydrique sur le comportement écophysologique et la maturité phénologique de la vigne *Vitis vinifera* L. : Étude de cinq cépages autochtones de MIDI-PYRENEES", Thèse unique, Institut National Polytechnique de Toulouse, (2007) 194 p.
- [35] - M. M. NGUINAMBAYE, R. NANA, A. SAVADOGO, I. A. DJINET and Z. TAMINI, "Composés organiques et activités anti-oxydantes d'*Ampelocissus multistriata* du Tchad", *Journal of Applied Biosciences*, 91 (2015) 8470 - 8479. DOI: 10.4314/jab.v91i1.7
- [36] - J. DELAS, "Fertilisation de la vigne. Collection des Usuels Féret de la Vigne et du Vin", Ed. Féret, Bordeaux, (2000) 160 p.
- [37] - J. DELAS, "Fertilisation de la vigne (2ème édition)", Bordeaux, (2010) 34 p.
- [38] - FAO, "Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Manuel de formation. Projet Promotion de l'utilisation des intrants agricoles par les Organisations de Producteurs du Niger", Rome, (2005)
- [39] - A. MBAIOGAOU, A. HEMA, M. OUEDRAOGO, E. PALE, M. NAITORMBAIDE, Y. MAHAMOUT and M. NACRO, "Étude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou (*Vigna subterranea* (L.)Verdcourt)", *Int.J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (2013) 861 - 871. DOI: 10.4314/ijbcs.v7i2.41
- [40] - A. MBAIOGAOU, "Étude de quelques polyphénols d'une légumineuse du genre *Vigna* : *Vigna subterranea* (Fabaceae)", Thèse unique, Université de Ouagadougou, (2015) 123 p.
- [41] - ALAIN HUGUES OLIVIER N'GUESSAN, CAMILLE EVELYNE DAGO DELIKO, JANAT AKHANOVNA MAMYRBEKOVA-BEKRO and YVES-ALAIN BEKRO, "Teneurs en composés phénoliques de 10 plantes médicinales employées dans la tradithérapie de l'hypertension artérielle, une pathologie émergente en Côte d'Ivoire", *Revue de génie industriel*, 6 (2011) 55 - 61. <http://www.revue-genie-industriel.info>
- [42] - M. A. LILA, "Anthocyanins and Human Health: An In Vitro Investigative Approach", *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, (2004) 306 - 313
- [43] - FC. STINTZING and R. CARLE, "Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition", *Trends in Food Science & Technology*, 15 (2004) 19 - 38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.07.004>
- [44] - A. ANANGA, V. GEORGIEV, J. OCHIENG, B. PHILLS and V. TSOLOVA, "production of Anthocyanins in Grape Cell Cultures: A Potential Source of Raw Material for Pharmaceutical, Food, and Cosmetic Industries. In : Poljuha D, Sladonja B, eds. ", *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*. InTech, (2013) 247 - 287. DOI : 10.5772/54592
- [45] - FATIMA LAKHDAR, "Contribution à l'étude des potentialités antiproliférative et antibactérienne des algues brunes et rouges de la côte d'El Jadida pour une valorisation médicale et environnementale", Thèse unique, Université de Nantes, (2018) 189 p.
- [46] - Z. M. WANG, D. ZHAO, Z. L. NIE, B. ZHOU, W. GAO, LS. WANG and Z. J. YANG, "Flavonols intake and the risk of coronary heart disease : a meta-analysis of cohort studies", *Atheros CLEROSIS*, 222 (2012) 270 - 273. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis>
- [47] - Z. AZIZ, S. Y. WONG and N. J. CHONG, "Effects of *Hibiscus sabdariffa* L. on serum lipids : a systematic review and meta-analysis", *J. Ethnopharmacol.*, 150 (2013) 442 - 450. doi: 10.1016/j.jep.2013.09.042. Epub 2013 Oct 10

- [48] - B. WINKEL-SHIRLEY, "Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology", *Plant physiology*, 126 (2001) 485 - 493
- [49] - R. DIXON, D. XIE and S. SHARMA, "Proanthocyanidins a final frontier in flavonoid research", *New Phytologist*, 165 (2005) 9 - 28. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.126.2.485>
- [50] - D. O. ADAMS, "Phenolics and Ripening in Grape Berries", *Am. J. Enol. Vitic.*, 57 (3) (2006) 249 - 256
- [51] - CB. DO and F. CORMIER, "Effect of low nitrate and high sugar concentrations on anthocyanin content and composition of grape (*Vitis vinifera* L.) cell suspension", *Plant cell reports*, 9 (1991) 500 - 504. <https://doi.org/10.1007/BF00232105>
- [52] - G. HILBERT and J-P. GAUDILLÈRE, "Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv ", *Merlot. Vitis*, 42 (2) (2003) 69 - 76
- [53] - PICCIN R. R. DA ROSA COUTO, J. S. B. ROQUE, C. G. LUCIANO, DE C. LESSANDRO, A. T. R. LUCAS, S. M. LUIZA, S. MATHEUS and B. GUSTAVO, " Phosphorus forms in leaves and their relationships with must composition and yield in grapevines ", *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52 (2017) 319 - 27. doi:10.1590/s0100-204x2017000500005
- [54] - MARIA ADELAIDE MONTEIRO DE ARAÚJO SILVA, "Effet de l'obturateur sur l'évolution de la qualité sensorielle du vin", *Thèse unique, Université de Bordeaux*, 2 (2011) 190 p.