

UNIVERSITE DE KISANGANI  
FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE  
LA COMPOSITION MINERALE ET DE LA VALEUR  
NUTRITIONNELLE DES FEUILLES ET DES JEUNES  
POUSSES DE Pennisetum purpureum (Poaceae)  
EXPLOITEES COMME FOURRAGE ET LEGUME DANS  
L'HINTERLAND DE KISANGANI.

PAR

Nicolas UGENRWOTH UKELO

**Mémoire**

Présenté et défendu en vue  
de l'obtention du diplôme  
de licence en Sciences.

**Option :** Chimie

**Orientation :** Chimie Organique

**Encadreurs:** Ass. LITUMANYA BAOFA

C.T. Ir. PYAME

**Directeur :** P.O. MBUYI MUSANGU

ANNEE ACADEMIQUE : 2005-2006

SESSION SPECIALE

## DEDICACE

A mes parents Jonathan et Suzanne Ukelo, pour m'avoir mis au monde

A tous ceux qui ont contribué matériellement, financièrement, scientifiquement, moralement et spirituellement à ma formation.

Je dédie ce travail.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de fin d'études universitaires, nous tenons à remercier toute personne qui, de près ou de loin, a contribué à notre formation.

Nous pensons d'abord à tout le corps scientifique de la Faculté des Sciences, particulièrement du département de Chimie, pour nous avoir transmis son savoir.

Remerciement particulier au Professeur O. MBUYI MUSANGU qui, en dépit de ses multiples occupations, a bien voulu assurer la direction de ce travail.

Nous exprimons aussi notre profonde reconnaissance au C.T. Ir. PYAME et à l'Assistant LITUMANYA BAOFA qui ont consenti à assurer l'encadrement de ce travail.

Nos remerciements démesurés à Monsieur Eric YAMBA, pour son soutien tant moral, matériel que financier à notre égard.

Que nos frères et sœurs, cousins et cousines, neveux et nièces, amis et connaissances, compagnons de tous les jours trouvent ici l'expression de notre cordiale sympathie.

Nicolas UGENRWOTH UKELO

## RESUME

Les feuilles et les jeunes pousses de Pennisetum purpureum ainsi que les échantillons du sol ont été analysés.

Les feuilles de Pennisetum purpureum contiennent : 76,6% d'eau, 23,4% de matière sèche, 9,662% de protéines brutes, 3,0% de matières grasses brutes, 33,3% de fibres brutes, 15% de cendres brutes, 0,106% de calcium et 0,098% de magnésium.

Les jeunes pousses de Pennisetum purpureum contiennent : 94,73% d'eau, 5,27% de matière sèche, 20,02% de protéines brutes, 6,2% de matières grasses brutes, 13,3% de fibres brutes, 23% de cendres brutes, 0,12% de calcium et 0,139% de magnésium.

Les feuilles de cette plante contiennent les nitrates, les cyanures, les saponines, les terpènes et les stérols. Les nitrites, les oxalates, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les tanins y sont absents.

Les jeunes pousses de Pennisetum purpureum contiennent les nitrates, les cyanures, les saponines, les tanins, les terpènes et les stérols. Les nitrites, les oxalates, les alcaloïdes et les flavonoïdes y sont absents.

Les échantillons du sol contiennent : 11,73% d'eau, 0,32% d'azote, 0,23% de calcium et 0,071% de magnésium.

## SUMMARY

The leaves and young growths of Pennisetum purpureum and soil samples are analysed.

The leaves of Pennisetum purpureum contain : 76,6% of humidity, 23,4% of dry materials, 9,662% of crude proteins, 3,0% of crude fat content, 33,3% of crude fibres, 15% of crude cinders, 0,106% of calcium and 0,098% of magnesium.

The young growths of Pennisetum purpureum contain : 94,4% of humidity, 5,27% of dry materials, 20,02% of crude proteins, 6,2% of crude fat content, 13,3% of crude fibres, 23% of crude cinders, 0,12% of calcium and 0,139% of magnesium.

The leaves of this plant contain the nitrates, cyanides, saponines, terpenes and sterols. The nitrites, the oxalates, the alkaloids, the flavonoids and the tanins are absent in it.

The young growths of Pennisetum purpureum contain the nitrates, the cyanides, the saponines, the tanins, the terpenes and the sterols. The nitrites, the oxalates, the alkaloids and the flavonoids are not present in that.

The soil samples contain : 11,73% of humidity, 0,32% of nitrogen, 0,23% of calcium and 0,071% of magnesium.

## 0. INTRODUCTION

### 0.1. PRESENTATION DU SUJET

Pour être en mesure de se maintenir, de croître et d'exercer ses activités, un être vivant a besoin des nutriments. Ces derniers lui sont essentiellement fournis par l'alimentation.

Pour des raisons variées, dont les inégalités géographiques de production, la pauvreté, le manque d'éducation nutritionnelle, l'homme n'a souvent pas accès aux aliments pouvant lui apporter des nutriments adéquats (Laraba, 1981).

Aucun pays ne peut progresser du point de vue économique, social ou politique si une grande partie de sa population ne mange pas à sa faim (FAO in Laraba, 1981).

Ce problème de malnutrition et de sous-alimentation ne touche pas seulement les hommes, mais aussi les animaux d'élevage.

(<http://www.apocole.fr/recherche?hl=frag+nutr+et+sur+animaux&start=1>, 2007).

La connaissance des nutriments contenus dans des aliments peut permettre à l'homme de réduire ces problèmes; cela en établissant un régime alimentaire équilibré par sélection d'ingrédients et, pour les éleveurs, en choisissant pour l'alimentation animale, des espèces végétales qui n'entrent pas en compétition avec l'alimentation humaine, mais ayant une valeur bromatologique appréciable.

C'est dans ce cadre que nous avons mené une étude sur le Pennisetum purpureum en vue de connaître la valeur nutritionnelle de ses feuilles et de ses jeunes pousses.

---

Ceci à travers la détermination de la teneur en principaux nutriments et la détection de quelques ions indésirables et groupes pharmacodynamiques. Ensuite, il était question d'évaluer l'influence de la composition du sol sur la teneur de la plante en certains minéraux.

## 0.2. BUT ET INTERET DU TRAVAIL

### \*But:

Le but de ce travail est de :

- Déterminer le taux d'humidité ainsi que la teneur en Ca, Mg et N :
  - \* Dans les feuilles et jeunes pousses de Pennisetum purpureum.
  - \* Dans le sol du terrain ayant servi à l'échantillonnage.
- Déterminer les cendres brutes, les fibres brutes, les matières grasses brutes dans les feuilles et dans les jeunes pousses de Pennisetum purpureum ou Napier.
- Détecter des ions toxiques tels que cyanures, oxalates, nitrates, nitrites, et quelques groupes phytochimiques, notamment les alcaloïdes, les saponines, les tanins, les flavonoïdes, les terpènes et les stérols.

### \*Intérêt :

La connaissance des nutriments contenus dans les feuilles de Pennisetum purpureum contribuera à l'amélioration de la nutrition animale. En mettant à la disposition des éleveurs une espèce fourragère de bonne valeur bromatologique, ce travail contribuera au progrès de l'élevage et à l'augmentation des productions zootechniques (viande, lait, cuir, ...).

De même, la connaissance des nutriments contenus dans les jeunes pousses de Napier contribuera à l'amélioration de la nutrition humaine puis qu'elle permet à la population de notre milieu d'avoir des informations intéressantes sur une source supplémentaire de nutriments essentiels.

### **0.3. TRAVAUX ANTERIEURS**

Les travaux scientifiques sur le Pennisetum purpureum ont dès lors été amorcés par certains auteurs dans différents pays. Nous pouvons citer CARLSSON (1984) qui a déterminé les protéines brutes dans les feuilles (de quatre semaines) de Pennisetum purpureum au Brésil et CACERES (1986) qui a déterminé les protéines brutes et les fibres brutes dans les feuilles (de deux ans d'âge) de Pennisetum purpureum au Cuba. Le résultat trouvé par CARLSSON est de 25,8%. Les valeurs trouvées par CACERES sont respectivement de 8,7% et 31,4%.

### **0.4. LE SITE EXPERIMENTAL**

#### **0.4.1. Situation géographique de la ville de Kisangani**

La ville de Kisangani est située à une altitude de 396 - 410 m tandis que les coordonnées géographiques sont de 0°31' latitude Nord et de 25°11' longitude Est (Bilima, 2002).

#### **0.4.2. Le climat**

La ville de Kisangani jouit d'un climat du type Af de la classification Köppen. C'est un climat chaud et humide. L'insolation annuelle est de 1925 heures et la pluviométrie annuelle est supérieure à 1880 mm, tandis que les précipitations se distribuent plus ou moins régulièrement

---

tout au long de l'année. On note toutefois deux saisons culturales dont la plus pluvieuse s'étale de septembre à novembre et la « moins » humide de mars à mai. (Borek, 1990 in Bilima, 2002)

#### **0.4.3. Le sol**

La classification de l'OSTROM montre que les sols de Kisangani sont du type ferralitique. La teneur en humus est faible à cause de la décomposition rapide des matières organiques due à l'intense activité biologique du sol. Ces sols sont pauvres en bases et lessivés par les eaux de pluies. Ils sont pour cela, d'un profil acidifié présentant un horizon rochelaire fortement enduré en faible profondeur (Pyame, 2007).

#### **0.5. SUBDIVISION DU TRAVAIL**

Le présent travail a quatre chapitres. Le premier traite des généralités, le second porte sur les matériels et méthodes employés, le troisième s'articule sur les résultats et discussion des résultats et le dernier porte sur la conclusion et les suggestions.

---

## CHAPITRE I<sup>er</sup> : GENERALITES

### I.1. GENERALITES SUR LA NUTRITION

Les aliments nourrissent le corps et donnent l'énergie quotidienne nécessaire à l'accomplissement des tâches biologiques. L'aliment tel qu'il est ingéré, cependant, ne peut être utilisé par les cellules. Il doit d'abord être dégradé en molécules suffisamment petites pour pouvoir traverser les membranes cellulaires. Ce processus de dégradation est appelé digestion (Tortora, 1994).

Les molécules des aliments absorbées par le tube digestif connaissent trois destinées :

1. La plupart des molécules servent à la production de l'énergie nécessaire aux processus vitaux.
2. Certaines molécules servent à synthétiser des molécules structurales ou fonctionnelles.
3. D'autres sont stockées en vue d'une utilisation ultérieure.

Toute molécule qui remplit une ou plus d'une de ces fonctions est appelée un nutriment. Et la nutrition désigne l'apport adéquat de nutriments essentiels et de calories en vue de maintenir la santé.

Il existe six principales classes de nutriments : les protéines, les lipides, les glucides (dont les fibres), les minéraux, l'eau et les vitamines (Tortora, op. cit.).

---

### I.1.1. BREF APERÇU SUR LES PROTEINES, LES LIPIDES, FIBRES ALIMENTAIRES, L'EAU ET LES MINERAUX

#### I.1.1.1. Les Protéines

Ce sont des composés organiques de grande taille constitués d'unités de base appelées acides aminés. Il existe neuf acides aminés essentiels dont le corps a besoin pour fonctionner de manière optimale, et plusieurs ne sont pas essentiels mais bénéfiques.

Les protéines entrent dans la composition des muscles, des ongles, des cheveux, os, ...  
D'autres se retrouvent dans la défense de l'organisme (anticorps) ainsi que dans de nombreuses hormones où elles aident à lutter contre la fonte musculaire (<http://www.google.fr/search?hl=fr&q=nutrition&btnG=>, 2007).

Les protéines d'origine végétale (céréales, légumes, ...) ne contiennent pas tous les acides aminés essentiels. Celles d'origine animale contiennent tous les acides aminés essentiels mais sont associées à de fortes concentrations de graisses.

Un régime équilibré devrait comprendre 50% de protéines animales et 50% de protéines végétales et ne dépasse, en principe, pas 100 grammes de protéines par jour.

(Fattorusso, 2004).

Une carence prolongée en protéines est à l'origine du kwashiorkor marasmique (Bernard et Geneviève, 2002).

---

### **I.1.1.2. Les Lipides**

D'après Harold (1965), il s'agit là des substances organiques hétérogènes insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques (alcool, chloroforme,...).

Ils représentent la réserve énergétique de l'organisme (100 000 kcal pour un adulte de poids moyen). Ils sont stockés sous forme de tissus graisseux (Makambo, 2006).

Ils peuvent provenir des produits animaux (lait, viande, œuf,...) ou des produits végétaux (fruits oléagineux,...).

Dans un régime équilibré, les calories d'origine lipidique ne devraient pas dépasser les 35% de la ration énergétique totale (Fattorusso, op. cit.).

L'accumulation des lipides dans les parois artérielles, spécialement le cholestérol, mais aussi les phospholipides et les triglycérides à acides gras saturés, peut conduire à l'artériosclérose, caractérisée par la réduction des artères, d'où insuffisance d'irrigation sanguine (Pamplona, 2000 in Malyabo, 2005).

### **I.1.1.3. Les Fibres alimentaires**

Il s'agit de tous les composants de la paroi cellulaire des végétaux qui ne peuvent être digérés par les enzymes d'une espèce animale : cellulose, hémicellulose, lignine, gommes, pectines et pentosanes.

---

Chez les herbivores, tels les ruminants, la fibre (surtout sous forme de cellulose) est une source majeure d'énergie après sa digestion par les microorganismes en acétates, en propionates et en butyrates (Murray, 1996).

Elles jouent un rôle important dans le fonctionnement du système digestif. Elles absorbent de l'eau, augmentent le volume des selles, accélèrent le transit intestinal. Leur rôle est comparable à celui de balai dans l'organisme.

On conseille un apport quotidien de 20 à 30g de fibres alimentaires pour l'homme (Fattorusso, op. cit.).

#### **I.1.1.4. L'eau**

L'eau est, en effet, le principal constituant des tissus animaux et végétaux ; soit 60% du poids d'un animal et 75% du poids d'un végétal (Bernard, 1994).

L'eau remplit quatre fonctions principales dans le corps d'un animal :

- Elle constitue un excellent solvant et milieu de suspension.
- Elle participe aux réactions d'hydrolyse.
- Elle lubrifie l'ensemble de l'organisme.
- Elle favorise le maintien d'une température corporelle constante en raison de sa capacité de libérer et d'absorber lentement la chaleur (Tortora, op. cit.).

Le besoin journalier en eau d'un adulte normal de taille moyenne est d'environ deux litres (Fattorusso, op. cit.).

---

### I.1.1.5. Les minéraux

Les matières minérales ou cendres brutes constituent les résidus de l'incinération des tissus organiques.

(Nyongombe, 2005)

En fonction des quantités requises par l'organisme, on distingue les macroéléments (Ca, Mg, P,...) dont il a besoin en grande quantité et les oligoéléments (Fe, I, Zn,...) qui sont utilisés en petite quantité et sont toxiques à de fortes doses.

(Marche-M, 1968 in Mutimana, 1997)

Ils peuvent se présenter combinés entre eux ou avec des composés organiques ou encore sous forme d'ions en solution. Il est à noter que le corps utilise généralement les minéraux ionisés plutôt que la forme non ionisée (Tortora, op. cit.).

#### A. Le Calcium

C'est le cation le plus abondant dans l'organisme. Environ 99% du calcium se trouve dans le squelette et les dents combinés avec des phosphates (Tortora, 1994).

Il assure également la contraction du cœur, la coagulation du sang, la transmission nerveuse et permet le fonctionnement de nombreux enzymes.

(<http://www.google.fr/search?hl=fr&q=nutriments&btnG=Rechercher> = ,2007).

- *Source* : lait, jaune d'œuf, crustacés, légumes verts,...
- *Besoins journaliers*: 800mg par jour pour un adulte, 1500mg par jour pour une femme enceinte et jusqu'à 3000mg pour la période de lactation.

Les accidents de rachitisme et d'ostéomalacie peuvent être consécutifs à un apport insuffisant en calcium (Laraba, 1981).

---

## B. Le Magnésium

Composant des tissus mous et des os.

Sur le plan fonctionnel,  $Mg^{2+}$  active les systèmes enzymatiques nécessaires au métabolisme des glucides et des protéines. Il est en outre important pour le fonctionnement de la pompe à sodium ( $Na^+/K^+/ATP$ -ase). Il joue également un rôle important dans l'activité neuromusculaire, dans la transmission neurale au niveau du système nerveux central et dans le fonctionnement du myocarde.

- *Source* : légumes verts, crustacés, grains entiers des céréales.
- *Besoins journaliers* : 200 à 700mg par jour

(Tortora, op. cit.)

### I.1.2. IONS TOXIQUES ET GROUPES PHYTOCHIMIQUES

Outre les nutriments, les aliments peuvent contenir des substances indésirables telles que les cyanures, les oxalates, les nitrates, les nitrites et des groupes phytochimiques à actions physiologiques marquées.

#### I.1.2.1. Ions toxiques

##### A. Les Nitrates

Ils sont des constituants naturels abondants de la plupart des légumes. Ils sont généralement peu toxiques. Mais au-dessus d'un certain seuil, ils sont irritants et hygroscopiques. Ils peuvent produire la congestion et l'hémorragie au niveau des muqueuses intestinales et de l'appareil urinaire (Kayisu, 2005 in Malyabo, 2005).

---

### **B. Les Nitrites**

Transforment l'hémoglobine en méthémoglobine, paralysent les vaisseaux en provoquant la vasodilatation et sont à l'origine de l'hypotension (Kayisu, 2005 in Malyabo, 2005)

### **C. Les cyanures**

L'acide cyanhydrique se rencontre dans un grand nombre de plantes. La consommation régulière des plantes cyanogénétiques est à l'origine de l'hypertrophie de la glande thyroïde (goitre). Les cyanures empêchent l'utilisation de l'oxygène par la cellule en inhibant le cytochrome-oxydase.

(Fattorusso, op. cit.)

### **D. Les Oxalates**

L'acide oxalique et les oxalates se trouvent dans de nombreuses plantes, essentiellement sous forme d'oxalates de calcium ou de potassium.

Cet acide peut irriter les voies oesophagiennes ou gastriques lors de son ingestion et provoquer des dommages rénaux (calculs, oligurie, albuminurie, l'hématurie). Il est mortel à forte dose, les précipités d'oxalate de calcium pouvant obstruer les canaux rénaux.

La consommation d'aliments à forte dose en acide oxalique peut provoquer des carences alimentaires à cause de sa capacité à se lier à certains minéraux tels que le Calcium, le Fer, le Sodium, le Potassium ou le Magnésium ([http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide\\_oxalique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_oxalique), 2007).

---

### I.1.2.2. Groupes phytochimiques

#### A. Les Alcaloïdes

Famille des composés hétérocycliques azotés d'origine végétale, d'action physiologique intense.

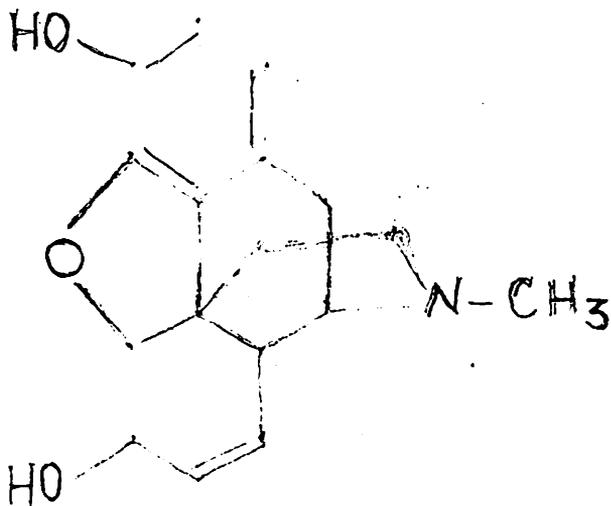


Schéma 1. Structure de la morphine (alcaloïde de l'opium)

#### Propriétés pharmacologiques :

Ils provoquent des troubles neurologiques et ont une action tératogène (Godon et al, 1985 in Mutimana, 1997).

D'après Wikipédia (2007), on signale en plus :

- Actions anti-parasitaires
  - Propriétés sédatives
  - Certains sont utilisés comme analgésiques
  - D'autres ont des effets hypotenseurs
  - Beaucoup sont toxiques.
-

### B. Les Saponines

Le Saponine est issu de la combinaison chimique d'un sucre et d'un stéroïde ou d'un triterpène.

(<http://fr.wikipedia.org/wiki/Saponine>, 2007).

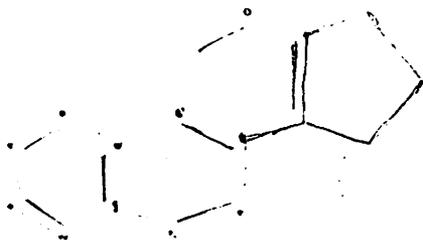


Schéma 2. Noyau perhydrocyclopentanophénanthrène d'un stéroïde

#### Propriétés pharmacologiques :

- Elles ont des propriétés antimicrobiennes et antifongiques
- Propriétés hémolytiques
- Certains sont anti-inflammatoires
- Propriétés expectorantes et antitussives (Makambo, 2006).

### C. Les flavonoïdes

Composés organiques présentant dans leurs structures un élément commun : le chromone. La plupart sont des pigments responsables de la coloration de nombreuses fleurs et de certains fruits.

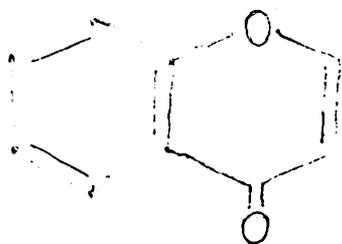


Schéma 3. Chromone

**Propriétés pharmacologiques :**

- Propriétés antifongiques, antibactériennes, cicatrisantes,
- Activités anti-virales, anti-tumorales, anti-inflammatoires, anti - allergiques, anti-cancéreuses..

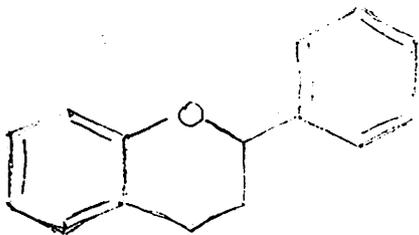
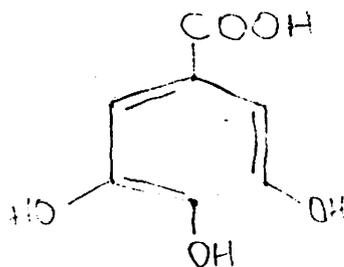
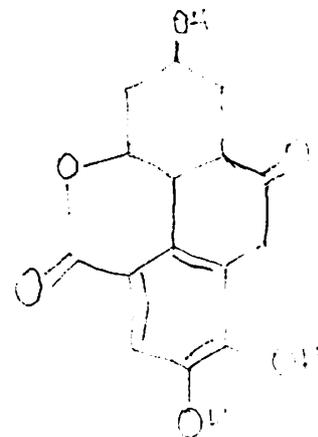
(http://membres.lycos.fr/mourad/flavonoïdes.html , 2007)

**D. Tanins**

Composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000.

On distingue classiquement deux groupes de Tanins :

- les tanins condensés : polymères d'unités flavanniques (non hydrosolubles)
- les tanins hydrolysables : esters du glucose (ou composés apparentés) et d'acide gallique (qui donne les tanins galliques) ou d'acide ellagique (on a les tanins ellagiques).

**Flavanne****Acide gallique****Acide ellagique**

### *Propriétés pharmacologiques :*

- Antidiarrhéiques et antiseptiques.
- Effets antimicrobiens et antifongiques.
- Certains sont hémostatiques.

(<http://fr.wikipedia.org/wiki/Tannin> , 2007).

### ***E. Terpènes***

Composés organiques formés par la répétition un certain nombre de fois du squelette carboné de l'isoprène (méthyl-2 butadiène-1,3).

Selon le nombre de ces unités isopréniques, on distingue :

- Les monoterpènes : deux unités isopréniques
- Les sesquiterpènes : trois unités isopréniques
- Les triterpènes, les tétraterpènes et les polyterpènes

(Mbuyi, 2003)

Ils constituent entre autre le principe odoriférant des plantes. Extraites, ces molécules sont employées comme condiments (girofle) ou comme parfum (rose, lavande). Nombreux d'entre eux possèdent des propriétés antiseptiques, irritantes (expectorantes, diurétiques), spasmolytiques et sédatives.

(Makambo, 2006)

### ***F. Stéroïds***

Ce sont des 3-monohydroxystéroïdes qui possèdent 27, 28 ou 29 atomes de carbone.

Ils sont abondants dans les végétaux et les animaux.

Ils sont des précurseurs de nombreuses hormones stéroïdiques (Makambo, 2006)

---

### I.1.3. BESOINS NUTRITIONNELS

Pour qu'un organisme fonctionne ou se développe harmonieusement, il faut que les nutriments essentiels soient apportés par des aliments de manière à couvrir les besoins de l'organisme en énergie, en matériaux de construction (besoin plastique) et en matériaux de protection (Nyongombe, 2007).

#### a. Besoins énergétiques

L'énergie libérée lors de la dégradation des nutriments dans les voies métaboliques est stockée par la cellule sous forme d'Adénosine - triphosphate (ATP). L'énergie emmagasinée servira pour les différentes activités cellulaires. Les principaux nutriments produisant de l'énergie sont les glucides, les lipides et les protéines (Tortora, 1994).

Les besoins énergétiques varient de 800 à 3000 kcal par jour selon les facteurs taille, poids du corps, âge, grossesse, allaitement et le niveau d'activité physique.

(FAO, 1973 in Nyongombe, 2007)

#### b. Besoin plastique

Les protéines et l'eau sont des éléments de construction et d'entretien de l'organisme. L'apport en protéines est nécessaire pour remplacer les cellules de l'organisme vieillissant et mourant.

En cas d'apport insuffisant de calories par les glucides et les lipides, les protéines remplissent également une fonction énergétique accessoire, ce qui a pour conséquence de les rendre inutilisables pour leurs fonctions principales.

---

Le besoin en protéines d'un organisme n'est couvert que si l'alimentation lui apporte une quantité suffisante de chacun des neuf acides aminés essentiels.

Le besoin en eau est couvert par une absorption d'environ deux litres d'eau par jour. Mais cette quantité est variable suivant le climat, l'âge, le travail (Nyongombe, 2007).

### c. Besoins en matériaux de protection

Les matériaux de protection sont les vitamines et les sels minéraux. Ils jouent un rôle protecteur et régulateur. Un apport équilibré en produits animaux et végétaux permet de couvrir largement les besoins en ces matériaux (Nyongombe, 2007).

## I.2. FACTEURS INFLUENCANT LA VARIATION DU TAUX DES NUTRIMENTS ET PRINCIPES TOXIQUES DES PLANTES

Il existe plusieurs facteurs qui influencent la variation du taux de nutriments et principes toxiques des plantes, parmi lesquels nous pouvons citer : le climat, le stade végétatif, la nature du sol, etc.

### I.2.1. Le climat

On remarque dans les régions tropicales par exemple, à cause des températures élevées, les herbes croissent rapidement, les composés organiques durcissent aussi rapidement. Pendant la période des pluies, les fourrages sont plus riches sur le plan énergétique et azoté et parfois de conséquence accroissent les besoins en minéraux (Nyongombe, 2001).

---

### I.2.2. Le Stade végétatif

L'âge de la plante c'est-à-dire son stade végétatif au moment de la récolte est certainement le facteur de variation de la valeur alimentaire le plus important.

En début de végétation, les plantes sont riches en protéines et en minéraux indispensables. Au stade de floraison et maturité, les principes nutritifs sont mobilisés pour la formation des fleurs, graines,... les plantes s'appauvrissent en protéines et en Phosphore, les constituants membranaires (cellulose, lignine) envahissent la tige (Anonyme, 1998).

### I.2.3. La nature du sol

Les plantes assimilent et emmagasinent les éléments minéraux proportionnellement à leur présence au sol. Cette assimilation dépend du degré d'humidité du sol, car un sol humide rend les éléments minéraux solubilisables et disponibles à l'assimilation au niveau des racines (Nyongombe, 2001).

---

## CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

### II. 1. MATERIEL VEGETAL ET ECHANTILLONNAGE

#### II.1.1. Description botanique du Pennisetum purpureum

Le Pennisetum purpureum a fait objet de notre étude.

Noms vernaculaires : Matete (Swahili, Lingala)

Oluseke (Yira)

Mikungu (Rega)

Sessongo (Douala)

Gbaka (Bangala)

Cette espèce originaire d'Afrique tropicale est aussi connue sous le nom d' "herbe à éléphant" et de Napier ou «Napier grass» (Pyame, com. pers).

Plante pérenne dressée, de haute taille, pouvant atteindre 4,5 m de haut. Se plaît surtout en sols profonds et humides, supporte une sécheresse de courte durée, mais non l'engorgement du sol.

(<http://www.google.fr/search?hl=fr&q=Pennisetum+purpureum&...>, 2007).

Les Tiges ou rhizomes : donnent de nombreuses racines adventives ; les tiges sont érigées à ramifications aériennes comportant jusque vingt noeuds. Leurs gaines foliaires sont glabres ou hérissées tandis que les limbes peuvent atteindre 1,20 m de long et 5 cm de large ; ils sont glabres ou poilus à la base et à forme terminale dense, cylindrique de 10 à 30 cm de long et de 1,5 à 3cm de large. Les épillets : de 0,5 à 0,7cm de long sont nombreux et solitaires ou en glomérules de deux à cinq (Romain H, op.cit).

---

Le Pennisetum purpureum appartient à la famille des Poacées, ordre des Poales, classe des Monocotylédones, embranchement des Angiospermes.

Les feuilles sont utilisées comme fourrage ; les tiges adultes trouvent usage dans la construction des maisons, des enclos, des étalages et dans le tressage des paniers et nappes. Les jeunes pousses de Pennisetum purpureum entrent dans l'alimentation humaine (ingrédient d'assaisonnement,...).

### II.1.2. Echantillonnage

Le matériel ayant fait l'objet de notre étude est de trois types : le matériel végétal, le sol et les matériels du laboratoire.

Le matériel végétal est constitué d'échantillons de jeunes pousses (de trois semaines) et de feuilles (de trois semaines) de Pennisetum purpureum récoltés à Kisangani, dans la cité universitaire, entre la résidence Boyoma I et la faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education et dans l'enceinte de la Faculté des Sciences, derrière l'Herbarium. Les échantillons prélevés ont été transportés au laboratoire, séchés à l'étude à 105°C jusqu'au poids constant, puis broyés. La poudre végétale obtenue a servi à toutes les analyses hormis la détermination de l'humidité qui a été faite sur l'échantillon frais.

Les échantillons du sol ont été prélevés au même endroit que ceux de la plante sur une profondeur de 0 à 15 cm. Ils ont été ensuite emmenés au laboratoire, séchés à l'air libre pendant cinq jours, passés dans un tamis de 2mm de mailles et conservés dans des boîtes en Aluminium

---

hermétiquement fermées. La poudre obtenue a servi à l'extraction des cations échangeables, au dosage du calcium, du magnésium et d'azote, à part l'humidité qui a été déterminée sur l'échantillon de sol humide.

## II.2. METHODES

### II.2.1. Détermination de l'humidité (Groegaert, 1958)

#### a. Principe

La matière fraîche de masse connue est séchée à l'étude à 105°C jusqu'à la masse constante. Par différence de masse entre la matière fraîche et la matière sèche, on déduit l'humidité.

#### b. Matériels

Balance, dessiccateur, étuve, capsule en porcelaine, spatule.

#### c. Mode opératoire

Peser 5g de matière végétale (ou de terre humide) contenue dans une capsule en porcelaine de masse connue. Placer la capsule et son contenu à l'étuve et sécher à 105°C pendant environ 3 heures. Refroidir dans le dessiccateur et peser. Répéter l'opération jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

#### d. Calcul

$$\%H = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

Où  $W_1$  = masse de l'échantillon frais

---

$W_2$  = masse de l'échantillon sec

%H = taux de l'humidité.

## II.2.2. Dosage des matières grasses brutes (Kobel, 1970)

### a. Principe

La méthode consiste à épuiser les matières grasses contenues dans un échantillon sec et finement moulu, au moyen d'un solvant organique apolaire.

b. **Réactif** : éther de pétrole (industriel)

### c. Matériels

Extracteur de Soxhlet complet, plaque chauffante, balance, support, étuve, cristalliseur.

### d. Mode opératoire

5g de l'échantillon sec et finement moulu sont introduits dans une cartouche que l'on bouche à l'ouate. La cartouche est alors déposée dans un extracteur de Soxhlet. Le solvant d'extraction, éther de pétrole, est versé dans un ballon d'extraction en quantité qui permette le siphonage sans que le ballon ne soit sans solvant.

Après montage de l'extracteur complet, le ballon est chauffé à la température d'ébullition du solvant qui s'évapore, se condense et retombe dans l'extracteur en baignant la cartouche et son contenu.

Le siphonage est effectué jusqu'à la clarification complète du solvant baignant la cartouche.

---

La matière grasse est obtenue en évaporant le solvant à moins de 70°C.

**e. Calcul**

La teneur en matières grasses brutes est donnée par :

$$\%MGB = \frac{W_{MGB}}{W_{éch}} \times 100$$

$$W_{MGB} = W_2 - W_1$$

$W_1$  = masse du cristalliseur vide

$W_2$  = masse du cristalliseur + MGB

$W_{MGB}$  = masse de matières grasses brutes

$W_{éch}$  = masse de l'échantillon (5g)

**II.2.3. Dosage de l'azote total et des protéines brutes**

(Brundzski et Masimango, 1971)

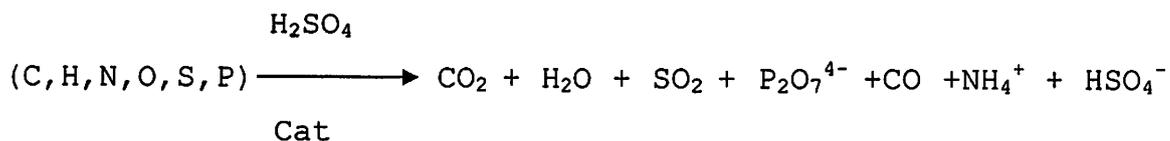
**a. Principe**

La méthode de KJELDAHL comprend trois étapes :

- la minéralisation ou digestion ;
- l'alcalinisation et la distillation ;
- le titrage ou dosage proprement dit.

**1. La Minéralisation**

On minéralise les matières contenues dans la prise d'essai par l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur mixte. Au cours de cette attaque, il se passe les réactions suivantes :



## 2. Alcalinisation et distillation

Un excès de base neutralise l'acide sulfurique et transforme le  $NH_4^+$  en ammoniac suivant la réaction :



L'ammoniac ainsi formé est entraîné par la vapeur d'eau vers une solution d'acide borique en excès. Cette dernière réagit avec l'ammoniac selon la réaction :



## 3. Titrage

On détermine la quantité de  $NH_4H_2BO_3$  formé par titrage à l'aide d'acide fort 0,01N. L'indicateur mixte de TASHIRO peut être utilisé pour repérer le point d'équivalence. L'équation de la réaction est :



### b. Réactifs

- $H_2SO_4$  concentré
  - $H_2SO_4$  0,01 N
  - Catalyseur mixte (5g de  $CuSO_4$  + 5g de  $K_2SO_4$  + 0,25 g de Se)
  - NaOH 40%
  - $H_3BO_3$  concentré
-

- Indicateur de TASHIRO (mélange en volumes égaux de vert de bromocrésol (0,33%) et de rouge de méthyle (0,66%) dans éthanol 25%).

### **C. Matériels**

Digesteur, distillateur, tube de Kjeldahl, erlenmeyer de 250 ml, burette de 50 ml, fiole jaugée de 50 ml, pissette, balance, support, bûcher de 100 ml, pipette de 10 ml, spatule.

### **d. Mode opératoire**

#### **1. Digestion**

Peser 0,2 g de l'échantillon que l'on place dans un tube de Kjeldahl. Ajouter 5ml de  $H_2SO_4$  concentré, attendre 30 minutes et ajouter 0,2 g catalyseur mixte.

Placer le tube dans un digesteur et chauffer doucement jusqu'à l'ébullition. On arrête le chauffage lorsque la masse prend une coloration bleue - verdâtre.

Enlever le tube de kjeldahl du digesteur, laisser refroidir et ajouter 30 ml d'eau distillée.

Verser le contenu du tube dans un ballon jaugé de 50 ml et porter le volume au trait de jauge avec de l'eau distillée.

#### **2. Distillation**

Placer 10 ml de  $H_3BO_3$  dans un bûcher, y ajouter 0,5 ml d'indicateur mixte et placer le bûcher et son contenu dans le

---

distillateur de manière que le bord inférieur du réfrigérant plonge dans cette solution.

Placer 10 ml du digestat dans un tube de Kjeldahl, y ajouter 10 ml de NaOH 40% et introduire le tube et son contenu dans le distillateur.

Distiller par entraînement à la vapeur pendant cinq minutes en réglant l'appareil en position 9. La présence de l'ammoniac est indiquée par changement de coloration de la solution d'acide borique au vert dès la première goutte du distillat.

Couper l'arrivée de la vapeur et retirer le bûcher contenant le distillat ainsi que le tube contenant le résidu.

### 3. Dosage

On dose la solution verte du distillat recueillie ainsi que le blanc par  $H_2SO_4$  0,01 N. La fin du titrage est marquée par l'apparition d'une teinte rose.

### 0. Calcul

-Le pourcentage d'azote total est donné par :

$$\%N = \frac{(N.V)_{HR} \cdot 10^{-3} \cdot 14 \cdot fp}{W_{éch}} \times 100$$

Où %N = pourcentage d'azote

fp= facteur de proportionnalité (=5)

HR= acide fort (HCl ou  $H_2SO_4$ )

14 = équivalent-gramme d'azote

$W_{éch}$  = masse de l'échantillon (0,2g)

N = normalité de l'acide fort (0,01N)

V= volume utilisé pour titrage

- la teneur en protéines brutes est donnée par :

$$\% \text{PB} = \% \text{N} \times \text{fc}$$

Où fc= facteur de conversion de %N en % des protéines brutes (= 6,25)

%N = teneur en azote

%PB= teneur en protéines brutes

#### II.2.4. Dosage des cendres brutes (Groegaert, 1958)

##### a. Principe

Les cendres brutes sont obtenues après calcination à haute température d'un matériel sec. L'échantillon à analyser de masse et humidité connues est chauffé au four électrique jusqu'à sa calcination complète en cendres.

##### b. Matériels

Four à moufle, creuset en porcelaine ou en métal, balance, dessiccateur.

##### c. Mode opératoire

Prendre 2g de poudre préalablement séchée à l'étuve dans un creuset taré. Introduire le creuset dans le four à moufle, chauffer pendant 4 à 5 heures à 550°C. Laisser refroidir dans l'étuve à 105°C, puis dans le dessiccateur et peser.

**d. Calcul**

La teneur en cendres brutes est donnée par l'expression :

$$\%CB = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

$W_1$  = masse de l'échantillon avant la calcination

$W_2$  = masse de l'échantillon après calcination

$\%CB$  = pourcentage de cendres brutes dans la matière sèche.

**II.2.5. Dosage des fibres brutes (Kanangire, 2001)**

Le dosage des fibres brutes a été fait avec la méthode de KURSHNER.

**a. Réactifs**

- Acide acétique glacial
- Acide nitrique concentré
- Acide trichloroacétique
- Ethanol 95%
- Ether diéthylique (ou acétate d'éthyle)

**b. Matériels**

Balance, plaque chauffante, filtre d'asbeste ou en verre fritté G3, pompe à vide, réfrigérant, four à moufle, étuve, creuset, erlenmeyer de 250 ml.

### C. Mode opératoire

- Prendre 0,3g de l'échantillon et faire l'attaque avec 15 ml de la solution suivante : 88 ml d'acide acétique glacial + 9 ml d'acide nitrique concentré + 3g d'acide trichloroacétique. Cette solution doit être préparée à chaud.
- Laisser bouillir 30 minutes à reflux, filtrer la bouillie par filtre d'asbeste ou en verre fritté G3, sous léger vide.
- Laver à l'éther ou à l'acétate sous léger vide.
- Mettre le creuset avec le contenu à l'étude pendant 3 heures à 105°C et peser ( $W_1$ ).
- Incinérer au four à moufle pendant 3 heures à 550°C et peser ( $W_2$ ).

### d. Calcul

$$\% \text{ FB} = \frac{W_1 - W_2}{W_{\text{éch}}} \times 100$$

Où  $W_1 - W_2$  = masse de fibres brutes

% FB = pourcentage de fibres brutes

$W_{\text{éch}}$  = masse de l'échantillon (0,3g)

### II.2.6. Dosage des minéraux

#### II.2.6.1. Attaque nitro-perchlorique (Groegaert, 1958)

- Peser 1g de matériel sec, placer dans un erlenmeyer de 250 ml.
  - Ajouter 10 ml de  $\text{HNO}_3$  concentré et fermer, laisser macérer une nuit.
-

- Chauffer sur plaque chauffante jusqu'à ce que la couleur brune disparaisse et reste environ 0,5 ml de solution chauffée puis enlever et refroidir complètement ;
- Ajouter de nouveau 5ml de HNO<sub>3</sub> concentré, plus 10 ml d'acide perchlorique et chauffer jusqu'à la décoloration complète ;
- Retirer de la plaque et refroidir un peu.
- Ajouter 20 ml d'eau distillée, bouillie et chauffer ensuite jusqu'au début d'ébullition.
- Arrêter le chauffage et filtrer à chaud sur papier filtre Wattman 40 et rincer trois fois l'erlenmeyer ;
- Après refroidissement du filtrat dans un ballon de 100ml, porter au trait avec de l'eau distillée froide.

Cette solution d'attaque nitro-perchlorique appelée minéralisat servira pour le dosage du Ca et du Mg du matériel végétal.

#### II.2.6.2. *Extraction des cations échangeables*

##### a. *Principe*

L'extraction des ions échangeables est obtenue en équilibrant le sol avec une solution Argent - Thiourée. Après centrifugation ou décantation, le surnageant est recueilli pour analyse.

##### b. *Préparation de la solution Ag - Tu*

. Réactifs : Solution 0,02 M de AgNO<sub>3</sub>  
Thiourée (NH<sub>2</sub>-CS-NH<sub>2</sub>)

---

### . Préparation

- Dissoudre 3 g de Thiourée dans 50 ml d'eau distillée ;
- A cette solution, on ajoute goutte à goutte 100 ml d'une solution 0,02 M de  $\text{AgNO}_3$  ;
- Ajouter 200 ml d'eau distillée ;
- Vérifier que le pH de la solution Ag - Tu obtenue soit d'environ 5,5.

**NB** : Les réactifs Ag - Tu doivent être conservés à l'abri de la lumière.

### c. Mode opératoire

- Peser 5g d'échantillon et transvaser dans un tube à centrifuger de 100 ml ;
- Ajouter 30 ml de l'extraction (solution Ag - Tu)
- Agiter mécaniquement par retournement pendant 2 heures ;
- Centrifuger le surnageant dans un ballon de 100ml et porter au volume à l'eau distillée.

La solution ainsi obtenue servira pour le dosage du Ca et du Mg de l'échantillon du sol.

### II.2.6.3. Dosage du calcium (Charlot, 1966)

Par la méthode complexométrique à l'EDTA.

#### 1. Principe

Le sel disodique d'acide éthylène diamine tétraacétique (EDTA) forme des complexes avec les métaux di et trivalents. Il donne avec l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  un complexe très stable en milieu alcalin. Le titrage se fait en présence d'un

---

indicateur, le calcon qui fait virer la solution du rouge - violet en bleu à la fin du titrage. Comme la plupart de ces cations sont aussi complexés dans les mêmes conditions, il est nécessaire de les éliminer du milieu réactionnel.

## 2. Réactifs

- KCN 1% ou pyridine
- Chlorhydrate de triéthanolamine (133 ml de triéthanolamine + 86,4 ml de HCl concentré, ramené à 1 l de solution avec de l'eau distillée)
- NaOH 2N
- EDTA 0,02 N
- Calcon 0,4% (0,2g de calcon dans 50 ml de méthanol)
- Papier indicateur universel.

## 3. Matériels

Erlenmeyer de 250 ml, pipette de 10 ml, burette de 50 ml

## 4. Mode opératoire

- Prélever exactement 2ml du minéralisat (extrait)
  - Introduire l'aliquote dans un erlenmeyer de 250 ml puis porter à 50 ml avec de l'eau distillée.
  - Ajouter successivement 2ml de KCN 1%, 1ml de chlorhydrate de triéthanolamine.
  - Ajouter lentement du NaOH 2N pour ajuster le pH à 12 (environ 2ml suffisent). Le pH est contrôlé à l'aide d'un papier indicateur universel.
  - Ajouter 2 gouttes de la solution de calcon (une pincée) et la solution prend une coloration rouge violette.
  - Titrer lentement avec l'EDTA 0,02 N jusqu'au virage au bleu.
-

## 5. Calcul

$$\% \text{ Ca} = \frac{V_{\text{EDTA}} \cdot N \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{P \cdot V}$$

$V_{\text{EDTA}}$  = ml de l'EDTA utilisé par titration

N = normalité de l'EDTA (0,01N)

20 = Milliéquivalent de Ca

V = volume de l'aliquote (2ml)

P = poids du matériel minéralisé (1g)

$10^{-3}$  = facteur de conversion de mg en g.

## II.2.6.4. Dosage du Magnésium (Charlot, 1966)

Le Mg a été dosé par complexation de la somme  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

## 1. Principe

Le principe est exactement le même que celui de la détermination du Calcium, mais ici on complexe le Mg sous forme de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ; on travaille à pH inférieur à 12 (pH=10). On maintient ce pH en utilisant un tampon ammoniacal.

## 2. Réactifs

- EDTA 0,02 N
- Tampon ammoniacal ( $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$ ) pH 10 (3,5 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 30 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  25%, ramener à 50 ml de solution avec de l'eau distillée).
- Indicateur : Noir d'Eriochrome T (0,2 g + 300g de NaCl)
- KCN 1% ou pyridine.

### 3. Matériels

Pipettes de 10 ml, erlenmeyer de 250ml, burette de 50 ml.

### 4. Mode opératoire

- Pipeter 10 ml de l'extrait
- Introduire dans un erlenmeyer de 250 ml puis porter à 50ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter successivement 2 ml de KCN 1%, 10 ml de tampon ammoniacal (vérifier le pH et l'ajuster à 10) et une pincée de noir d'Eriochrome T ; la solution prend une coloration rouge - violette ;
- Titrer lentement avec l'EDTA 0,02 N jusqu'à l'apparition de la coloration « bleu franc » ou bleu délavé.

### 5. Calcul

La teneur en Mg est donnée par la formule :

$$\% \text{Mg} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot \text{Fc} \cdot \text{Még}_{\text{Mg}} \cdot V_m}{P \cdot V_a} \times 100$$

Où  $V_1$  = volume (en litre) de l'EDTA utilisé pour la somme Ca+Mg

$V_2$  = volume (en litre) de l'EDTA utilisé pour le Ca seul.

$\text{Még}_{\text{Mg}}$  = équivalent-gramme de Mg (=12)

N = normalité de l'EDTA (0,02N)

fc = facteur de correction de l'EDTA (1,064)

$V_a$  = volume prélevé de l'extrait (aliquote) = 10ml

$V_m$  = volume total de l'extrait (= 50 ml)

P = prise de l'échantillon pour la minéralisation (ou pour l'extraction) = 1g

## II.2.7. Détection d'ions indésirables

### II.2.7.1. Détection de Nitrates (De Groote, 1975)

#### a. Réactifs

- poudre de diphénylamine
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré

#### b. Matériels

Verre de montre, baguette en verre, erlenmeyer de 250 ml

#### c. Mode Opérateur

Faire une décoction de 1g de poudre végétale d'eau distillée et filtrer. Sur un verre de montre, dissoudre quelques cristaux de diphénylamine dans 10 gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. Ajouter 3 gouttes du filtrat et agiter à l'aide d'une baguette en verre. En présence des nitrates, le milieu se colore en bleu.

### II.4.7.2. Détection de Nitrites (De Groote, 1975)

#### a. Réactifs

- (1) 0,5g d' $\alpha$  - naphtylamine dans 30 ml d'acide acétique glacial. Porter à 100 ml avec de l'eau distillée.
  - (2) 0,8g d'acide sulfanilique dans 100 ml d'eau distillée chaude.
-

### *b. Mode opératoire*

Faire une décoction de 1g de poudre végétale d'eau distillée et filtrer. A 5ml du filtrat, on ajoute successivement 1ml de (1) et 1ml de (2). Agiter la solution, elle se colore en brun en présence des nitrites.

### **II.2.7.3. Test qualitatif d'oxalates** (Feigl, 1966)

*a. Réactif* : Poudre de diphénylamine

*b. Matériels* : tube à essai (15,5cm de long), bec bunsen

*c. Procédure*

- Prendre un peu de poudre ou fragment de l'échantillon et mettre dans un tube à essai. Ajouter la poudre de diphénylamine et bien mélanger.
- Chauffer à la flamme jusqu'à fondre la diphénylamine en présence de l'échantillon. S'il y a apparition de la coloration bleue, cela indique la présence d'oxalates, sinon test négatif.

### **II.2.7.4. Test de Cyanures** (De Groote, 1975)

*a. Réactifs*

- (1) NaOH 50%
  - (2) Sol frais de  $\text{FeSO}_4$  à 40%
  - (3)  $\text{FeCl}_3$  à 5%
  - (4) HCl concentré
-

*b. Mode opératoire*

- Prélever 5ml du distillat. Ajouter 1ml de (1), 3 gouttes de (2) et 3 gouttes de (3). Chauffer à l'ébullition et refroidir immédiatement.
- Ajouter goutte à goutte (4) jusqu'à la dissolution de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . L'apparition d'une coloration ou d'un précipité bleu  $\text{Fe}(\text{CN})_6$  indique la présence des cyanures.

**II.2.8. Détection de groupes phytochimiques****II.2.8.1. Détection d'Alcaloïdes (Wome, 1985)**

a. Réactifs : HCl 5%, réactif de Meyer, réactif de Dragendorff

*b. Matériels*

Becher de 100ml, Erlenmeyer de 250ml, entonnoir, pompe à vide, papier filtre, tube à essai de 15,5cm, pipette de 10ml.

*c. Mode opératoire*

Laisser macérer 5g de poudre végétale dans 10ml de HCl 5% pendant 24 heures et filtrer.

A 3ml du filtrat, on ajoute quelques gouttes de réactif de Dragendorff ou celui de Meyer.

La présence d'alcaloïdes se traduit par une précipitation plus ou moins dense, selon que la plante a une teneur élevée ou faible en alcaloïdes.

L'absence de précipitation signifie que la plante est exempte d'alcaloïdes. Avec le réactif de Meyer, il y a formation d'un précipité blanc, tandis qu'avec celui de Dragendorff, le précipité est rouge.

---

### *II.2.8.2. Détection de Saponines*

#### *a. Matériels*

Balance, bēcher de 100ml, erlenmeyer de 250ml, tube à essai de 15,5cm de long, pompe à vide, papier filtre, büchner, entonnoir, plaque chauffante.

#### *b. Mode opératoire*

Faire une décoction de 1g de poudre végétale d'eau distillée et filtrer. Placer 10ml du filtrat dans un tube à essai, agiter et laisser reposer pendant 10 minutes. Une mousse persistante après ce temps indique la présence de saponines.

### *II.4.8.3. Détection de Flavonoïdes (Mabika, 1983)*

#### *a. Réactifs*

Ethanol 95%, HCl concentré, copeaux de Mg, alcool isoamylique.

#### *b. Matériels*

Balance, plaque chauffante, Büchner, entonnoir.

#### *c. Mode opératoire*

Infuser 1g de poudre végétale dans 50ml d'eau distillée et filtrer. A 5ml du filtrat, ajouter successivement 2ml d'alcool éthylique 95%, 2ml d'eau distillée, 2ml de HCl concentré, 0,2g de Mg et quelques gouttes d'alcool isoamylique. L'apparition de la coloration rose, orange ou rouge violencée sur la couche surnageante fait penser à la présence de flavonoïdes.

---

#### II.2.8.4. Détection de Tanins (Mabika, 1983)

a. Réactif :  $\text{FeCl}_3$  1%

b. Matériels

Balance, plaque chauffante, büchner, bêcher, erlenmeyer de 250ml, entonnoir.

c. Mode opératoire

Dans 5ml de l'infusé, ajouter quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$  1%. L'apparition d'une coloration particulière ou d'un précipité implique la présence de tanins.

#### II.2.8.5. Détection de Terpènes et Stérols

(Weast et Robert, 1969-1970)

a. Réactifs :

- éther diéthylique
- anhydride acétique
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré

b. Matériels : Erlenmeyer de 250ml, verre de montre

c. Mode opératoire

1g de matériel végétal grossièrement broyé est mis à macérer pendant 24 heures dans une fiole conique contenant 20ml d'éther. Quelques gouttes (environ 5) de la solution en macération sont évaporées sur un verre de montre.

Le résidu repris par 2 gouttes d'anhydride acétique, l'addition d'une goutte d'acide sulfurique concentré donne en présence des composés stéroliques ou terpéniques une coloration mauve virant au vert, sinon test négatif.

---

## CHAP III : RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1. RESULTATS

Les résultats de nos analyses chimiques sont repris dans les tableaux ci-dessous :

**Tab.I.** teneurs moyennes en eau, protéines brutes, matières grasses brutes, fibres brutes, cendres brutes, Calcium et Magnésium dans les feuilles et dans les jeunes pousses de Pennisetum purpureum.

Echantillon	%H	%MS	Echantillon sec					
			%PB	%MGB	%FB	%CB	%Ca	%Mg
Jeunes pousses	94,73	5,27	20,02	6,2	13,3	23	0,12	0,139
Feuilles	76,6	23,4	9,662	3,0	33,3	15	0,106	0,098

#### Légende :

%H : teneur en humidité

%MS : teneur en matière sèche

%PB : teneur en protéines brutes de la matière sèche

%MGB : teneur en matières grasses brutes de la matière sèche

%FB : teneur en fibres brutes de la matière sèche

%CB : teneur en cendres brutes de la matière sèche

%Ca : teneur en calcium de la matière sèche

%Mg : teneur en magnésium de la matière sèche

Tab. II. Teneurs moyennes en eau, calcium, magnésium, azote du sol à l'endroit de l'échantillonnage de Pennisetum purpureum.

	%H	Echantillon sec		
		%N	%Ca	%Mg
Echantillon du sol	11,73	0,32	0,23	0,071

Légende :

- %H : teneur en humidité  
 %N : teneur en azote de l'échantillon sec du sol  
 %Ca : teneur en calcium de l'échantillon sec  
 %Mg : teneur en magnésium de l'échantillon sec

Tab. III. Résultats de détection des ions toxiques et des groupes phytochimiques dans les feuilles et dans les jeunes pousses de Pennisetum purpureum.

Echantillon	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CN <sup>-</sup>	Alc	Sap	Flav	Tan	Terp et St
Jeunes pousses	-	+	-	+	-	++	-	-	+
Feuilles	-	+	-	+	-	+	-	±	++

Légende :

- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrites  
 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrates  
 C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup> : Oxalates  
 CN<sup>-</sup> : Cyanures  
 Alc : Alcaloïdes  
 Sap : Saponines  
 Flav : Flavonoïdes  
 Tan : Tanins
- Terp et St : Terpènes et Stérols  
 + : test positif (présence moyenne)  
 ++ : test positif (présence abondante)  
 ± : test positif (sous forme de trace)  
 - : test négatif.

## III.2. DISCUSSION

Les résultats de nos différentes analyses sont comparés entre eux et à ceux de Catharellus cyanenseens (Kamango, 2002), Thaumatococcus daniellii (Malyabo, 2005), Macrotermes mülleri (Vondabe, 2000) et de Solanum americanum (N'tshila, 2000), du sol de la concession de l'Institut Facultaire d'Agronomie-Yangambi à Kisangani (Dyongoo, 2004), (Munga, 2005) et de sols ferrallitiques de Guyanes (Leroy, 1992).

Tab.1. Tableau comparatif en valeur alimentaire entre jeunes pousses de Pennisetum purpureum, feuilles de Pennisetum purpureum, Catharellus cyanenseens, Solanum americanum, Macrotermes mülleri et Thaumatococcus daniellii.

	%H	%PB	%MGB	%CB	%FB	%Ca	%Mg
<u>Solanum americanum</u> (N'tshila, 2000)	90,40	71,97	29,52	69,797	-	0,0018	0,004
<u>Macrotermes mülleri</u> (Vondabe, 2000)	8,02	60,3	45,66	89	-	0,63	0,64
<u>Catharellus cyanenseens</u> (Kamango, 2002)	92,3	26,4	2,88	14	-	2,1	1,8
<u>Thaumatococcus daniellii</u> (Malyabo, 2005)	91,04	18,75	8,10	8,4	11,2	5,91	0,678
Feuilles de <u>Pennisetum purpureum</u>	76,6	9,662	3,0	15	33,3	0,106	0,098
Jeunes pousses de <u>Pennisetum purpureum</u>	94,73	20,02	6,2	23	13,3	0,12	0,139

## Légende :

%H : teneur en humidité

%PB : teneur en protéines brutes de la matière sèche

%CB : teneur en cendres brutes de la matière sèche

%MGB : teneur en matières grasses brutes de la matière sèche

%FB : teneur en fibres brutes de la matière sèche

%Ca : teneur en calcium de la matière sèche

%Mg : teneur en magnésium de la matière sèche

**Tab.2.** Tableau comparatif des teneurs en eau, en calcium, en magnésium et en azote des échantillons de sols ferralitiques prélevés en Guyanes et en RD-Congo dans la concession de l'IFA- Yangambi à Kisangani et dans le campus universitaire de Kisangani sur une profondeur de 0 à 10 cm.

Echantillon de sols ferralitiques	%H	Echantillon sec		
		%Ca	%Mg	%N
de Guyanes (Leroy, 1992)	-	0,31	1,16	0,34
de la concession de l'IFA- Yangambi à Kisangani (Dyongoo, 2004) (Munga, 2005)	14,403	-	-	-
du campus universitaire de Kisangani	11,73	0,23	0,071	0,32

**Légende :**

%H : teneur en humidité

%Ca : teneur en calcium de l'échantillon sec

% N : teneur en azote de l'échantillon sec

% Mg : teneur en magnésium de l'échantillon sec

Il ressort de l'examen de ces tableaux que la teneur en humidité dans les jeunes pousses (94,73%) est supérieure à celle trouvée dans les feuilles (76,6%) de Pennisetum purpureum. La valeur trouvée dans la jeune pousse (94,73%) est supérieure à celle de Solanum americanum (90,40%) déterminée par N'tshila (2000). La teneur en humidité trouvée dans les feuilles de Pennisetum purpureum (76,6%) est inférieure à cette valeur de référence. Dans le terrain de l'échantillonnage de la plante, la teneur en humidité du sol en surface (11,73%) est inférieure à

celle trouvée par Dyongoo (2004) dans le terrain situé derrière l'IFA/Yangambi sur une profondeur de 0 à 10cm (14,403%).

Ces tableaux nous montrent que le Pennisetum purpureum a un taux en protéines brutes dans les feuilles (9,662%) inférieur à celui de ses jeunes pousses (20,02%). Ces taux sont inférieurs à celui de Catharellus cyanenseens (26,4%) trouvé par Kamango (2002). Dans le terrain du prélèvement d'échantillons de la plante, la teneur en azote du sol en surface (0,32%) est comparable à celle trouvée par Leroy (1992) à 10 cm de profondeur dans les sols ferralitiques de Guyanes (0,34%).

Il ressort de l'examen du tableau 1 que le taux de matières grasses brutes dans les feuilles de Pennisetum purpureum (0,3%) est inférieur à celui trouvé dans ses jeunes pousses (6,2%). Ces taux sont inférieurs à celui de Thaumatococcus daniellii (8,1%) trouvé par Malyabo (2005).

Le tableau 1 nous montre une teneur en fibres brutes élevée dans les feuilles (33,3%) que dans les jeunes pousses (13,3%) de Pennisetum purpureum. Ces valeurs sont supérieures à celles de Thaumatococcus daniellii (11,2%) déterminée par Malyabo (2005).

Il ressort du tableau 1 que la teneur en cendres brutes du Pennisetum purpureum dans les feuilles (15%) est inférieure à celle trouvée dans ses jeunes pousses (23%). Ces taux sont inférieurs à celui de Macrotermes mülleri (89%) trouvé par Vondabe (2000) et supérieurs à celui de Catharellus cyanenseens (14%) déterminé par Kamango (2002).

---

La teneur en calcium du Pennisetum purpureum dans les feuilles (0,106%) est comparable à celle de ses jeunes pousses (0,12%), partant du tableau 1. Ces taux sont inférieurs à celui trouvé par Malyabo (2002) dans les feuilles de Thaumatococcus daniellii (5,91%) et à celui de Catharellus cyanenseens (2,1%) déterminé par Kamango (2002). L'échantillon du sol prélevé au même endroit que la plante a une teneur en calcium (0,23%) inférieure à celle trouvée par Leroy (1992) sur une profondeur de 10 cm dans les sols ferralitiques de Guyanes (0,31%).

Ces tableaux nous montrent que la teneur en magnésium des feuilles de Pennisetum purpureum (0,098%) est inférieure à celle de ses jeunes pousses (0,139%). Ces taux sont inférieurs à celui de Catharellus cyanenseens (1,8%) trouvé par Kamango (2002) et supérieur à celui de Solanum americanum (0,004%) déterminé par N'TSHILA (2000). L'échantillon du sol prélevé au même endroit que celui de la plante a une teneur en magnésium (0,071%) inférieure à celle trouvée par Leroy (1992) en surface (0 à 10cm) dans les sols ferralitiques de Guyanes (1,16%).

Il ressort du tableau III que les jeunes pousses de Pennisetum purpureum contiennent les nitrates, les cyanures, les saponines, les terpènes et les stérols tandis que les nitrites, les oxalates, les alcaloïdes et les Flavonoïdes y sont absents. Les jeunes feuilles de cette plante contiennent des nitrates, des cyanures et des Saponines en quantité moyenne, des tanins sous forme de trace, les terpènes et les stérols s'y trouvent en abondance tandis que les nitrites, les oxalates, les alcaloïdes et les flavonoïdes y sont absents.

---

## CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de notre étude relative à l'analyse chimique des jeunes feuilles et repousses de Pennisetum purpureum appuyée par un dosage minéral sommaire du sol ayant porté ce peuplement, nous avons trouvé que :

- les deux échantillons de la plante contiennent une certaine proportion de nutriments tels que protéines brutes, lipides, fibres brutes et sels minéraux accompagnés de quelques substances toxiques comme les nitrates et cyanures et de quelques groupes pharmacodynamiques tels que saponines, terpènes et stéroïdes.
- les teneurs en minéraux des échantillons de la plante sont proportionnelles à leurs teneurs au sol où ils ont été prélevés. La faible teneur en Calcium et Magnésium du sol est vraisemblablement due au lessivage intense caractéristique des sols ferrallitiques signalés par Pyame (2007).

Les jeunes pousses de Pennisetum purpureum constituent une source potentielle de protéines, lipides et minéraux pour l'homme alors que les jeunes feuilles de cette plante constituent une source appréciable de protéines et fibres pour le bétail.

La présence de quelques groupes pharmacodynamiques tels que saponines, terpènes et stéroïdes peut conférer à cette plante des propriétés pharmacologiques intéressantes.

Nous recommandons une vulgarisation plus grande de la consommation des jeunes pousses de cette plante, qui demeure encore moins connue dans notre milieu. Mais cette vulgarisation doit être précédée d'une étude approfondie de la toxicité puisque la plante contient également quelques substances indésirables.

---

## BIBLIOGRAPHIE

### 1. OUVRAGES, TFC, MEMOIRES ET NOTES DE COURS:

1. ANONYME, 1998, *Spermatophytes*, vol IV, Flore du Rwanda, ACCT, Musée Royal de l'Afrique centrale, Belgique.
  2. ARNAUD, P., 1996, *Chimie Organique*, 16<sup>e</sup> éd. Dunod, Paris.
  3. BERNARD, M., *Cours de Chimie minérale*, 2<sup>e</sup> éd Dunod, Paris.
  4. BILIMA, 2002, *Effet de l'urée et de l'Azolla sur le sol et le riz irrigué en milieu ferralitique à Kisangani*, Mémoire inédit, IFA-Yangambi, 37p.
  5. BRUNDZSKI et MASIMANGO, 1971, *Technologie des industries alimentaires, exercices de laboratoire*, UNAZA, Kinshasa.
  6. CACERES-O, KALOU-J, 1986, *Nutritional value of tropical forage crops grown in Cuba*, Sbornik-Vysoke-Skoly-Zemedelske-v-Praze, Perico Matanzas, p. 297-309.
  7. CARLSSON, 1984, *Effects of processing conditions on the composition of leaf protein concentrate from Pennisetum purpureum*, Nutrition-Report-International, Brazil, p. 14, 323-329.
  8. CHARLOT, 1966 : *les méthodes de la Chimie analytique, analyses quantitatives*. Ed. Masson, Paris. PP. 652-843.
  9. DE GROOTE, 1975 : *Cours de Brotologie*, UNIKIN, Kinshasa.
  10. DESSART, JODOGNE, J., 1973 : *Chimie analytique*. Bruxelles : A de Boeck, P. 164.
  11. DYONGOO, 2004 : *Distribution du Potassium et de l'acidité dans les sols colonisés par Panicum maximum et Imperata cylindrica à Kisangani*, Mémoire inédit, IFA-Yangambi.
-

12. FATTORUSSO, V. et RITTOR, O., 2004, *Du diagnostic au traitement*, Vademecum clinique, 17<sup>e</sup> éd Masson, Paris.
  13. FEIGL, F.V., ANGER, R.E., DESPER, 1966, *Spots tests in organic analysis*, 7<sup>th</sup> ed. New York, Elsevier Publishing Company. PP. 267-458
  14. GODON B. et VALLERY-MASSON, D., 1985 : *Protéines végétales*, Techniques et documentation Lavoisier, Paris.
  15. GOEGAERT, 1958 : Recueil des modes opératoires en usage au laboratoire central de l'INEAC, Bruxelles.
  16. HAROLD, H., 1965, *Précis de Biochimie*, éd. Armand Colin, Paris.
  17. KAMANGO, 2002 : *Etude comparative de valeur nutritionnelle de quelques champignons comestibles à Kisangani et ses environs*, Mémoire inédit, UNIKIS.
  18. KANANGIRE, 2001 : *Effet de l'alimentation des poissons avec Azolla sur la production d'un écosystème agro-piscicole en zones marécageuses au Rwanda*. Thèse de doctorat en Sciences. Inédite. Rwanda.
  19. KLYNE, W., 1966 : *La Chimie des Stéroïdes*, Ed. Gauthier Villars.
  20. KOBEL, L., 1970 : *Travaux pratiques d'analyses quantitatives, préparations chimiques*, Masson et Cie, Paris.
  21. LARABA, 1981 : *Nutrition et Développement*, N°3, Université de Constantin, Algérie.
  22. LEROY, C., 1992 : *Variation des caractéristiques de l'humus forestier d'un sol ferrallitique (Guyanes) selon l'essence arborée considérée*, CPB-CNRS, Vandoeuvres-Lès-Nancy, p.40
-

23. MABIKA, 1983, *Plantes médicinales et médecine traditionnelle du Kasai occidental*. Thèse inédite, Faculté des Sciences, UNIKIS.
  24. MAKAMBO, 2006 : *Cours de Chimie des Substances Naturelles*, inédit, Faculté des Sciences, UNIKIS. 95p.
  25. MALYABO, 2005 : *Contribution à l'analyse chimique comparative des feuilles de deux plantes alimentaires sauvages (Cola congolana de Wild et Thaumatococcus daniellii) consommées à Kisangani et ses environs*. Mémoire inédit, UNIKIS. 43p.
  26. MBUYI, M., 2002 : *Cours de Chimie Organique*, inédit, UNIKIS
  27. MUNGA, M. : *Etude comparative des effets des tortillons des vers. de terre et de deux Mulches végétaux (Azolla et Paspalum) sur les propriétés chimiques du sol et la réponse du maïs en milieu ferralitique*. Mémoire inédit, IFA-Yangambi. 32p
  28. MURRAY, GRANNER, MAYES, RODWELL, 1996, *Pécis de Biochimie de Harper, De Boeck -Larcier, Paris-Bruxelles*. P 688
  29. MUTIMANA ; 1997 : *Dosage des protéines, matières grasses brutes, sucres totaux solubles, fibres brutes et cendres brutes. des amandes de Tetracarpidium conophorum (euphorbiaceae) et Ricinodendron heudelotii (euphorbiaceae) consommées à Kisangani*. TFC inédit, UNIKIS. 35p
  30. N'TSHILA, 2000 : *Détermination des nutriments des feuilles de Solanum americanum consommées à Kisangani*. TFC inédit, UNIKIS.
  31. NYONGOMBE, 2001 : *Cours d'Agrostologie et cultures fourragères*. Inédit, IFA-Yangambi.
-

32. NYONGOMBE, 2005 : Cours de Nutrition animale. Inédit, IFA-Yangambi.
  33. NYONGOMBE, 2007 : Cours de Nutrition et Diététique. Inédit, ISTM-Kisangani.
  34. ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988 : Contribution à l'analyse chimique comparative de deux légumes feuilles, *Talinum triangulare* (Jacq) Wild et *Cyphostema adenocaula* (Stend). Annales de la Faculté des Sciences, UNIKIS, 5-15-22.
  35. PYAME, M.L., 2007 : Cours de conservation et amélioration des sols. Inédit, UNIKIS.
  36. TORTORA et GLABOWSKI, 1994 : Principes d'Anatomie et de Physiologie, De Boeck Université, Paris-Bruxelles.
  37. VONDABE, 2000 : Contribution à l'analyse chimique de la composition nutritionnelle des termites, *Macrotermes mülleri*, vendus au marché de Kisangani. TFC inédit, UNIKIS, 24p.
  38. WEAST, 1970: Hand book of Chemistry and Physics. 50<sup>th</sup> ed. Chemical Rubber Company grand world parc way, Cleveland, Ohio, 1150P
  39. WOME, L., 1985 : Recherche ethnopharmacognosique sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani (Haut-Zaïre). Thèse inédite, Faculté des Sciences, U.L.B., 361p.
-

## 2. WEBOGRAPHIE

### 40. [www.google.fr](http://www.google.fr), 2007 :

- Système d'Information des Ressources en alimentation animale.

[http://www.google.fr/search?hl=fr&q=Pennisetum  
purpureum&meta=](http://www.google.fr/search?hl=fr&q=Pennisetum+purpureum&meta=)

- Comprendre les protéines.

[http://www.google.fr/search?hl=fr&q=prot%C3%A9ines+animales  
&meta=](http://www.google.fr/search?hl=fr&q=prot%C3%A9ines+animales&meta=)

- Nutrition animale.

<http://www.google.fr/search?hl=fr&q=nutrition+animale&meta=>

### 41. [www.membres.lycos.com](http://www.membres.lycos.com), 2007 : Flavonoïde.

[http://membres.lycos.fr/mourac/  
flavono%C3%ADdes.html](http://membres.lycos.fr/mourac/flavono%C3%ADdes.html)

### 42. [www.wikipédia.org](http://www.wikip%C3%A9dia.org), 2007 :

- Annuaire de dictionnaires, glossaires et lexiques.

- Acide oxalique et Oxalates.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide\\_oxalique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_oxalique)

---

TABLE DES MATIERES

Page

DEDICACE  
 REMERCIEMENTS  
 RESUME  
 SUMMARY

0. INTRODUCTION

CHAPITRE I : GENERALITES .....	5
I .1. Généralités sur la nutrition .....	5
I.1.1. <i>Bref aperçu sur les protéines, les lipides, les fibres                   alimentaires, l'eau et les minéraux</i> .....	6
I.1.1.1. Les protéines .....	6
I.1.1.2. Les lipides.....	7
I.1.1.3. Les fibres alimentaires .....	7
I.1.1.4. L'eau .....	8
I.1.1.5. Les minéraux .....	9
A. <i>Le Calcium</i> .....	9
B. <i>Le Magnésium</i> .....	10
I.1.2. <i>Ions toxiques et groupes phytochimiques</i> .....	10
I.1.2.1. Ions toxiques .....	10
I.1.2.2. Groupes phytochimiques .....	12
I.1.3. <i>Besoins nutritionnels</i> .....	16
I.1.3.1. Besoins énergétiques .....	16
I.1.3.2. Besoin plastique .....	16
I.1.3.3. Besoins en matériaux de protection .....	17
I.2. <i>Facteurs influençant la variation du taux des nutriments           et principes toxiques des plantes</i> .....	17
I.2.1. Le climat .....	17
I.2.2. Le stade végétatif .....	18
I.2.3. La nature du sol .....	18
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES .....	19
II.1. <i>Matériel végétal et échantillonnage</i> .....	19
II.1.1. Description botanique de <i>Pennisetum purpureum</i> .....	19
II.1.2. Echantillonnage .....	20

<b>II.2. Méthodes</b> .....	<b>21</b>
II.2.1. Détermination de l'humidité .....	21
II.2.2. Dosage des matières grasses brutes .....	22
II.2.3. Dosage de l'azote total et des protéines brutes.....	23
II.2.4. Dosage des cendres brutes .....	27
II.2.5. Dosage des fibres brutes .....	28
II.2.6. Dosage des minéraux .....	29
II.2.6.1. Attaque nitro-perchlorique .....	29
II.2.6.2. Extraction des cations échangeables .....	30
II.2.6.3. Dosage du calcium .....	31
II.2.6.4. Dosage du magnésium .....	33
II.2.7. Détection d'ions indésirables .....	35
II.2.7.1. Détection de nitrates .....	35
II.2.7.2. Détection de nitrites .....	35
II.2.7.3. Détection d'oxalates .....	36
II.2.7.4. Détection de cyanures .....	36
II.2.8. Détection de groupes phytochimiques .....	37
II.2.8.1. Détection d'alcaloïdes .....	37
II.2.8.2. Détection de saponines .....	38
II.2.8.3. Détection de flavonoïdes .....	38
II.2.8.4. Détection de tanins .....	39
II.2.8.5. Détection de terpènes et stérols .....	39
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>40</b>
<b>III.1. Résultats</b> .....	<b>40</b>
<b>III.2. Discussion</b> .....	<b>42</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>47</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	<b>52</b>