

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	I
SOMMAIRE	III
LISTE DES FIGURES.....	V
LISTES D'ANNEXES.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
INTRODUCTION.....	1
I. BIBLIOGRAPHIE	4
A- Importance du problème de la malnutrition	4
B- Importance des éléments minéraux	4
B-1- Rôle biologique du calcium (Ca)	4
B-2- Rôle biologique du fer (Fe).....	5
B-3- Rôle biologique du potassium (K) [11]	7
B-4- Rôle biologique du phosphore (P)	8
II. FICHE TECHNIQUE DES PRODUITS ALIMENTAIRES À CARACTÉRISER... 11	
A- Banane.....	11
B- Cresson	13
C- Feuilles de patate	16
D- Pois de bambara	18
E- Pois du cap.....	20
F- Caridine.....	23
III. CARACTERISATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES ENVISAGES PAR	
SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X.....	26
A- Principe de la spectroscopie par fluorescence X [38]	26
B- Appareillage	28
C- Conditions expérimentales	28
D. Résultats expérimentaux.....	29
D-1- Produit alimentaire 1.....	29
D-2- Produit alimentaire 2.....	33
D-3- Produit alimentaire 3.....	37
D-4- Produit alimentaire 4.....	43

D-5- Produit alimentaire 5.....	47
D-6- Produit alimentaire 6.....	51
IV- ETUDES COMPARATIVES	57
A- Produit alimentaire1	57
B. Produit alimentaire2.....	58
C. Produit alimentaire 3.....	59
D. Produit alimentaire 4	60
E. Produit alimentaire 5	61
F- Produit alimentaire 6.....	62
CONCLUSION GENERALE	64
GLOSSAIRE	
ANNEXES	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
RESUME	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Processus de fluorescence	26
Figure 2 : Principe de spectrométrie de fluorescence X	28
Figure 3 : Spectre de fluorescence X de la « Banane »	30
Figure 4 : Spectre de fluorescence X du « Cresson ».	34
Figure 5 : Spectre de fluorescence X de « feuilles de patate ».	38
Figure 6 : Spectre de fluorescence X du « Pois de terre ».	44
Figure 7 : Spectre de fluorescence X du « Pois du cap ».	48
Figure 8 : Spectre de fluorescence X de la « Caridine ».	52

LISTES D'ANNEXES

Annexe 1 : Dépouillement de l'acide stéarique

Annexe 2 : Valeur limite de certains éléments toxiques (mg/l)

Annexe 3 : préparation des échantillons

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X de la « Banane »	31
Tableau N°2 :	Pourcentage en oxyde des éléments analysés.....	32
Tableau N°3 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X « du cresson ».....	35
Tableau N°4 :	Pourcentages en oxyde des éléments analysés.....	35
Tableau N°5 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X des « feuilles de patate »	39
Tableau N°6 :	Pourcentage en oxyde des éléments analysés.....	40
Tableau N°7 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X du « pois de terre »	45
Tableau N°8 :	Pourcentages en oxydes des éléments analysés.	45
Tableau N°9 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X du « pois du cap »	49
Tableau N°10 :	Pourcentages en oxyde des éléments analysés.....	49
Tableau N°11 :	Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X de la « caridine »	53
Tableau N°12 :	Pourcentage en oxyde des éléments analysés.....	54
Tableau N°13 :	Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)	57
Tableau N°14 :	Etudes comparatives de nos résultats à ceux de la littérature.....	58
Tableau N°15 :	Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)	59
Tableau N°16 :	Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)	60
Tableau N°17 :	Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)	61
Tableau N°18 :	Etude comparatives de nos résultats à ceux de la littérature	62

Introduction

Introduction

Beaucoup d'éléments interviennent dans la nutrition humaine. Parmi eux, on peut citer :

- l'eau
- les protéines
- les minéraux (Ca, K, Fe, Mg, P etc)
- les vitamines etc.

Ainsi, les minéraux entrent dans la composition intime de tous les tissus du corps. Ils se trouvent en quantité considérable dans certaines structures telles que les os, les dent...et dans une moindre part, dans les muscles et le sang. [1]

Les oligo éléments sont des catalyseurs biologiques indispensables au fonctionnement harmonieux des systèmes protéiques, enzymatiques et génétique. Leurs rôles sont multiples puisqu'ils interviennent au niveau chimique, physique, et informationnel. Ce dernier niveau justifie pleinement leur intégration dans le système de nano nutrition. [2]

De ce fait, l'alimentation constitue la base essentielle au bon fonctionnement, ou au déséquilibre de notre organisme.

D'ailleurs, le problème de la malnutrition est un fléau qui frappe tous les pays, notamment les pays sous développés.

A Madagascar, le poids de la malnutrition ou plus précisément de la dénutrition est très lourd. Les statistiques sont alarmantes. Un enfant sur deux est malnutri. Près de 54% des décès sont associés à la malnutrition infantile. Plus de 42% des enfants présentent un faible poids et une et une petite stature par rapport à leur âge. Environ 18% des femmes en âges de procréer (15 à 49 ans) sont frappées de dénutrition chronique.

Toutefois, ce cycle infernal de la malnutrition d'une génération à l'autre n'est pas une fatalité. « Il pourrait toute fois être interrompu à travers de bonnes interventions nutritionnelles au cours des périodes déterminantes de la vie des femmes et des enfants », souligne Noro Rakotoniaina, responsable de la nutrition communautaire à l'ONN (office Malgache de Nutrition). [3]

Ces mêmes problèmes de malnutrition sont rencontrés dans beaucoup des pays sous développés comme les Comores et d'autres.

Ainsi, notre mémoire a pour but, de mettre en évidence que la malnutrition peut avoir une solution à partir des produits alimentaires accessibles par le pouvoir d'achat.

Cependant, un problème d'information est nécessaire à l'utilisation de ces produits alimentaires.

Notre mémoire comprendra quatre grandes parties :

- **Première partie** : bibliographie sur le rôle biologique des éléments, calcium (Ca), fer (Fe), potassium (K) et phosphore (P).
- **Deuxième partie** : fiche techniques de nos produits alimentaires à caractériser qui sont : (La banane, le cresson, les feuilles de patates, le pois de bambara, le pois de cap et la caridine).
- **Troisième partie** : résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X.
- **Quatrième partie** : études comparatives de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique de nos produits alimentaires à caractériser).

Une conclusion générale terminera notre étude.

1^{ère} PARTIE : BIBLIOGRAPHIE

I. BIBLIOGRAPHIE

A- Importance du problème de la malnutrition

Le programme alimentaire mondiale (P A M) définit la malnutrition comme « un état dans lequel la fonction physique de l'individu est altérée au point qu'il ne peut plus assurer la bonne exécution de fonction corporelles comme la croissance, la grossesse, la lactation, le travail physique, la résistance aux maladies et la guérison après celle-ci ». [4]

En fait, il y a plusieurs façons de décrire la malnutrition, mais ses causes sont également liées à l'intégration d'aliments et aux maladies infectieuses. [4]

La malnutrition figure parmi les plus sérieux problèmes de santé, aujourd'hui, dans le monde à ne pas avoir été traité. En gros, 30% des enfants au niveau mondiale sont sous-alimentés, et 60% en fait des enfants qui meurent par exemple de maladies courantes comme le paludisme et le diarrhée ne seraient pas morts s'ils n'avaient pas été mal nourris. [5]

La malnutrition, une question de santé publique et socio-économique qui touche une grande partie de la population, particulièrement les enfants, les femmes enceintes et allaitantes. Elle comporte notamment la malnutrition protéino-énergétique et les carences dans les principaux micronutriments à savoir la vitamine A, le fer, et l'iode. [4]

B- Importance des éléments minéraux

B-1- Rôle biologique du calcium (Ca)

Le calcium (Ca) est le constituant minérale le plus abondant chez l'homme. De fait, 99 % du calcium présent dans l'organisme se trouve dans les os et les dents. Ce pendant, le 1% restant n'en joue pas moins un rôle essentiel dans la coagulation du sang, le fonctionnement du cœur, la production neuromusculaire, la perméabilité des membranes cellulaires, la croissance, l' action de nombreuses hormones et l'activation de certaines enzymes . [6]

Aussi, il intervient dans la régulation de l'équilibre acido-basique (dont le PH neutre se trouve entre 7,35 et 7,45. Cet équilibre, justement, permet la fixation de tous les minéraux. Si le terrain se trouve à PH acide, il y a déperdition des minéraux et il ne sert à rien de pallier cette perte par apport extérieur de calcium ou de magnésium. [7]

❖ **Besoins en calcium (Ca)**

Les besoins par jour de calcium varient entre 600 et 1200 mg / j. [7]

Cet apport en calcium est particulièrement important pendant la période de grossesse, d'allaitement, et d'adolescence. Les enfants ainsi que les nourrissons, ont également un besoin en calcium supérieur à celui de l'adulte. [6]

❖ **Mieux fixer le calcium** [7]

En réduisant voir éliminant les aliments acides : sucres blancs et roux, toutes préparations qui en contient fruits acides, fruits non mûrs, association de fruits acides, tomates, vinaigre.

Les excès alimentaires de céréale, le vin, l'alcool, le tabac.

Les aliments contenant des conservateurs « phosphatés » ont la réputation de neutraliser le calcium. Certains charcuterie, fromages et les stress répétés sont également facteurs acidifiants ; ainsi que certains médicaments.

Le métabolisme acido-basique est assez complexe et dépend de plusieurs facteurs. Entre autres, de la nature de la personne, de la période de stress ou d'état d'harmonie, de la qualité et de la quantité des aliments pris contenant des éléments favorisant une bonne calcification.

En revanche, un sport régulier, non excessif adapté à chacun, permet également de maintenir une calcification naturelle, la consolidation des os et la prévention de l'ostéoporose.

Ce pendant, pour une meilleure assimilation, le calcium devrait s'accompagner de magnésium.

❖ **Problèmes dus aux déséquilibres en calcium** [7]

Une baisse de calcium dans le sang circulant ou hypocalcémie, entraîne des crises de tétanie et de spasmophilies correspondant à un état permanent d'hyperexcitabilité neuromusculaire.

Cependant, une hausse de calcium dans le sang, ou hypercalcémie, entraîne des troubles digestifs, constipation et lésions osseuses.

B-2- Rôle biologique du fer (Fe)

Les fonctions biologiques du fer sont essentielles et bien connues. Dans l'organisme, le fer est le constituant de l'hémoglobine et de la myoglobine. Son rôle est également central dans toute une série de réactions enzymatique d'oxydation impliquées dans l'organisme et de

la production d'énergie. Il est présent dans les cytochromes qui sont indispensables à la respiration cellulaire et il contribue aux performances physiques et cognitives. (Certaines études établissent une relation avec la mémoire, les facultés d'apprentissage et le quotient intellectuelle), sans oublier son implication dans le système immunitaire et la résistance aux infections. [8]

Le fer est un micronutriment indispensable au développement intellectuel et à la capacité d'apprentissage de l'enfant. Estiment les spécialistes. [9]

Aussi, le fer existe dans les muscles, le sérum sanguin et surtout dans l'hémoglobine des globules rouges où il joue un rôle de première importance dans la fixation et le transport de l'oxygène.

Il intervient encore dans les métabolismes du foie dans la moelle osseuse et la rate. Certaines hyposphyxies, les anémies hypochromes proviennent de l'insuffisance d'hémoglobine ferrugineuse dans les globules rouges. Il est essentiel à la respiration et à la vitalité de toutes les cellules.

Par contre, l'excès de fer peut provoquer le nanisme, ainsi que les dystrophies ostéo-articulaire. [10]

Il existe deux natures de fer, avec deux types d'absorptions différents : le fer non hémique, est présent dans les aliments d'origine végétale. Et le fer hémique, se trouve exclusivement dans l'hémoglobine et la myoglobine des produits animaux (viande, volaille, poisson...) [8]

❖ **Besoins en fer (Fe) [10]**

Enfant et homme adulte : 10 mg /j

Adolescent et femme entre la puberté et la ménopause : 15 mg/j

Femme enceinte et allaitante : 20 mg /j

❖ **Symptôme de carence en fer [10]**

Fatigue, dépression, pâleur, essoufflement, palpitation, peau sèche, ongles mous ou cassants, bourdonnement d'oreille, troubles gastro-intestinaux.

Risques de carence réelle chez la femme dont les règles sont abondantes.

Risque également chez les personnes soumises à un régime trop restrictif ou déséquilibré.

Risque résultant de certaines maladies avec saignement chronique.

Risque de carence pendant la grossesse et l'allaitement où les besoins sont accrus.

B-3- Rôle biologique du potassium (K) [11]

Le potassium est une substance retrouvée principalement à l'intérieur des cellules et travaille étroitement avec le sodium.

Son rôle sert :

A maintenir l'équilibre entre le sodium présent à l'intérieur de vos cellules.

A maintenir votre sang à un degré d'acidité (PH) normal.

A assurer l'hydratation des cellules de votre corps.

A transmettre des informations entre votre cerveau et votre corps sous forme d'impulsion ; électrique (influx nerveux).

A faciliter la contraction des muscles.

A permettre aux vaisseaux sanguins de se contracter ou de se dilater.

A favoriser le bon fonctionnement des reins et des glandes surrénales.

A participer à des multiples réactions chimiques dans l'organisme.

❖ Besoins en potassium (K) [12]

En 2004, de nouvelles recommandations sur les besoins en potassium ont été publiées. Ces recommandations reposent sur les quantités jugées suffisantes pour abaisser la tension artérielle et réduire le risque de pierre aux reins.

Enfants de 1-3ans : 3,0g/j

Enfants de 4-8ans : 3,8g/j

Enfants de 9-13ans : 4,5g/j

Adolescent de 14-18 ans : 4,7g/j

Adulte de 19 ans et plus : 4,7g/j

❖ Problèmes dus au déséquilibre en potassium (K)

On soupçonne qu'un apport insuffisant en potassium augmenterait les risques de plusieurs maladies comme l'hypertension artérielle, les maladies cardio-vasculaires, l'hypercalciurie (élimination excessive de calcium dans l'urine), les pierres aux reins et l'ostéoporose.

Une carence en potassium peut être causée par la prise de certains médicaments, comme les diurétiques, un usage excessif de laxatif, des vomissements prolongés, ainsi que les personnes alcooliques.

Les symptômes de carence en potassium sont :

Fatigue musculaire

Confusion

Paralysie musculaire

Troubles cardiaques (arythmie). [13]

En outre, une consommation excessive de potassium peut entraîner :

Des nausées et des vomissements ;

Des douleurs gastriques ;

De la diarrhée ;

Dans des cas plus rares, une trop grande consommation de potassium, peut causer de la confusion et des troubles du rythme cardiaque.

Cependant, chez les personnes en bonne santé, une consommation élevée de potassium provenant des aliments ne présentent pas un problème, car le surplus est éliminé dans l'urine. [14]

❖ Sources de potassium [15]

Le potassium se trouve en très grande quantité dans la plupart des fruits et légumes frais. Les pommes de terre, les épinards, les tomates, les jus d'orange, les bananes etc, contiennent tous de bonnes quantités de potassium. Et toute la famille des fèves (viandes et substituts) est riche en potassium.

En consommant beaucoup de fruits et de légumes, vous allez rencontrer vos besoins en potassium et même prévenir l'hypertension (voir plus bas).

B-4- Rôle biologique du phosphore (P)

Le corps adulte renferme près de 700g de phosphore dont 85% environ sont associés au calcium dans le squelette et les dents. Son action est intimement liée à celle du calcium. Le phosphore constitue, avec le calcium et le magnésium, la trame minérale de l'os. C'est l'un des composants essentiels de toutes les cellules et il intervient dans la mise en réserve et le transport de l'énergie. [16]

Aussi, le phosphore entre dans la composition du tissu osseux, il est donc indispensable à l'édification du squelette. Les muscles contiennent aussi des composés phosphoriques et les esters phosphoriques jouent un rôle métabolisme dans la contraction musculaire. [17]

❖ **Besoins en phosphore**

Les besoins en phosphore sont en moyenne de 750mg par jour. [16]

L'adulte doit recevoir au moins 1g de phosphore par jour. Le besoin est plus grand pour l'enfant, dont le squelette s'accroît, aussi pour la femme pendant la grossesse et l'allaitement. [17]

❖ **Problèmes dus aux déséquilibre en phosphore**

Les carences en phosphore sont exceptionnelles, les signes cliniques sont généralement une fatigue et une faiblesse musculaire, des troubles osseux...

Elle n'apparaisse que chez les enfants souffrants de malnutrition grave. [16]

La carence en phosphore produit chez l'animal une importante perte des sels osseux, et des troubles graves. Le squelette perd de son poids et de sa solidité, car le phosphore tricalcique est repris dans les os et passe dans le sang. [17]

Cependant, une consommation excessive de phosphore peut présenter certains risques surtout lorsque les apports en calcium sont insuffisants. Il est prudent de ne pas consommer plus de 2500mg de phosphore par jour. [16]

❖ **Sources en phosphore [16]**

Tous les principaux aliments de alimentation humaine contiennent du phosphore. Une alimentation variée garantie la couverture de nos besoins.

Consommer un produit laitier à chaque repas, c'est de veiller à couvrir ses besoins en calcium mais aussi en phosphore de manière à assurer un bon rapport calcium/phosphore, compris entre 1 et 1,5.

2^{ème} Partie :
Fiche technique des
produits alimentaires à
caractériser

II. Fiche technique des produits alimentaires à caractériser

A- BANANE

- ❖ **Nom vernaculaire** :Akondro (Imerina)
- ❖ **Famille** :Musaceae
- ❖ **Genre** :Musa
- ❖ **Espèce** :paradisiaca
- ❖ **Botaniste** :L. (Linné)
- ❖ **Nom scientifique** :*Musa paradisiaca* (L.) [18]
- ❖ **Description botanique [18]**

Les bananiers peuvent atteindre sept mètres de haut, mais ne possèdent pas de vrai tronc. On observe un simple développement en hauteur de la base massive des pétioles des grandes feuilles insérées en spirales. Le bananier, contrairement aux idées reçues, n'est pas un arbre mais la plus grande herbe de monde. Grandes feuilles droites ou retombantes longuement pétiolées.

Au cœur de celle-ci, se développe une inflorescence retombant dans la majorité des espèces sur le côté. L'inflorescence porte à sa base des fleurs femelles qui produiront les bananes et à l'extrémité des fleurs mâles. L'ensemble des fruits porte le nom de « régime ». Après la floraison et le mûrissement, la tige meurt.

- ❖ **Distribution géographique [18]**

La région d'origine de la banane se trouve entre l'Inde et les îles Mélanésienne du pacifique en passant par l'Indonésie et la nouvelle guinée.

Aujourd'hui, la banane est cultivée dans toutes les régions tropicales de la planète. Le bananier vit dans les pays tropicaux sous un climat chaud et humide.

- ❖ **Usages et intérêts**

- **Médicales : [19]**

La banane présente des propriétés uniques pour la santé de l'homme. Elle est utile en diététique. Elle est indiquée dans des affections aussi diverses que les problèmes digestifs, les rhumatismes, ou même dans le cas de certains troubles circulaires. Grâce à pelure épaisse, elle satisfait pleinement les exigences de l'hygiène. Son goût agréable la fait facilement accepter par les enfants.

➤ **Agricoles : [19]**

En générale, les déchets de la bananeraie elle-même (stipes, feuilles ...) assurent le maintien de la teneur en matière organique. Cependant, le paillage peut être un précieux complément.

➤ **Autres :**

- **Utilisation pour l'alimentation [18]**

Il existe deux grands types de bananes d'un point de vu alimentaire ; des bananes douces ou bananes de desserts et celui des bananes à cuire, parmi les quelles les bananes plantains occupent une place prépondérante. La banane est un fruit très énergétique (90 kilocalorie / 100g.) Son goût est dû à l'acétate d'isopentyle.

- Production pour l'exportation [18]

Les bananes et bananes plantains se situent au 4^{ème} rang des plantes alimentaires d'importance au niveau mondiale. Les bananes exportées sont placées au 4^{ème} rang des produits de base au niveau mondiale et au 3^{ème} rang entant que fruit.

❖ **Variétés les plus cultivées à Madagascar [19]**

Les variétés de grandes production dites « BATAVIA » appartenant aux groupe « CAVENDICHE », ont été largement vulgarisées sur la côte Est, et dont les fruits ont fait la réputation de Madagascar par leur qualité particulière, aussi bien du point de vu dimensions, calibre, finesse, goût et arômes particulièrement agréable.

Dans les années 1960 et 1970, Madagascar exportait vers l'Europe plus de 12.000 tonnes. Ceci rien que la seule province de Tamatave, sans compter la fraction destinée pour la consommation directe et la transformation industrielle locale.

❖ **Composition chimique de la banane (banane crue) [18]**

Valeurs pour 100g

Valeur énergétique : 89 kcal

Eau : 74,91g

Cendre totale : 0,82g

Éléments minéraux

Potassium: 358mg	Phosphore: 22mg
Sodium: 1mg	Fer: 26µg
Magnésium: 27mg	Calcium: 5mg
Cuivre: 78mg	Zinc: 15µg

Vitamines

Vitamine C: 8,7mg	Vitamine A: 64 U.I
Vitamine B1: 31µg	Vitamine E: 0, 10µg
Vitamine B2: 73µg	Vitamine K: 0, 5µg
Vitamine B3: 665µg	Vitamine B9: 0µg
Vitamine B5 : 334µg	Vitamine B12 : 0µg

Substances organiques

Protéines : 1,09g	Acides gras saturés : 112mg
Lipides : 0,33g	Acides gras mono- insaturés : 32mg
Glucides : 22,84g	Acides gras poly-insaturés : 73mg
Sucre simple: 12,23g	Cholesterol: 0mg
Fibres: 2,6g	

B- CRESSON

- ❖ Nom vernaculaire : **Anandrano (Imerina)**
- ❖ Famille : **Brassicaceae**
- ❖ Genre : **Nasturtium**
- ❖ Espèce : **officinale**
- ❖ Botaniste : **R. Brown**
- ❖ Nom scientifique : ***Nasturtium officinale* (R. Brown) [20]**
- ❖ Description botanique [20]

Le cresson de fontaine est une plante vivace qui forme des pousses au fond de l'eau, puis des tiges creuses qui se dressent hors de l'eau, à l'extrémité des rameaux. Les tiges sont étalés, voir couchées sur le sol ou sur les plans d'eau. Elles émettent facilement des racines adventives au niveau des nœuds. Les feuilles émergentes sont pennées et charnues, alternes, verts foncés, munies d'un long pétiole.

Les petites fleurs blanches jaunes apparaissent en grappes terminales l'été.

Le fruit est une silique de 1 à 2cm de long, renfermant de petites graines brunes rouges ovales, sur deux rangs dans chaque lobe de la silique.

C'est une plante remarquable par ses capacités de reproductions végétatives. Elle peut vivre en milieu aquatique sans aucune attache avec le sol.

❖ **Distribution géographique [20]**

L'aire d'origine de cette espèce couvre une très vaste zone de l'ancien monde, incluant l'Europe, l'Asie jusqu'à la chine, au Pakistan et l'Afrique du nord. Les sources qui ne gèlent pas totalement durant l'hiver sont les lieux naturels privilégiés où pousse le cresson de fontaine. Elle s'est largement naturalisée étant cultivée un peu partout.

❖ **Usages et intérêts**

➤ **Médicales : [21]**

Le cresson possède un long passé de plante médicale, servant à prévenir le scorbut. Aux Etat unis et en Europe, il est aussi devenu un aliment diététique qu'on emploie pour toutes sortes de maux, comme les démangeaisons de la peau, et comme stimulant antiscorbutique, ainsi que pour ses effets laxatifs. Le cresson produit une huile volatile piquante qui contient des glucosinolates. Certains de ces substances donnent par hydrolyse des composées anticancérigènes, comme le phénéthyle isothiocynate, qui s'est avéré avoir des effets protecteurs contre les cancers associés à des carcinogènes spécifiques au tabac.

Des flavonols et des mégastigmanes ont été isolés, qui montrent une activité inhibitrice de la production d'istamine.

➤ **Agricoles :**

Le cresson se cultive en pleine terre, soit au bord des cours d'eau ou dans des cressonnières. Il lui faut une eau claire et peu profonde, non acide, à courant lent. Les jeunes plants sont repiqués dans une terre riche en humis, non acide, et arrosées au quotidiennement. [20]

Le cresson a besoin de phosphate en abondance, et il faut en épandre si la teneur en nutriment des planches de culture est faible. [21]

➤ **Autres :**

Les jeunes pousses feuillées s'emploient comme garniture piquante et se consomment crues en salade. Il se mange aussi comme légume cuit ou dans des potages. [21]

Le cresson frais possède un record en vitamines ; très riche en vitamine C, en provitamine A et B9 et toutes les vitamines du groupe B (à l'exception de la vitamine B12 absente de la règne végétale,) et fournit des quantités non négligeables de vitamine E et K. [20]

Il est fortement déconseillé de manger du cresson sauvage. Celui-ci pouvant abriter la douve du foie, dangereux parasite, à l'origine d'une grave maladie du foie : la distomatose. Bien entendu, le cresson cultivé est excepté de parasite. [20]

❖ **Composition chimique du cresson de la fontaine [20]**

Valeur pour 100g

Valeur énergétique : 17kcal

Eau (%) : 93,1

Éléments minéraux

Potassium: 304mg	Sodium: 42mg
Calcium: 163mg	Bore: 0,1mg
Magnésium: 20mg	Cuivre: 0,06mg
Fer: 3mg	Zinc: 0,4mg
Phosphore : 53mg	Manganèse : 0,4mg
Soufre: 130mg	

Vitamines

Vitamine C: 60mg	Vitamine B5: 0,2mg
Provitamine A: 2,9mg	Vitamine B6: 0,1mg
Vitamine B1: 0,1mg	Vitamine B9: 0,2mg
Vitamine B2: 0,1mg	Vitamine E: 1,2mg
Vitamine B3: 0,4mg	Vitamine K: 0,25mg

C- FEUILLES DE PATATE

- ❖ **Nom vernaculaire** :**Ravimbomanga (Imerina)**
- ❖ **Famille** :**Convolvulaceae**
- ❖ **Genre** :**Ipomoea**
- ❖ **Espèce** :**batatas**
- ❖ **Botaniste** :**Lamarck**
- ❖ **Nom scientifique** :***Ipomoea batatas* (Lamarck) [22]**
- ❖ **Description botanique [22]**

C'est une plante vivace à tiges rampantes. les feuilles alternes sont entières, aux pétioles relativement long et au timbre de forme variable à bord sinué ou denté ou bien lobées formant 5 à 7 lobes aigus, à mervation palmé.

Les fleurs à corolles soudées de couleur violette ou blanche. Elles paraissent à l'aisselle des feuilles.

La fructification produit des tubercules, de formes plus ou moins allongées, voir arrondies, à la peau fine. Le tubercule est très riche en amidon avec une saveur sucrée.

- ❖ **Distribution géographique**

La patate douce est probablement originaire d'Amérique du sud. Cultivée depuis longtemps dans toutes les zones tropicales et subtropicales, aussi bien en Amérique et en Océanie qu'en Asie et en Afrique. [22]

L' Ipomoea de Madagascar vient de l'île de La réunion, entrée sur les côtes Est, Sud-ouest et multipliée dans la région des Hauts-plateaux. [23]

- ❖ **Usages et intérêt**

- **Médicales :**

Les tubercules de l'Ipomoea batatas sont riches en énergie, 114 kcal / 100g. Aussi, riches en calcium, 32mg / 100g et en potassium, 243mg / 100g mais moins en sodium, 10mg /100g. [24]

Ainsi, il peut être servit pour aliment de choix pour prévenir des maladies comme l'hypertension.

Les feuilles, riches en protéines, peuvent se consommer à la manière épinard ; aussi, comme fourrage aux animaux. [24]

Elles sont aussi riches en calcium et en phosphore. [26]

Les feuilles de patate peuvent servir d'aliment de choix contre les pertes osseuses.

➤ **Agricoles : [24]**

La patate douce est souvent cultivée en association avec d'autres plantes dans le système cultures vivrière. Elle protège le sol, améliore sa culture et le nettoie. Mais elle est considérée épuisante pour les sols. Parmi les éléments majeurs, l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) qui sont probablement les plus importants. Une récolte de 15t / ha exporte environ 70kg de (N), 20kg de P₂O₅, et 110kg de K₂O.

Les sols limoneux et sableux étant préférables aux sols argileux.

➤ **Autres : [24]**

Une carence en (K) commence par un jaunissement et un brunissement de l'extrémité des feuilles. Les déficiences en magnésium (Mg) sont caractérisées par une chlorose commençant à partir de l'extrémité jusqu'au bas de la lame des feuilles présentant des surfaces nécrotiques irréguliers.

❖ **Variétés cultivées à Madagascar [25]**

Le genre Ipomoea comprend 350 espèces dont la grande majorité possèdent de belles fleurs et servent de plantes d'ornement. L'espèce batatas possède des tubercules comestibles. Elle comprend un grand nombre de variétés qui se distinguent les une des autres par la forme des feuilles, des tubercules et leurs couleurs.

Pour le moment, les meilleurs résultats sont donnés par les variétés suivantes :

- Pour la cote Est

Variétés locales : Mena hatoka et Sinoafotsy

Variétés étrangères : Goldrust, Earhyport et Centenial

- Pour les Haut plateaux

Variétés locales : Voriravina, Lohafinjo, Vomanga kely, Galona sihanaka

- Pour le Sud

Variétés locales : Vareza, Sinoamena

Variétés Américaines : Portorico, Bigstem teney, yellowJesey, Australian

❖ Composition chimique des feuilles de la patate douce [26]

Feuilles de patate crues

Valeur pour 100g

Valeur énergétique : 49kcal

Eau (%) : 83,0

Cendre : 2,0g

Éléments minéraux

Calcium: 158mg

Fer : 6,2mg

Phosphore: 84mg

Vitamines

Vitamine C : 70mg

Carotène : 5870mg

Substances organiques

Protéine : 4,6g

Glucide : 0,2g

Graisse : 0,2g

Fibre : 2,4g

D- Pois de bambara

❖ Nom vernaculaire :Voanjobory (Imerina)

Voanjovory (Betsileo)

❖ Famille:Fabaceae

❖ Genre :Vigna

❖ Espèce :subterranea

❖ Botaniste :(L.) Verdc

❖ Nom scientifique : *Vigna subterranea* (L.) Verdc [27]

❖ **Description botanique [27]**

Le pois de bambara (ou pois de terre) est une plante herbacée de la famille des fabacées. Les inflorescences sont près de la surface du sol. Les feuilles sont des trifoliats avec relativement longs pétioles. Les graines se récoltent sous terre à l'instar des arachides. Certains auteurs classent cette espèce dans le genre voandzeia.

❖ **Distribution géographique [27]**

Le pois de bambara est une plante originaire d'Afrique occidentale. Cette légumineuse paraît être bien adaptée à la zone Subsaharienne africaine. Il est aussi cultivé à Madagascar et dans l'Afrique tropicale.

❖ **Usages et intérêts**

➤ **Médicales :**

Considéré comme aliment complet, en raison de sa valeur alimentaire exceptionnelle ; ces graines sont très riches en hydrates de carbone ou de matière amylacées. [28]

Riche en potassium, le pois de bambara peut être un aliment nécessaire pour prévenir certaines maladies comme la maladie cardio-vasculaire.

➤ **Agricoles : [29]**

On conçoit de cette plante quelle partie on peut en tirer dans l'alimentation rationnelle du bétail, pour resserrer les relations nutritives des aliments pauvres en azotes. C'est une nourriture peu grossière et qui pourrait entrer dans l'alimentation des Européens.

➤ **Autres : [28]**

Malgré cette réputation du pois de bambara au point de vue alimentaire, il n'est pas abondamment cultivé à Madagascar, et se trouve presque localisé dans la province d'Antananarivo qui fournit 65,3% de la production nationale. Le reste provenant des provinces de Fianarantsoa et de Tamatave. La production nationale s'élève à 2.600 tonnes en 1975 pour une superficie de 2.000ha.

❖ **Composition chimique du pois de bambara blanc [28]**

Valeurs pour 100g

Eléments minéraux

Calcium: 18,33mg

Potassium: 1400mg

Sodium: 27,00mg

Fer: 23,6mg

Vitamines

Vitamine A: 30 (UI)

Vitamine B1: 0,28mg

Vitamine C: 1mg

Vitamine B2 : 0,12mg

Substances organiques

Protide : 18,87g

Lipide : 7,70g

Glucide : 58,74g

E- POIS DU CAP

- ❖ Nom vernaculaire :Kabaro (Imerina)
- ❖ Famille :Fabaceae
- ❖ Genre :Phaseolus
- ❖ Espèce :Lunatus
- ❖ Botaniste :L. (Linnée)
- ❖ Nom scientifique :*Phaseolus lunatus* (L.) [30]
- ❖ Description botanique [31]

C'est une plante annuelle grimpante. Les feuilles sont à 3 folioles ovales ou lancéolés, pointus au sommet, molles et munies à la base de deux stipules. L'inflorescence porte des fleurs petites et verdâtres. Les fruits sont de type gousses courtes, larges, plates, parcheminées, à graines peu nombreuses.

❖ Distribution géographique [32]

Cette plante est presque certainement originaire d'Amérique du sud et plu particulièrement, dans le bassin d'Amazonie, où il pousse actuellement à l'état spontané. Il est bientôt cultivé dans toute l'Inde. C'est de l'Inde vraisemblablement qui il est introduit à Madagascar. Le nom « KABARO », presque employé de consonances hindoues, semble confirmer cette origine. Son aire de dispersion comprend toute la zone tropicale. Les *Phaseolus lunatus* sont nettement différenciées selon les pays de culture. Le type Malgache, *Phaseolus lunatus inamoenus* de Linnée ressemble à ceux cultivés dans la colonie du Cap.

❖ Usages et intérêts

➤ Médicales :

Les graines Phaseolus lunatus sont riches en protéines et en matière grasse. Elles sont aussi riches en éléments minéraux surtout en potassium, en calcium, en magnésium et en phosphore. [31]

Ainsi, les graines du pois de cap sont utiles dans l'alimentation pour prévenir certaines maladies, comme les anémies, la fatigue chronique, les maladies cardio-vasculaire.

➤ Agricoles : [32]

Les résidus de la récolte (feuilles, tiges ...) servent de fourrage pour les ruminants pendant les périodes sèches (septembre, octobre, novembre) dans le sud-ouest de Madagascar. L'utilisation de ses derniers comme engrais vert est presque impossible dans cette région du fait de l'insuffisance des fourrages pour les bétails.

➤ Autres :

Utilisation pour l'alimentation [32]

Etant donné leur richesse en protéines, les graines du pois de cap peuvent être utilisées en alimentation animale sous différentes formes : vertes ou sèches, broyées ou non. Mais leur utilisation est très limitée pour les monogastriques à cause de leur teneur élevée en cellulose. Les graines de pois de cap renferment du glucoside cyanogénétique appelé, « phaséolunatine » potentiellement toxique.

Il est nécessaire de signaler que le type de pois de pois cap à graines blanches est peu ou pas toxique.

Utilisation pour l'exportation [33]

D'après les travaux de Lyman et Al en 1985, Madagascar était le 2^{ème} producteur mondial de pois de cap, après les Etats-Unis.

En effet, cette culture avait une très grande importance dans l'économie de la région Sud-ouest et pour le pays pendant la 1^{ère} moitié du 20^{ème} siècle. Durant cette période, l'exportation du pois de cap représentait jusqu'à 40% du volume des affaires à Madagascar.

Actuellement, les principales régions de culture dans La grande île se trouvent dans les vallées de Morondava, de Mangoky, du Fiherenana, et l'Onilaly.

❖ Variétés cultivées à Madagascar [32]

L'espèce lunatus de genre Phaseolus comporte deux types :

- Phaseolus lunatus microspermus, qui ne donne que des petites graines et qui est utilisé surtout comme engrais vert.

- Phaseolus lunatus macrospermus comprend de nombreuses variétés. La seule variété « **inamoenus** » cultivée à Madagascar est la seule variété intéressante.

Composition chimique des graines du pois de cap [34]

Valeurs pour 100g

Valeur énergétique : 286,5 kcal

Eau : 15,20g

Eléments minéraux

Calcium: 153,3mg

Phosphore: 250,80mg

Magnésium: 170,71mg

Zinc: 3,47mg

Sodium : 1,12mg

Fer : 6,12mg

Potassium : 2048mg

Vitamines

Vitamine B2 : 0,18mg

Substances organiques

Protide : 24,05g

Glucide : 43,75g

Lipide : 1,70g

F- CARIDINE

- ❖ **Nom vernaculaire** :Patsa mena
- ❖ **Famille** :Atyidae
- ❖ **Genre** :Caridina
- ❖ **Espèce** :Dentata
- ❖ **Biologiste** :Stimpson, 1860
- ❖ **Nom scientifique** :*Caridina multidentata* [35]
- ❖ **Description biologique** [36]

Caridina a un corps translucide, grisâtre ; verdâtre ; à brunâtre ; la coloration variant en fonction du milieu et du régime alimentaire. Plusieurs alignements de points de points foncés s'étendent parallèlement sur le corps ; depuis la tête jusqu'à la queue. Une ligne opaque plus claire, blanchâtre, s'étend sur le dos de la tête à la queue ; parfois soulignée d'une ligne plus foncée de part et d'autre.

Cette crevette est dépourvue de pinces. Sa taille varie de 4 à 5cm environ, les males restant plus petits et plus fins que les femelles. Ces dernières présentent une cavité importante constituée sous l'abdomen par les pléopodes, où les œufs incubent avant l'expulsion des larves. Chez les mâles, les pléopodes ne forment pas de cavité sous l'abdomen. Certaines descriptions font état d'une forme différente des taches chez les deux sexes.

- ❖ **Distribution géographique**

Comme l'indique son synonyme, (*Caridina japonica*) cette crevette est originaire du Japon, plus particulièrement du fleuve Yamato. Certaines sources citent sa présence à Taiwan et en Corée, sans préciser si elle en est naturellement originaire. [36]

En effet, la *Caridina* se trouve distribuée dans presque toutes les régions de Madagascar, et utilisée dans l'alimentation sous le nom de : patsa mena.

- ❖ **Usages et intérêts**

- **Médicales** [36]

Comme tous les crustacés, *Caridina* ne supporte pas du tout le nitrite, et un taux de nitrates le plus bas possible sera une garantie de bonne santé. Les crevettes sont également très sensibles aux métaux : le zinc et le cuivre (souvent présents dans le traitement pour poisson tropicaux,) le plomb (souvent présent en quantité non négligeable dans l'eau.) provoquent des empoisonnements.

➤ **Agricoles [37]**

Pour la culture, trois espèces de crevettes de mer sont actuellement testées à la ferme pilote de Nosy-Be. En effet, en plus de deux présentes auparavant (*Panaeus monodon* et *P. Indicus*), une autre espèce vient d'être ajoutée : *P. Semisulcatus*.

A la différence de quelques pays africains qui sont obligés d'importer de géniteurs, Madagascar dispose naturellement au large de ses côtes des espèces qui sont propices à l'élevage et entre autre celles citées ci-dessus.

➤ **Autres [27]**

La pêche crevettière est l'une des plus importantes activités de pêche à Madagascar, elle produit environ 7000 tonnes de crevettes par an. La majorité des produits sont exportés vers le Japon et l'Europe.

La pêche industrielle se répartit actuellement sur 13 zones dont 3 sur la côte Est.

Actuellement, 7 sociétés exploitent ces zones de pêches.

Les captures présentent deux pics durant la saison de pêche ; la première en février-mars et le second en août-septembre. L'espèce cible dépend des saisons de pêche.

3^{ème} Partie :
Résultats expérimentaux

III. Caractérisation des produits alimentaires envisagés

Par spectrométrie de fluorescence X

La caractérisation de nos produits alimentaire à été effectuée en utilisant la méthode par spectrométrie de fluorescence X.

Cette méthode est utilisée pour étudier :

- D'une part, la nature des éléments chimique dans l'échantillon, dont le numéro atomique $Z > 12$, par sa fréquence ν
- D'autre part, ses concentrations par son intensité I.

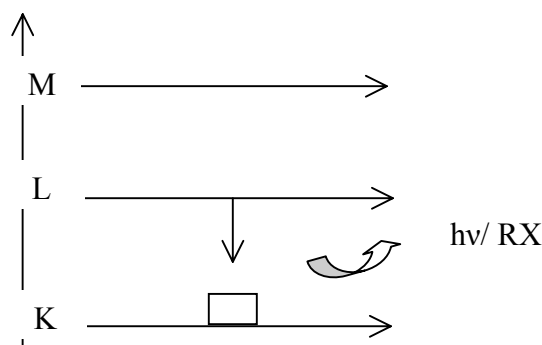
A- Principe de la spectroscopie par fluorescence X [38]

La spectrométrie par fluorescence X est une spectrométrie de l'atome basé sur l'émission de photon X de fluorescence d'énergie $h\nu$.

Elle est caractérisée par :

- **Le rayonnement énergétique** : un faisceau de rayonnement X de grande énergie, $h\nu = h \cdot \text{Erreur ! avec } \lambda \sim 1 \text{ \AA}^0$
- **Le système énergétique quantifié** : l'atome (élection interne de l'atome)
- **Allure du spectre** : spectre de l'atome donc spectre de raies.
- **Processus de fluorescence** : par interactions entre rayonnement et atome, il y a absorptions de photon X et sous une température élevée, il y a formation de lacune électronique sur la couche interne de l'atome et il y a complètement de cette lacune qui conduit à une désexcitations ou émission de photon.

Figure 1 : Processus de fluorescence



- Si la lacune est sur la couche K, on a $K - 1$. Par désexcitation, il y aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation K/K_α et K_β
- Si la lacune est sur la couche L, on a $L - 1$. Par désexcitation, il y aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation L/L_α et L_β
- Si la lacune est sur la couche M, on a $M - 1$. Par désexcitation, il y aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation M/M_α , M_β et M_γ
- **Chaque photon X émis est caractérisé par :**
- Une énergie avec une fréquence bien déterminée donnée par :

$$\nu^{1/2} = a (Z - b)$$

Avec ν : fréquence

a et b : constantes caractéristiques de rayon X de fluorescence

Z : numéro atomique.

- Une intensité I donnée par :

$$I_i = S_i \cdot A_i \cdot C_i$$

Avec I_i : intensité

C_i : Concentration de l'élément dans l'échantillon

S_i : Sensibilisation de la chaîne de comptage. Elle est fonction de la géométrie du système et de l'efficacité du détecteur

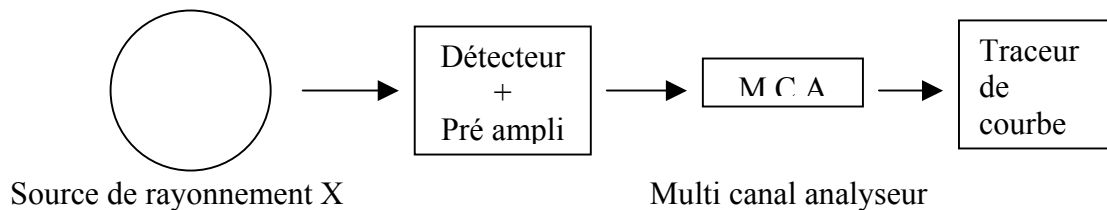
A_i : Absorption de rayon par l'échantillon, $A_i = T_i^{-1}$

T_i : Facteur de transmission. Il tend vers l'unité pour un échantillon mince.

B- Appareillage

Type d'appareillage : spectrométrie de fluorescence X à dispersion d'énergie dont le schéma est le suivant :

Figure 2 : Principe de spectrométrie de fluorescence X



C- Conditions expérimentales

- L'analyse par spectrométrie de fluorescence X de nos échantillons, a été effectuée au laboratoire de **cimenterie HOLCIM d'Antsirabe** avec les conditions expérimentales suivantes :
 - Générateur de rayon X : MINIPAL 2 PW 4025
 - Système : Hélium (He)
 - Détecteur : Si – PIN coller au thermo électrique
 - Tube d'excitation : Rhodium, Rh ($Z=45$) ou chrome anode opéré à :

Min 4 KV	Max 30 KV
Ou Min 1 μ A	Max 1 mA (9W)
 - Type d'analyse : Application standard avec pastille ou sur perle
 - Filtre : Kapton

- Pour l'obtention du spectre, on utilise le logiciel de fluorescence X :

MINIPAL MINI MATE SOFT WARE
VERSION 2 . 0 A

Ce logiciel donne les énergies de fluorescence de tous les éléments.

- Pour effectuer l'analyse, l'échantillon a été mélangé avec de l'acide stearique.

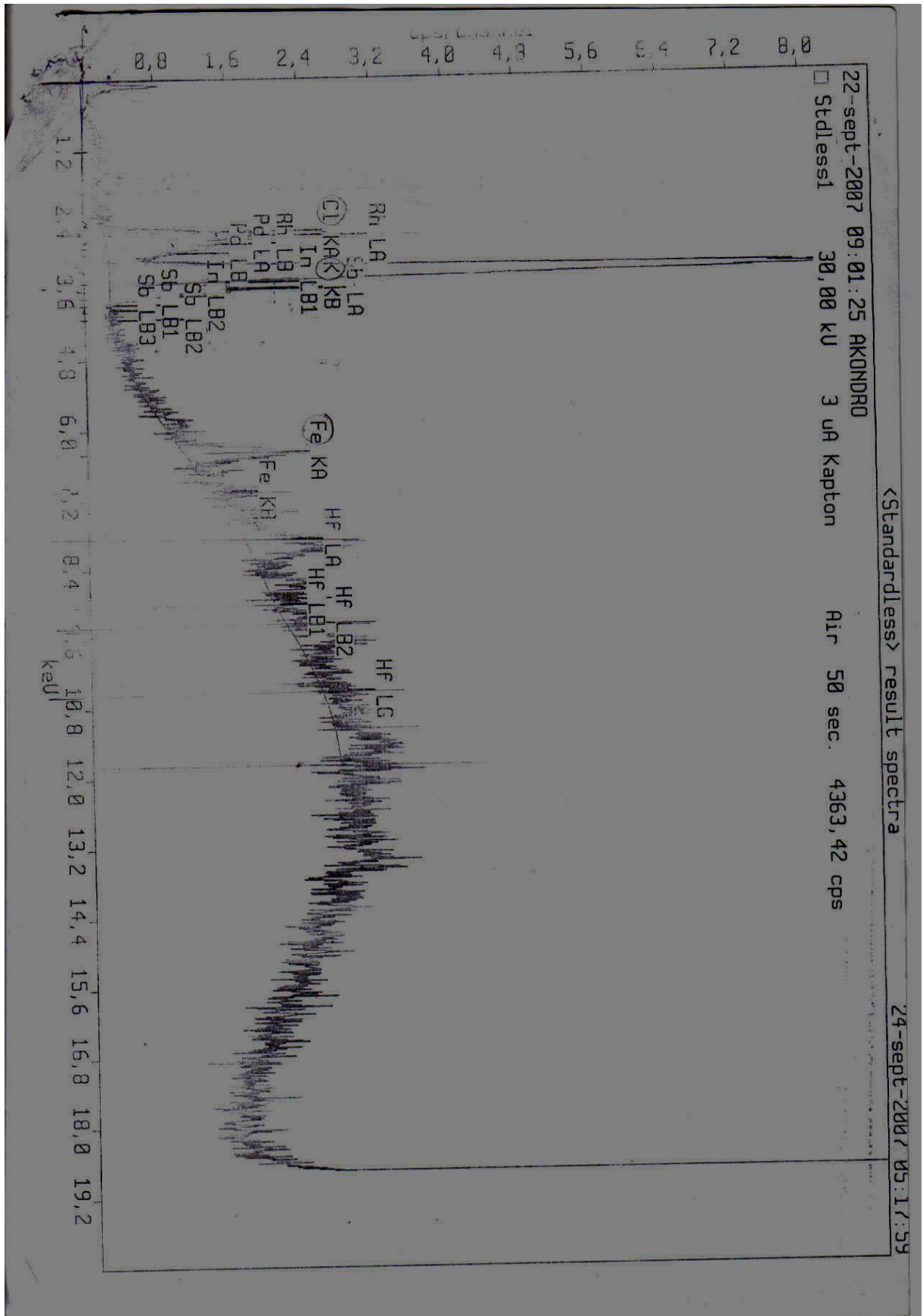
Cet acide sert à lier la matière à déterminer, pour la mesure sur pastille.

D. Résultats expérimentaux

D-1- Produit alimentaire 1

- a) **Nom scientifique** : *Musa paradisiaca* (L.)
- b) **Nom populaire** : - Banane (langue Française)
- Akondro (langue Malgache)
- c) **Spectre** : La figure n°3 donne le spectre de fluorescence X de la « **banane** »
(Poudre de la banane + acide stearique)

Figure 3 : Spectre de fluorescence X de la « Banane »



d) Dépouillement du spectre de fluorescence X (FRX) de la « banane »

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence X de la « banane » sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°1 : Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X de la « Banane »

Attribution/ éléments/ chimique	Résultats expérimentaux			Résultats/théoriques/ Tables de POWER
	Type/raie X/ FRX	Energie/raie X /FRX/ (Kev)	Intensité/ Raie X/ FRX	Energie/ (Kev)
Chlore : Cl (Z=17)	K _α	2,5	m	2,62
Potassium : K (Z = 19)	K _α	3,3	T.F	3,14
	K _β	3,5	T.F	3,59
Fer : Fe (Z = 26)	K _α	6,3	f	6,40
	K _β	6,9	t.f	7,05
Rhodium : Rh (Z = 45)	L _α	2,6	m	2,69
	L _β	2,8	f	2,83
Palladium : Pd (Z = 46)	L _α	2,8	f	2,53
	L _β	2,9	f	2,91
Indium : In (Z = 49)	L _{β1}	3,4	f	3,48
	L _{β2}	3,6	t f	3,57
Antimoine Sb (Z = 51)	L _α	3,5	m	3,47
	L _{β1}	3,7	f	3,80
	L _{β2}	4,0	f	4,1
	L _{β3}	3,9	t f	3,9
Hafnium : HF (Z = 72)	L _α	7,7	f	7,89
	L _{β1}	8,8	t f	9,02
	L _{β2}	9,2	t f	9,16
	L _γ	10,4	t f	10,89

Indication : TF : très fort, m : moyen, f : faible, tf : très faible

La spectrométrie par fluorescence X, donne aussi, les pourcentages en oxydes des éléments analysés.

Tableau N°2 : Pourcentage en oxyde des éléments analysés

Composition chimique	Cl	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	PdO	In ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃	H _f O ₂
Concentration en %	5,1	67	2,8	16	3	4	3,0

e) Interprétation et Conclusion

1. Interprétation

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, nous ont permis de mettre en évidence que la « banane » contient les éléments suivants :

- **Potassium** : K (Z = 19) par les raies X de fluorescence :
 - K_α à une énergie E = 3,3 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E = 3,14 Kev avec une intensité très forte.
 - K_β à une énergie E = 3,5 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E = 3,59 Kev avec une intensité très forte.
- **Fer** : Fe (Z = 26) par les raies X de fluorescence :
 - K_α à une énergie E = 6,3 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E = 6,40 Kev avec une intensité faible.
 - K_β à une énergie E = 6,9 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E = 7,05 Kev avec une intensité très faible.

2- Conclusion

Les résultats expérimentaux par fluorescence X, en accord avec les résultats théorique (table de power), nous ont permis de confirmer que la « **banane** » contient les éléments : potassium (K) et fer (Fe). Ces résultats nous font prévoir que la banane renferme des quantités importantes en potassium (K) mais faibles en fer (Fe).

Remarques

1/ La présence dans le spectre des éléments :

- Chlore : Cl ($Z = 17$) par la raie X de fluorescence K_{α}
- Palladium : Pd ($Z = 46$) par les raies X de fluorescence L_{α} et L_{β}
- Hafnium : Hf ($Z = 72$) par les raies X de fluorescence L_{α} , L_{β} , $L_{\beta 1}$, et L_{γ} ;
est due à l'utilisation de l'acide stéarique.

2/ La présence dans le spectre des éléments :

- Rhodium: Rh ($Z = 45$) par les raies X de fluorescence L_{α} et L_{β}
- Indium : In ($Z = 49$) par les raies X de fluorescence $L_{\beta 1}$, et $L_{\beta 2}$
- Antimoine : Sb ($Z = 51$) par les raies X de fluorescence L_{α} , $L_{\beta 1}$, $L_{\beta 2}$, et $L_{\beta 3}$;
est due à l'utilisation du logiciel de fluorescence X

3/ On constate que $\sum C_i = 100,9\% > 100\%$, ce qui signifie que le spectromètre détecte aussi biens des oxydes en dehors de l'échantillons.

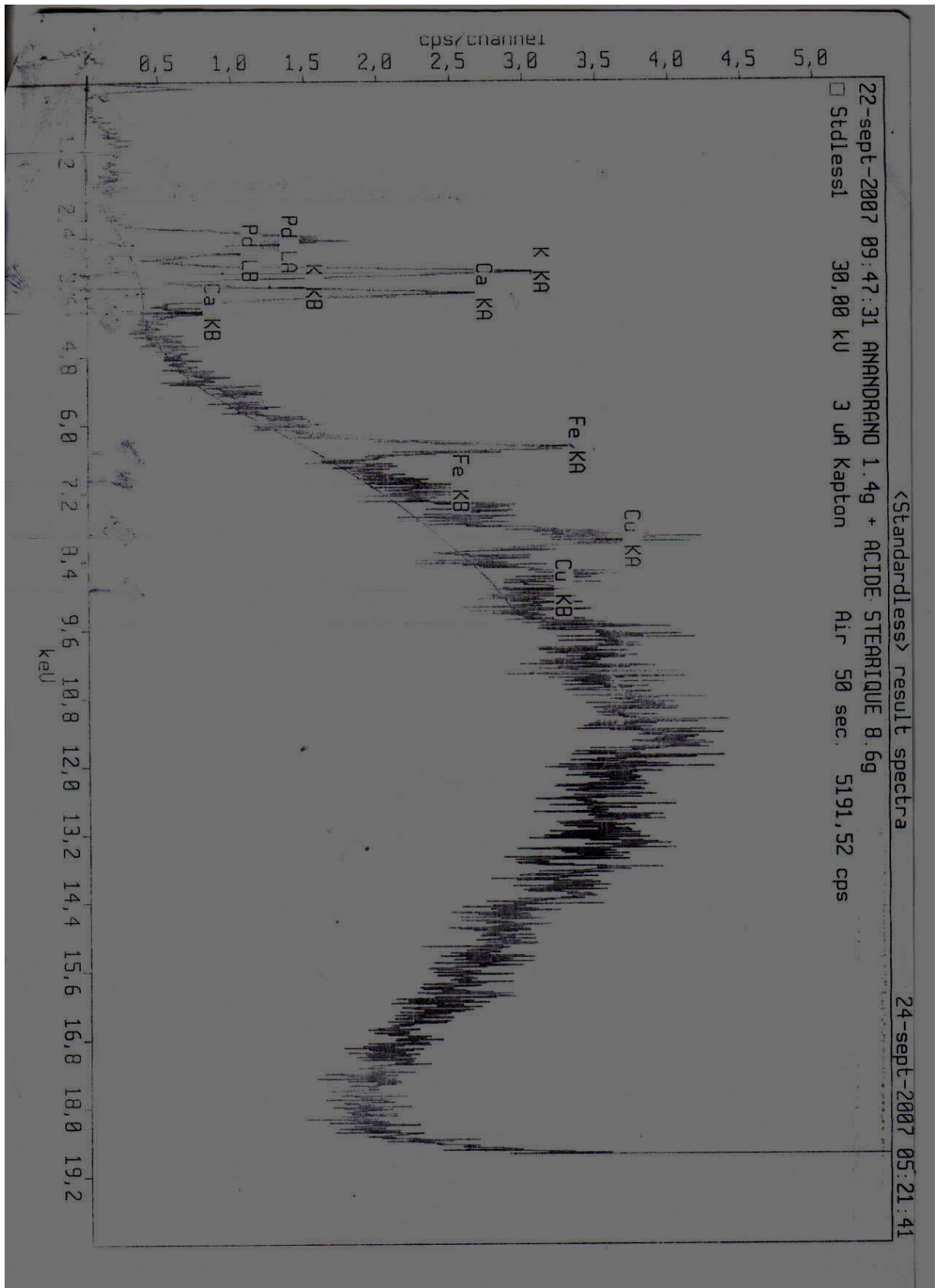
D-2- Produit alimentaire 2

a) **Nom scientifique** : *Nasturtium officinale* (R. Brown)

b) **Nom populaire** : - Cresson (langue Française)
- Anandrano (langue Malgache)

c) **Spectre** : La figure n°4 donne le spectre de fluorescence X du « **Cresson** »
(Poudre du cresson +acide stearique)

Figure 4 : Spectre de fluorescence X du « Cresson ».



d) Dépouillement du spectre de fluorescence X (FRX) du « Cresson »

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence du « Cresson » sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°3 : Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X « du cresson »

Attribution/ éléments/ chimique	Résultats expérimentaux			Résultats/théoriques Table de POWER
	Type/raie X/ FRX	Energie/raie X/ FRX/ (Kev)	Intensité/raie X/ FRX	Energie/ (Kev)
Potassium : K (Z = 19)	K _α	3,3	F	3,14
	K _β	3,5	m	3,59
Calcium Ca (Z = 20)	K _α	3,6	F	3,69
	K _β	3,9	tf	4,01
Fer : Fe (Z = 26)	K _α	6,3	F	6,40
	K _β	6,9	f	7,05
Cuivre Cu (Z = 29)	K _α	7,8	m	8,02
	K _β	8,7	tf	8,90
Palladium : Pd (Z = 46)	L _α	2,7	m	2,53
	L _β	3,0	f	2,91

Indication: F : fort, m : moyen, f : faible, tf : très faible

La spectrométrie par fluorescence X donne aussi, les pourcentages en oxydes des éléments analysés.

Tableau N°4 : Pourcentages en oxyde des éléments analysés

Composition chimique	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	CuO	PdO
Concentration en %	29	31	5,3	3,2	32

e) Interprétation et Conclusion

1- Interprétation

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, nous ont permis de mettre en évidence que le « cresson » contient les éléments suivants :

- **Potassium** : K ($Z = 19$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 3,3$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,14$ Kev avec une intensité forte.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,5$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,59$ Kev avec une intensité moyenne.
- **Calcium** : Ca ($Z = 20$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 3,6$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,69$ Kev avec une intensité forte.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,9$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,01$ Kev avec une intensité très faible.
- **Fer** : Fe ($Z = 26$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 6,3$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 6,40$ Kev avec une intensité forte.
 - K_{β} à une énergie $E = 6,9$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 7,05$ Kev avec une intensité faible.

2- Conclusion

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, en accord avec les résultats théorique (table de power), nous permettent de confirmer que le « **cresson** » contient les éléments : Potassium (K), Calcium (Ca) et Fer (Fe).

Ces résultats nous font prévoir que ces éléments ; potassium (K), calcium (Ca) et fer sont en forte concentration dans le cesson.

Remarques

1/ La présence dans le spectre des éléments :

- palladium : Pd ($Z = 46$) par les raies X de fluorescence L_{α} et L_{β}
- Cuivre : Cu ($Z = 29$) par les raies X de fluorescence K_{α} , et K_{β} ;

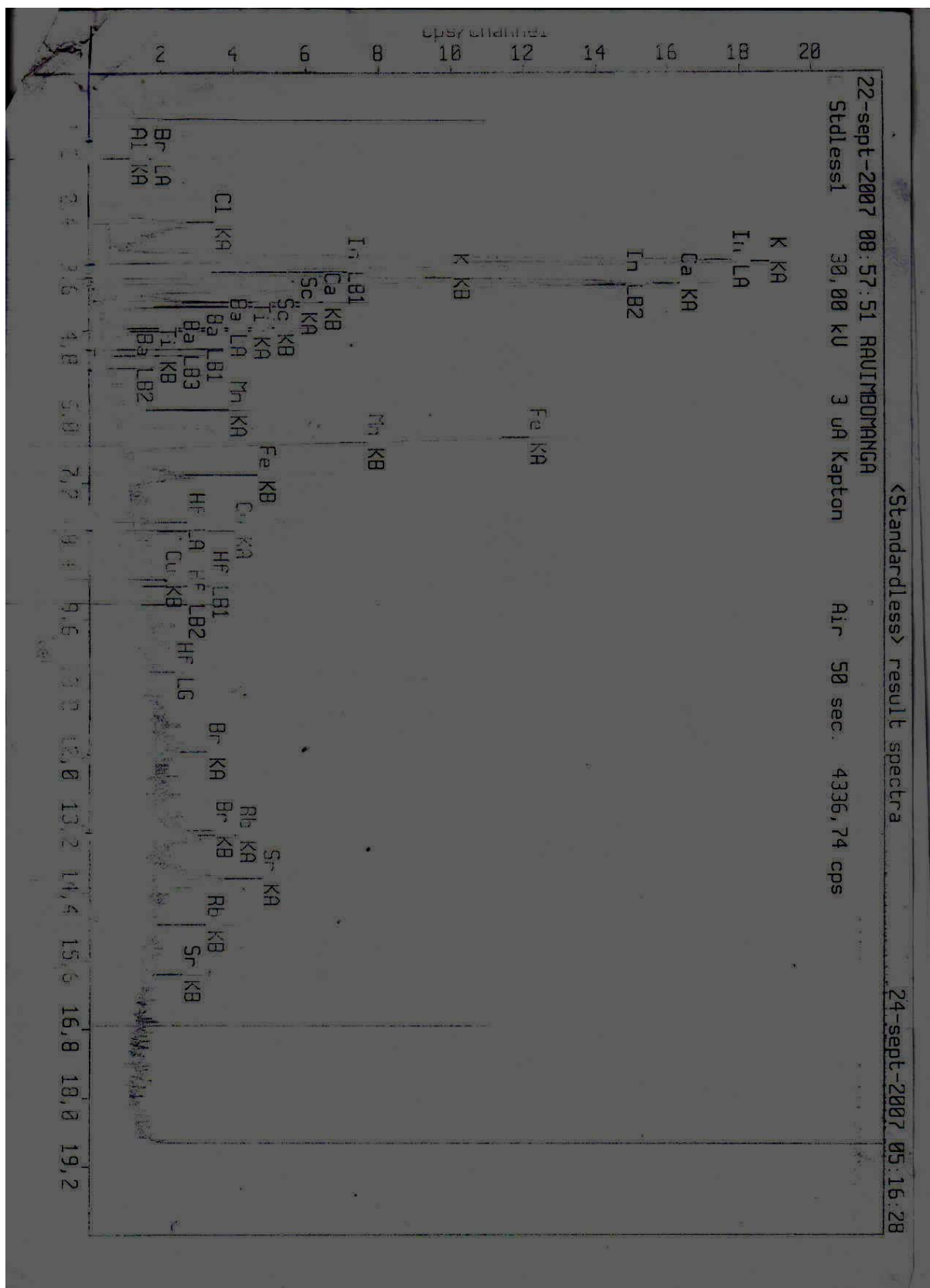
est due à l'utilisation de l'acide stéarique.

2/ Nous constatons que $\sum C_i = 100,5\% > 100\%$, ce qui signifie que tous les éléments présents sont sous forme oxyde. Mais aussi, le spectromètre détecte quelques oxydes en dehors de l'échantillon

D-3- Produit alimentaire 3

- a) **Nom scientifique** : *Ipomoea batatas* (Lamarck)
- b) **Nom populaire** : - Feuille de patate (langue Française)
- Ravimbomanga (langue Malgache)
- c) **Spectre** : La figure n°5 donne le spectre de fluorescence X des
« **Feuilles de patate** »
(Poudre des feuilles de patate + acide stearique)

Figure 5 : Spectre de fluorescence X de « feuilles de patate ».



d) **Dépouillement du spectre de fluorescence X (SFRX) des**
(Feuilles de patate)

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence X des “ feuilles de patate ” sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°5 : Résultats d’analyse du spectre de fluorescence X des « feuilles de patate »

Attribution/ éléments/ Chimique	Résultats expérimentaux			Résultats théoriques / Table de POWER
	Type/raie X/ FRX	Energie / raie X/ FRX / (Kev)	Intensité/raie X/ FRX	Energie / (Kev)
Aluminium : Al (Z= 13)	K _α	1,5	tf	1,48
Chlore : Cl (Z=17)	K _α	2,6	f	2,62
Potassium : K (Z=19)	K _α	3,3	TF	3,31
	K _β	3,5	m	3,59
Calcium : Ca (Z=20)	K _α	3,6	F	3,69
	K _β	3,9	m	4,13
Scandium : Sc (Z=21)	K _α	4,0	m	4,09
	K _β	4,4	m	4,46
Titane : Ti (Z=22)	K _α	4,5	m	4,51
	K _β	4,8	f	4,93
Manganèse : Mn (Z=25)	K _α	5,7	f	5,89
	K _β	6,4	m	6,49
Fer : Fe (Z=26)	K _α	6,4	F	6,40
	K _β	6,9	f	7,05
Cuivre : Cu (Z=29)	K _α	7,8	f	8,029
	K _β	8,7	tf	8,90
Brome : Br (Z=35)	L _α	1,5	f	1,46
	K _α	11,7	tf	11,92

	K_{β}	13,1	tf	13,29
Rubidium : Rb (Z=37)	K_{α}	13,2	f	13,39
	K_{β}	14,7	tf	14,96
Strontium : Sr (Z=38)	K_{α}	13,9	f	14,16
	K_{β}	15,6	tf	15,83
Indium : In (Z=49)	L_{α}	3,3	F	3,29
	$L_{\beta 1}$	3,4	m	3,48
	$L_{\beta 2}$	3,6	F	3,57
Baryum : Ba (Z=56)	L_{α}	4,4	f	4,33
	$L_{\beta 1}$	4,8	f	4,82
	$L_{\beta 2}$	5,1	tf	5,15
	$L_{\beta 3}$	4,8	f	4,92
Hafnium : Hf (Z=72)	L_{α}	7,7	tf	7,89
	$L_{\beta 1}$	8,8	tf	9,02
	$L_{\beta 2}$	9,1	tf	9,16
	L_{γ}	10,3	tf	10,89

Indication : TF : très fort, F : fort, m : moyen, f : faible, tf : très faible

La spectrométrie par fluorescence X, donne aussi, les pourcentages des concentrations en oxyde des éléments observés.

Tableau N°6 : Pourcentage en oxyde des éléments analysés

Composition Chimique	$Al_2 O_3$	Cl	$K_2 O$	Ca O	$Sc_2 O_3$	Ti O ₂	Mn O	$Fe_2 O_3$
Concentrations en %	26	4,9	26,7	28,7	0,4	0,79	0,55	6,0
Composition chimique	Cu O	Br	$Rb_2 O$	<i>SrO</i>	$I_{n2} O_3$	BaO	Hf O ₂	
Concentrations en %	0,25	0,1	0,30	0,63	3,9	1	0,2	

e) Interprétation et conclusion

1- Interprétation

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescences X nous ont permis de mettre en évidence que les “ **feuilles de patate** ” contiennent les éléments suivants :

- **Aluminium** : Al ($Z=13$) par la raie X de fluorescence K_{α} à une énergie $E = 1,5$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 1,48$ Kev, avec une intensité très faible.
- **Potassium**: K ($Z=19$) par les raies X de fluorescence
 - K_{α} à une énergie $E = 3,3$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,14$ Kev, avec une intensité très forte.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,5$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,59$ Kev, avec une intensité moyenne.
- **Calcium** : Ca ($Z = 20$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 3,6$ Kev, observée dans la table de Power à l'énergie $E = 3,69$ Kev, avec une intensité forte.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,9$ Kev, observée dans la table de Power à l'énergie $E = 4,13$ Kev avec une intensité moyenne.
- **Scandium** : Sc ($Z = 21$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 4,0$ Kev, observée dans la table de Power à l'énergie $E = 4,09$ Kev, avec une intensité moyenne.
 - K_{β} à une énergie $E = 4,4$ Kev, observée dans la table de Power à l'énergie $E = 4,46$ Kev, avec une intensité moyenne.
- **Fer**: Fe ($Z = 26$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 6,4$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 6,40$ Kev, avec une intensité forte
 - K_{β} à une énergie $E = 6,9$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 7,05$ Kev, avec une intensité faible.
- **Baryum** : Ba ($Z = 56$) par les raies X de fluorescence:
 - L_{α} à une énergie $E = 4,4$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,33$ Kev, avec une intensité faible.
 - $L_{\beta 1}$ à une énergie $E = 4,8$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,82$ Kev, avec une intensité faible
 - $L_{\beta 2}$ à une énergie $E = 5,1$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 5,15$ Kev, avec une intensité très faible.

- $L_{\beta 3}$ à une énergie $E = 4,8 \text{ KeV}$, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,92 \text{ KeV}$, avec une intensité faible.

2- Conclusion

Les résultats expérimentaux, par spectrométrie de fluorescence X, en accord avec les résultats théorique (table de power), nous ont permis de mettre en évidence que, les " **feuilles de patate** " renferment les éléments : Aluminium (Al), potassium (K); Calcium (Ca) et Fer (Fe); mais aussi, les élément Baryum (Ba), Scandium (Sc).

Ces résultats nous font prévoir que les « feuilles de patate » renferment des quantités importantes en potassium (K), calcium (Ca), et fer. Mais aussi, de faibles quantités en Baryum (Ba), Scandium (Sc) et Aluminium (Al).

Remarques

1/ Le Baryum et le scandium sont des éléments toxiques. Les valeurs limites de leurs toxicité sont de :

- $1000 \mu\text{g}$ / litre pour le baryum
- $10 \mu\text{g}$ / litre pour le scandium

2/ La présence dans le spectre des raies des éléments :

- Titane : Ti ($Z = 22$) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β}
- Manganèse : Mn ($Z = 25$) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β}
- Brome : Br ($Z = 35$) par les raies X de fluorescence L_{α} et L_{β}
- Strontium : Sr ($Z = 38$) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β} ;
- Rubidium : Rb ($Z = 37$) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β}
- Indium : In ($Z = 49$) par les raies X de fluorescence L_{α} , $L_{\beta 1}$ et $L_{\beta 2}$,

est donné par le logiciel du spectromètre.

3/ La présence dans le spectre des raies X de fluorescence des éléments :

- Hafnium : Hf ($Z = 72$) par les raies X de fluorescence L_{α} , $L_{\beta 1}$, $L_{\beta 2}$ et L_{γ}
- Cuivre : Cu ($Z = 29$) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β}

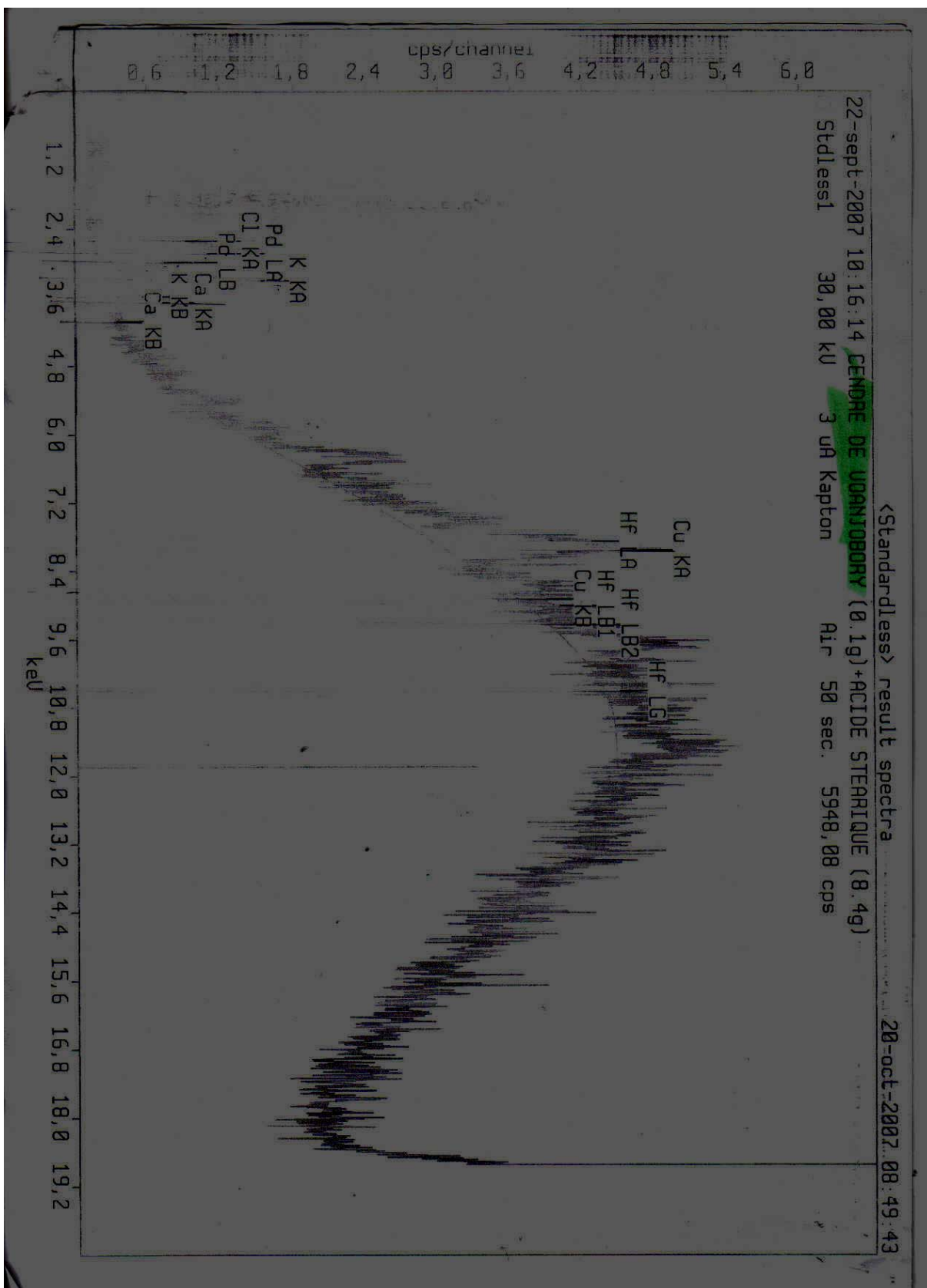
est due par l'utilisation de l'acide stearique

4/ On constate que $\sum C_i = 100,42\% > 100\%$, ce qui signifie que le spectromètre détecte aussi bien quelques éléments en dehors de notre échantillon.

D-4- Produit alimentaire 4

- a) **Nom scientifique** : *Vigna subterranea* (L.) Verdc
- b) **Nom populaire** : - Pois de Bambara ou pois de terre
(Langue Française).
- Voanjobory (Imerina), Voanjobory (Betsileo) :
(Langue Malgache).
- c) **Spectre** : La figure n°6 donne le spectre de fluorescence X du « **pois de terre** »
(Cendre du pois de terre + acide stearique)

Figure 6 : Spectre de fluorescence X du « Pois de terre ».



d) **Dépouillement du spectre de fluorescence X (SFRX) du « pois de terre. »**

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence X des grains du pois de terre sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°7 : Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X du « pois de terre » (Cendre du pois du pois de terre +acide stearique)

Attribution / éléments/ chimique	Résultats expérimentaux			Résultats/théoriques Table de POWER
	Type/raie X/ FRX	Energie/raie X/ FRX/ (Kev)	Intensité/raie X/ FRX	Energie / (Kev)
Chlore : Cl (Z=17)	K _α	2,6	f	2,62
Potassium : K (Z=19)	K _α	3,2	m	3,14
	K _β	3,5	tf	3,59
Calcium : Ca (Z=20)	K _α	3,6	f	3,69
	K _β	3,9	tf	4,01
Cuivre : Cu (Z=29)	K _α	7,8	f	8,04
	K _β	8,7	tf	8,90
Palladium : Pd (Z=46)	L _α	2,7	f	2,53
	L _β	2,9	F	2,91
Hafnium : Hf (Z=72)	L _α	7,7	f	7,89
	L _{β1}	8,7	tf	9,02
	L _{β2}	9,1	tf	9,16
	L _γ	10,3	tf	10,89

Indications : TF : très fort : m : moyen, f : faible, très faible

La spectrométrie par fluorescence X, donne aussi les pourcentages en oxyde des éléments analysés.

Tableau N°8 : Pourcentages en oxydes des éléments analysés.

Composition chimique	Cl	K ₂ O	CaO	CuO	PdO	HfO ₂
Concentration en %	9,8	25	8,6	3,7	47	5,9

e) Interprétation et conclusion

1- Interprétation

Les résultats expérimentaux en accord avec les résultats théoriques

(Table de Power), nous ont permis de confirmer que le « pois de terre » contient les éléments :

- Potassium : K (Z=19) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E=3,2\text{Kev}$, observée dans la table de Power à l'énergie $E= 3,14\text{ Kev}$, avec une intensité faible.
 - K_{β} à une énergie $E= 3,5\text{ Kev}$, observée dans la table de Power à l'énergie $E=3,59\text{ Kev}$, avec une intensité très faible.
- Calcium : Ca (Z=20) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E=3,6\text{ Kev}$, observée dans la table de Power à l'énergie $E = 3,69\text{ Kev}$, avec une intensité faible.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,97\text{ Kev}$, observée dans la table de Power à l'énergie $E= 4,01\text{ Kev}$, avec une intensité très faible.

2- Conclusion

Nous avons pu montrer par spectrométrie de fluorescence X que le « Pois de terre » contient les éléments potassium (K) et calcium (Ca).

Ces résultats font prévoir que « le pois de terre » contient une quantité importante en potassium (K) et une quantité non négligeable en calcium.

Remarques :

1/ La présence dans le spectre des éléments :

- Chlore : Cl (Z= 17) par la raie X de fluorescence K_{α}
- Cuivre : Cu (Z = 29) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β}
- Palladium : Pd (Z = 46) par les raies X de fluorescence L_{α} et L_{β}
- Hafnium : Hf (Z=72) par les raies X L_{α} , $L_{\beta 1}$, $L_{\beta 2}$ et L_{γ}

est due à l'utilisation de l'acide stearique

2/ Nous remarquons que $\Sigma Ci = 100\%$, ce qui signifie que tous les éléments analysés se trouvent sous forme d'oxyde

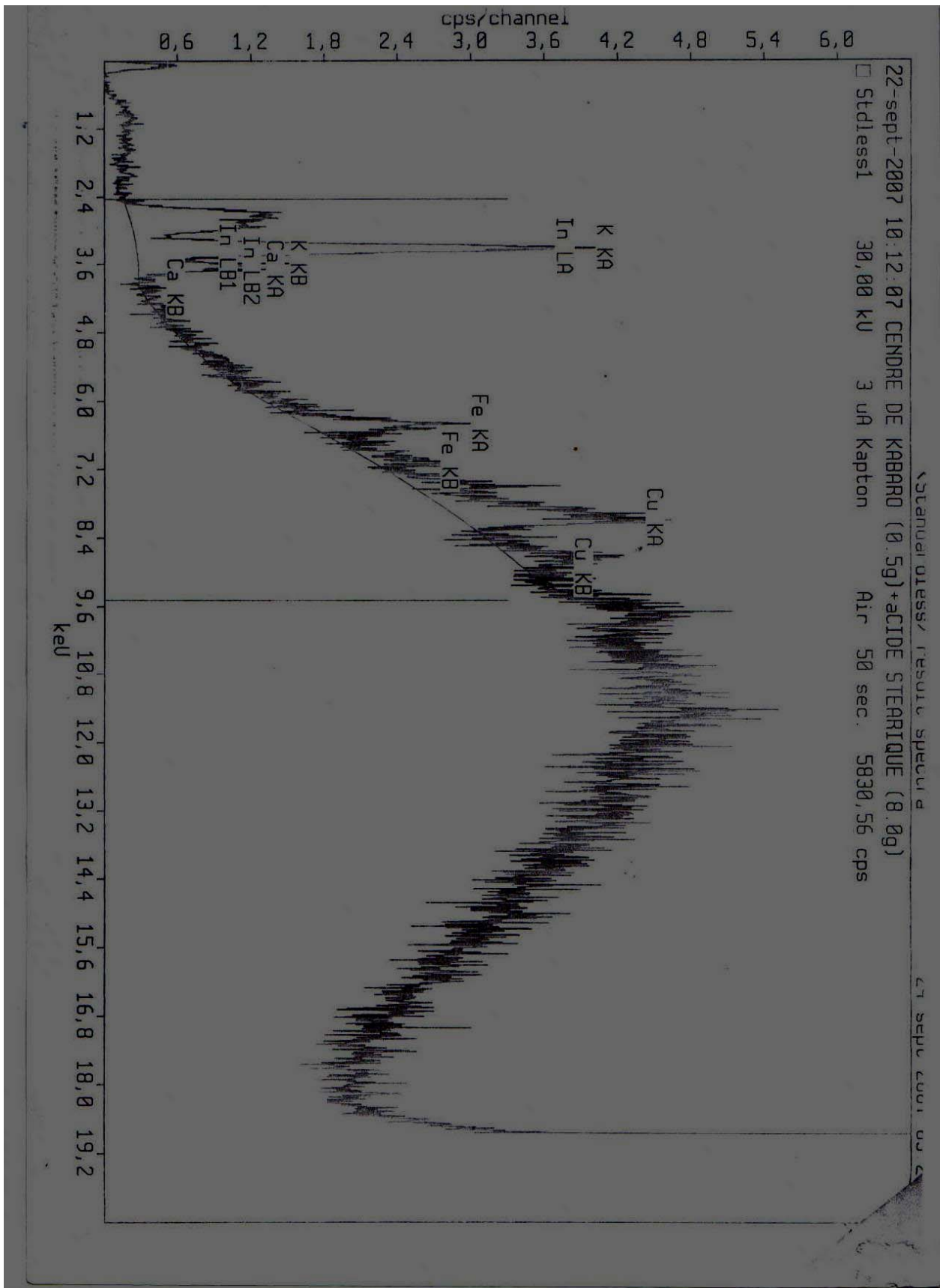
D-5- Produit alimentaire 5

a) **Nom scientifique** : *Phaseolus lunatus* (L.)

b) **Nom populaire** : - Pois de cap (langue Française)
- Kabaro (langue Malgache)

c) **Spectre** : La figure n°7 donne le spectre de fluorescence X du « **Pois de cap** »
(Cendre du pois de cap + acide stearique)

Figure 7 : Spectre de fluorescence X du « Pois du cap ».



d) **Dépouillement du spectre de fluorescence X (FRX) du « Pois de cap »**

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence X du « **pois du cap** » sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°9 : Résultats d'analyse du spectre de fluorescence X du « pois de cap »

Attribution/ éléments/ chimique	Résultats expérimentaux			Résultats/théoriques/ Table de POWER
	Type/raie X/ FRX	Energie/raie X/ FRX/ (Kev)	Intensité/raie X/ FRX	Energie/table de power (Kev)
Potassium : K (Z = 19)	K _α	3,0	TF	3,14
	K _β	3,4	F	3,59
Calcium Ca (Z = 20)	K _α	3,5	f	3,69
	K _β	3,9	tf	4,01
Fer : Fe (Z = 26)	K _α	6,1	f	6,40
	K _β	6,9	tf	7,05
Cuivre Cu (Z = 29)	K _α	8,1	f	8,02
	K _β	8,9	tf	8,90
Indium : In (Z = 49)	L _α	3,0	F	3,29
	L _{β1}	3,4	tf	3,48
	L _{β2}	3,6	tf	3,57

Indication : TF : très fort, F : fort, f : faible, tf : très faible

La spectrométrie par fluorescence X donne aussi, les pourcentages en oxydes des éléments analysés.

Tableau N°10 : Pourcentages en oxyde des éléments analysés

Composition chimique	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	CuO	PdO
Concentration en %	61	12	7,9	8,7	10

e) **Interprétation et Conclusion**

I- Interprétation

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, nous ont permis de mettre en évidence que la « pois du cap » contient les éléments suivants :

- **Potassium** : K (Z = 19) par les raies X de fluorescence :

- K_{α} à une énergie $E = 3,0$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,14$ Kev avec une intensité très forte.
- K_{β} à une énergie $E = 3,4$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,59$ Kev avec une intensité forte.
- **Calcium** : Ca ($Z = 20$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 3,5$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 3,69$ Kev avec une intensité faible.
 - K_{β} à une énergie $E = 3,9$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,01$ Kev avec une intensité très faible.
- **Fer** : Fe ($Z = 26$) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E = 6,1$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 6,40$ Kev avec une intensité faible.
 - K_{β} à une énergie $E = 6,9$ Kev, observée dans la table de power à l'énergie $E = 7,05$ Kev avec une intensité très faible.

2- Conclusion

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, en accord avec les résultats théorique (table de power), nous ont permis de confirmer que « **le pois du cap** » contient les éléments : potassium (K), Calcium et en fer. Ces résultats, prévoient que le « pois de cap » contient une très forte concentration en potassium (K) et des quantités importantes en calcium (Ca) et fer (Fe).

Remarques

- 1/ La présence de éléments Cuivre : Cu ($Z = 29$) par les raies X de fluorescence K_{α} , et K_{β} ; est due à l'utilisation de l'acide stéarique.
- 2/ La présence de l'élément Indium : In ($Z = 49$) par les raies X de fluorescence L_{α} , $L_{\beta 1}$, $L_{\beta 2}$, Est due à l'utilisation du logiciel de fluorescence X.
- 3/ Nous constatons que $\sum C_i = 99,6 < 100\%$, ce qui signifie que tous les éléments chimiques ne se trouvent pas forcément sous forme d'oxyde.

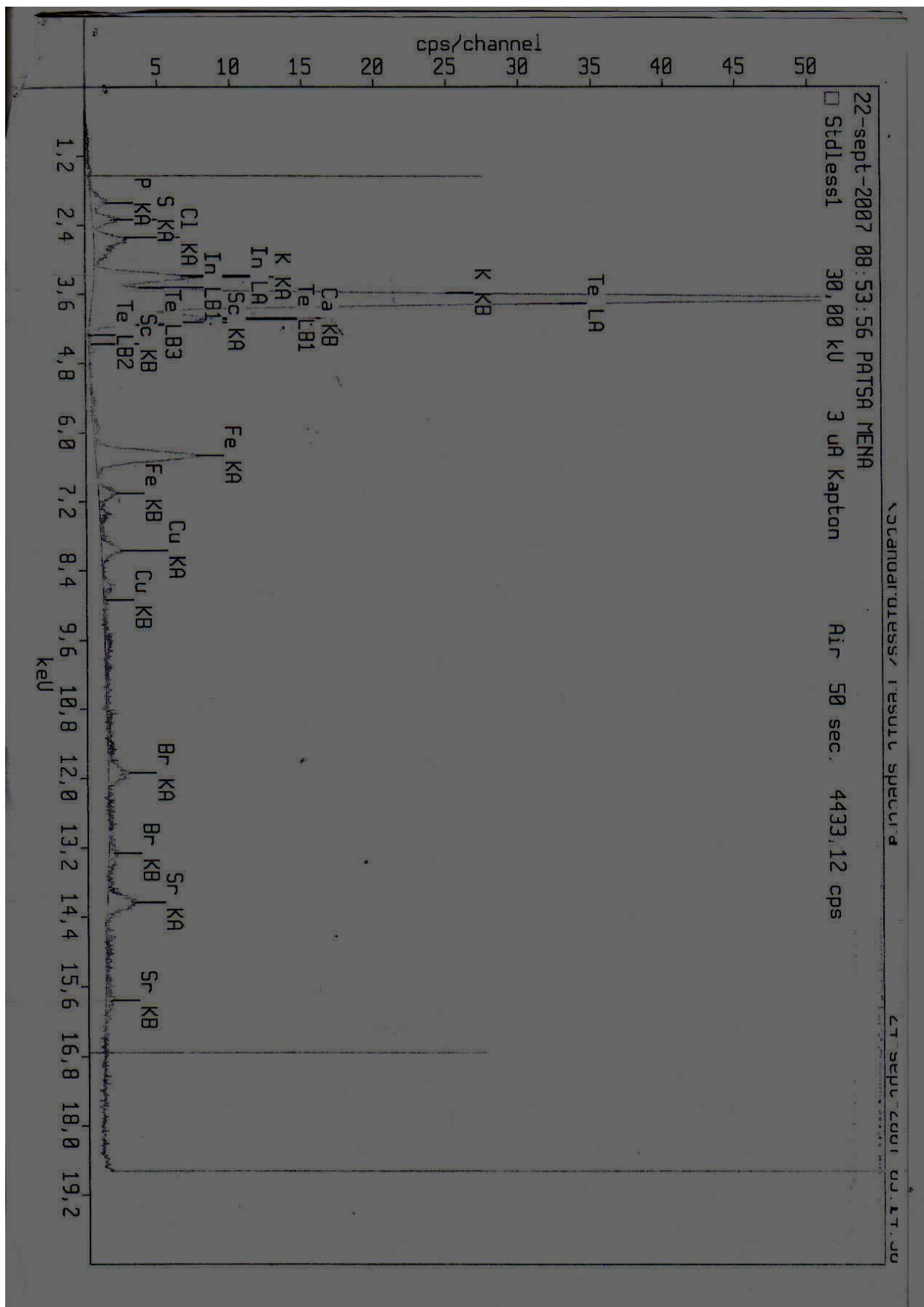
D-6- Produit alimentaire 6

- a) **Nom Scientifique** : *Caridina multidentata*

- b) **Nom populaire** : - Caridine (langue Françaises)
- Patsa mena (langue Malgache)

- c) **Spectre** : La figure n°8 donne le spectre de fluorescence X de la “ **caridine** ”
(Poudre de la caridine + acide stearique)

Figure 8 : Spectre de fluorescence X de la « Caridine ».



d) Dépouillement du spectre de fluorescence X (SFRX) de la « caridine »

Les mesures expérimentales par spectrométrie de fluorescence X de la “ **caridine** ” sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°11 : Résultats d’analyse du spectre de fluorescence X de la « caridine »

Attribution/ éléments/ chimiques	Résultats expérimentaux			Résultats/ Théoriques/ Table de POWER
	Type/raie X /FRX	Energie /raies X / FRX/ (Kev)	Intensité / raie X /FRX	Energie/ table de power/ (Kev)
Phosphore : P (Z= 15)	K _α	1,9	tf	2,01
soufre: S (Z) = 16)	K _α	2,2	tf	2,30
Chlore : Cl (Z = 17)	K _α	2.5	f	2 ,62
Potassium :	K _α	3,2	m	3,31
K (Z= 19)	K _β	3,4	TF	3,59
Calcium :	K _β	3,8	TF	4,01
Scandium :	K _α	3,9	f	4,09
Sc (Z= 21)	K _β	4,3	tf	4,46
Fer :	K _α	6,3	f	6,40
Fe (Z= 26)	K _β	6,9	tf	7,05
Cuivre :	K _α	7,8	f	8,04
Cu (Z= 29)	K _β	8,7	tf	8,90
Brome :	K _α	11,7	tf	11,92
Br (Z = 35)	K _β	13,0	tf	13,29
Strontium :	K _α	13.8	tf	14,09
Sr (Z=38)	K _β	15,5	tf	15,82
Indium :	L _α	3,2	f	3 ,29

In (Z = 49)	L _{β1}	3,3	f	3,48
Tellure : Te (Z=52)	L _α	3,8	F	3,80
	L _{β1}	3,9	f	4,02
	L _{β2}	4,1	tf	4,12
	L _{β3}	4,0	tf	4,02

Indication : TF : très fort, F : fort, m : moyen, f : faible, tf : très faible

La spectrométrie par fluorescence X, donne aussi, les pourcentages des concentrations en oxyde des éléments observés.

Tableau N°12 : Pourcentage en oxyde des éléments analysés.

Composition chimique	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	Sc ₂ O ₃
Concentration en %	5,5	6,5	3,5	6,1	66,1	1
Composition chimique	Fe ₂ O ₃	Cu O	Br	Sr O	In ₂ O ₃	Te O ₂
Concentration en %	3,9	0,42	0,28	0,61	4	2

c) Interprétation et conclusion

1- Interprétation

Les résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X, nous ont permis de mettre en évidence que la “ **caridine** ” contient les éléments suivants :

- **Phosphore** : P (Z=15) par la raie X de fluorescence K_α à une énergie E= 1,9 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E= 2,01 Kev, avec une intensité très faible
- **Soufre**: S (Z= 16) par la raie X de fluorescence K_α à une énergie E= 2,2kev, observée dans la table de power à l'énergie E= 2,30kev, avec une intensité très faible
- **Potassium** : K (Z=19) par les raies X de fluorescence :
 - K_α à une énergie E= 3,2 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E= 3,314kev, avec une intensité moyenne.
 - K_β à une énergie E= 3,4 Kev, observée dans la table de power à l'énergie E = 3,590kev avec une intensité très forte.

- **Calcium** : Ca (Z=20) par la raie X de fluorescence K_{β} à une énergie $E= 3,9\text{keV}$, observée dans la table de power à l'énergie $E = 4,01\text{keV}$ avec une intensité très forte.
- **Fer** : Fe (Z= 26) par les raies X de fluorescence :
 - K_{α} à une énergie $E= 6,3\text{keV}$, observée dans la table de power à l'énergie $E= 6,40\text{Kev}$, avec une intensité faible.
 - K_{β} à une énergie $E= 6,9\text{keV}$, observée dans la table de power à l'énergie $E= 7,058\text{keV}$, avec une intensité très faible

2- Conclusion

Nous avons pu mettre en évidence, l'aide des résultats expérimentaux par spectrométrie de Florence X et des résultats théorique (table de power), que la “ **Caridine** ” contient les éléments : phosphore (P), fer (Fe), potassium (K) et calcium (Ca).

Ces résultats nous ont permis de prévoir que la « **caridine** » contient des quantités très importantes en potassium (K), en calcium et des quantités non négligeables en phosphore (P) et en fer (Fe).

Remarques :

1/ La présence dans le spectre des raies X des éléments :

- Chlore : Cl (Z = 17) par la raie X de fluorescence K_{α}
 - Cuivre : Cu (Z = 29) par les raies X de fluorescence K_{α} et K_{β} ;
- est due à l'utilisation de l'acide stéarique.

2/ La présence dans le spectre des raies X de fluorescence des éléments :

- Brome : Br (Z = 35) par la raie X de fluorescence K_{α} et K_{β}
- Strontium : Sr (Z = 49) par la raie X de fluorescence : K_{α} et K_{β}
- In (Z = 49), par les raies X de fluorescence L_{α} et $L_{\beta 1}$

Est due à l'utilisation du logiciel de fluorescence X

3/ On constate que $\sum C_i = 100,31\% > 100\%$, ce-ci signifie que le spectromètre détecte aussi bien certains éléments en dehors de notre échantillon.

4^{ème} Partie :
Etudes comparatives

IV- Etudes comparatives

Pour chacun de nos produits alimentaires à caractériser, nous allons effectuer des études comparatives de nos résultats expérimentaux par spectrométrie de fluorescence X à ceux de la littérature. (Composition chimique de nos produits à caractériser dans les fiches techniques).

A- Produit alimentaire1

a) **Nom scientifique** : *Musa paradisiaca* (L.)

b) **Nom populaire** : - Banane (langue Française)
- Akondro (langue Malgache)

c) Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature : (Composition chimique des produits alimentaires à caractériser dans nos fiches techniques)

Tableau N°13 : Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments/ chimique		Nos résultats/ expérimentaux Par fluorescence X		Résultats/ Littérature [18]
Nature /chimique	Concentration en %	Raie X/ FRX/	Intensité/ Raie X / FRX	Valeurs pour 100g
K ₂ O	67	Raie X/K _α	TF	358mg
		Raie X/ K _β	TF	
Fe ₂ O ₃	2,8	Raie X / K _α	f	26μg
		Raie X/ K _β	tf	
Phosphore : P (Z=15)	-	-	-	22mg
Calcium : Ca (Z=20)	-	-	-	5mg
Magnésium : Mg (Z = 12)	-	-	-	27mg

Notation : TF : très fort ; F : fort ; m : moyen ; f : faible ; tf : très faible.

Dans le tableau N°13 ci- dessus, nous avons fait les constatations suivants :

Nos résultats expérimentaux et les résultats de la littérature confirment une forte concentration en potassium (K) et une faible concentration en fer (Fe) dans la « banane ».

Les résultats de la littérature ont donné des résultats non négligeables en phosphore (P) et en calcium (Ca), dans la banane, qui sont absents dans nos résultats.

d) Conclusion

L'étude effectuée sur la « banane » nous permet de dire que cet aliment peut être utilisé pour prévenir la carence en potassium (K).

L'absence de raie X de fluorescence, pour le phosphore et pour le calcium, est due à la faible concentration de ces éléments dans la banane.

Nous avons constaté aussi que la banane est riche en magnésium (Mg), mais absence de raie X de fluorescence pour le magnésium dans notre spectre.

Remarque : la spectrométrie par fluorescence X, ne détecte pas les éléments dont le numéro atomique $Z \leq 12$.

B. Produit alimentaire2

a) Nom scientifique : *Nasturtium officinale* (R. Brown)

b) Nom populaire : - cresson (langue Française)

- Anandrano (langue Malgache)

c) Etudes comparatives de nos résultats à ceux de la littérature.

Tableau N°14 : études comparatives de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments / chimique		Nos résultats/expérimentaux Par fluorescence X		Résultats/ Littérature [20]
Nature/ chimique	Concentration en %	Raie X/FRX/	Intensité/raie X/ FRX	Valeur pour 100g
K ₂ O	29	Raie X/ K _α	F	304mg
		Raie X/ K _β	m	
CaO	31	Raie X/ K _α	F	163mg
		Raie X/ K _β	tf	
Fe ₂ O ₃	5,3	Raie X/ K _α	F	3mg
		Raie X/ K _β	f	
Phosphore (P)	-	-	-	53mg
Magnésium : Mg (Z =12)	-	-	-	20mg

Notation : F : fort ; m : moyen ; f : faible ; tf : très faible

Dans le tableau N°14 ci- dessus, nous avons fait les constatations suivantes :

Les résultats de la littérature confirment nos résultats expérimentaux que le « cresson » renferme des quantités importantes en potassium (K), calcium (Ca) et fer (Fe).

Les résultats de la littérature ont donné une valeur importante en phosphore (P) dans le « cresson », absent dans nos résultats expérimentaux.

e) conclusion

L'étude effectuée sur le cresson, nous permet de classer le cresson comme aliment pour prévenir la carence en potassium (K), calcium (Ca), et fer (Fe).

Nous constatons aussi, la présence du magnésium dans le cresson, mais absence de raie X de fluorescence dans le spectre car Mg ($Z = 12$).

C. Produit alimentaire 3

a)- **Nom scientifique** : *Ipomoea batatas* (Lamarck)

b)- **Nom populaire** : - feuille de patate (langue Française)

- Ravimbomanga (langue Malgache)

c) Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature

(Composition chimique dans nos fiches techniques)

Tableau N°15 : étude comparative de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments/ chimique		Nos résultats/ expérimentaux Par fluorescence X		Résultats/ Littérature [26]
Nature / chimique	Concentration en %	Raie X / FRX/	Intensité/ raie X / FRX	Valeur pour 100g
K ₂ O	26 ,7	Raie X/ K _α	TF	-
		Raie X/ K _β	m	
CaO	28 ,7	Raie X/ K _α	F	158mg
		Raie X/ K _β	m	
Fe ₂ O ₃	6,0	Raie X / K _α	F	6,2mg
		Raie X/ K _β	f	
Al ₂ O ₃	26	Raie X/ K _α	tf	-
Phosphore (P)	-	-	-	84mg

Notation : TF : très fort ; m : moyen ; F : fort ; f : faible ; tf : très faible

Dans le tableau N°15 ci –dessus, nous avons fait les constatations suivantes :

Nos résultats et les résultats de la littérature confirment une forte concentration en calcium (Ca) et en fer (Fe) dans les « feuilles de patates. »

Nos résultats expérimentaux prévoient une forte concentration en potassium (K) et une concentration non négligeable en Aluminium (Al), qui sont absents dans les résultats de la littérature.

Cependant, les résultats de la littérature ont donné une valeur assez meilleure en phosphore qui est absent dans nos résultats expérimentaux.

d) Conclusion

Nous avons mis en évidence par spectrométrie de fluorescence X, la présence du potassium (K) qui n'existe pas dans la littérature ; résultat inédit.

L'étude effectuée sur les feuilles de patate nous ont montré qu'elles s'agissent d'un aliment de choix pour prévenir la carence en fer (Fe), mais aussi, en calcium (Ca) et en potassium (K).

D. Produit alimentaire 4

a) **Nom scientifique** : *Vigna subterranea* (L.) verde

b) **Nom populaire** : - pois de bambara (langue Française)
- voanjobory (langue Malgache)

c) Etude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)

Tableau N°16 : étude comparative de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments /chimique		Nos résultats /expérimentaux/par fluorescence X		Résultats/ littérature [28]
Nature/ chimique	Concentration en %	Raie X /FRX/	Intensité/ raie X / FRX	Valeur pour 100g
K ₂ O	25	Raie X/ K _α	m	1400mg
		Raie X/ K _β	f	
CaO	8,6	Raie X/ K _α	f	18,33
		Raie X/ K _β	tf	
Fer (Fe)	-	-	-	23,6mg

Notation : m : moyen ; f : faible ; tf : très faible

Dans le tableau N°16 ci-dessus, nous avons fait les constatations suivantes :

- Les résultats de la littérature ont donné une valeur très importantes en potassium dans le « pois de bambara », tan dis que nos résultats expérimentaux prévoient une valeur moindre
- Nos résultats expérimentaux et les résultats de la littérature confirment une faible concentration en calcium (Ca).
- les résultats de la littérature ont donné une forte concentration en fer, absent les résultats expérimentaux.

d) **Conclusion**

L'étude effectuée sur le « pois de bambara » montre qu'il constitue un aliment de choix contre les carences en potassium (K) et en calcium (Ca) ; mais aussi en fer.

E. Produit alimentaire 5

a) **Nom scientifique** : *phaseolus lunatus* (L.)

b) **Nom populaire** : - pois de cap (langue Française)
- Kabaro (langue Malgache)

a) étude comparative de nos résultats à ceux de la littérature (Composition chimique dans nos fiches techniques)

Tableau N°17 : étude comparative de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments/ chimique		Nos résultats/ expérimentaux Par fluorescence X		Résultats/ Littérature [34]
Nature/ chimique	Concentration en %	Raie X/ FRX	Intensité/raie X/ FRX	Valeur pour 100g
K ₂ O	61	Raie X/ K α	T F	2048mg
		Raie X/ K β	F	
CaO	12	Raie X/ K α	f	153,3mg
		Raie X/ K β	tf	
Fe ₂ O ₃	7,9	Raie X/ K α	f	6,12mg
		Raie X/ K β	tf	
Phosphore (P)	-	-	-	250,80mg

Indication : TF : très fort ; F : fort ; f : faible ; tf : très faible

Dans le tableau N°17 ci-dessus, nous avons fait les constatations suivantes :

Nos résultats expérimentaux et les résultats de la littérature confirment une très forte concentration de potassium dans le « pois de cap. »

Les résultats de la littérature ont donné une valeur importante en calcium et en fer, par contre nos résultats prévoient des valeurs faibles.

Les résultats de la littérature ont donné une forte valeur en phosphore, absent dans nos résultats expérimentaux.

d) Conclusion

L'étude effectuée sur le « pois du cap » montre qu'il s'agit d'un aliment à usage favorable contre les carences en potassium (K), en calcium (Ca) et en fer (Fe) ; Aussi bien en magnésium Mg) et en phosphore (P).

F- Produit alimentaire 6

a) **Nom scientifique** : Caridina multidentata

b) **Nom populaire** : - caridine (langue française)

- Patsa mena (langue Malgache)

c) Etude comparatives de nos résultats à ceux de la littérature

Tableau N°18 : étude comparatives de nos résultats à ceux de la littérature

Eléments / chimique		Nos résultats expérimentaux Par fluorescence X		Résultats/littérature
Nature/ chimique	Concentration en %	Raie X/ FRX	Intensité/raie X FRX	Valeurs pour 100g
P ₂ O ₅	5,5	Raie X/ K α	tf	-
K ₂ O	6 ,1	Raie X/ K α	m	-
		Raie X/ K β	TF	
CaO	66 ,1	Raie X/ K β	TF	-
Fe ₂ O ₃	3,9	Raie X/ K α	f	-
		Raie X/ K β	tf	

Indication : TF : très fort ; F : fort ; m : moyen ; f : faible ; tf : très faible

Le tableau N°18 ci-dessus, nous montre que la caridine a des fortes concentrations en potassium (K), et en calcium (Ca), aussi bien des concentrations non négligeables en phosphore (P) et en fer.

Cependant, dans tous nos recherches dans la caridine, nous n'avons pas trouvé aucun résultats de la littérature. (Composition chimique de la caridine)

e) conclusion

Nous avons mis en évidence dans la caridine, la présence du potassium (K), du calcium (Ca), du fer et du phosphore. Le potassium et le calcium présentent des intensités fortes, donc à fortes concentrations, alors que le phosphore et le fer présentent des intensités faibles, donc à faibles concentrations. Tous ces éléments ne sont pas mentionnés dans la littérature, donc résultats inédits.

L'étude effectuée, basée sur nos résultats expérimentaux par fluorescence X, montre que la caridine est un aliment de choix meilleur contre les carences en potassium, calcium, aussi bien en phosphore et en fer.

D'ailleurs, les ions phosphates $(\text{PO}_4)^{-3}$ sont utiles dans le problème d'ostéogenèse car les tissus sont formés de phosphate tricalcique $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Conclusion Générale

Notre mémoire a permis de mettre en évidence la présence des éléments chimiques potassium (K), calcium (Ca), (fer) et phosphore (P) ; en forte concentration pour les uns et en faible concentration pour les autres. Ces éléments chimiques sont aussi mentionnés dans la littérature, pour tous nos produits alimentaires qui sont :

- 1) La banane, Nom scientifique : *Musa paradisiaca* (L.)
- 2) Le cresson, Nom scientifique : *Nasturtium officinale* (R. Brown)
- 3) Les feuilles de patate, Nom scientifique : *Ipomoea batatas* (Lamarck)
- 4) Le pois de Bambara ; Nom scientifique : *Vigna subterranea* (L.) Verdc
- 5) Le pois du Cap, Nom scientifique : *Phaseolus lunatus* (L.)
- 6) La caridine, Nom scientifique : *Caridina multidentata*.

Cependant, pour les feuilles de patate, nous avons mis en évidence la présence du potassium (K), non mentionné dans la littérature ; aussi pour la caridine, nous avons mis en évidence la présence du potassium (K), calcium (Ca), fer (Fe) et phosphore (P), non mentionnés dans la littérature, donc des résultats inédits.

Tous ces produits alimentaires se trouvent en grande quantité à Madagascar, et leur prix d'achat est abordable pour presque toute la classe sociale.

C'est ainsi que certains de ces produits sont utilisés en pédiatrie dans la carence en calcium.

Glossaire

Anémie : réduction de la capacité du sang à transporter l'oxygène résultant d'un nombre insuffisant de globules rouges.

Anémie hypochrome : le manque de globules rouges et de fer s'appelle une anémie hypochrome. Avant de compenser le fer responsable de cet état, il est indispensable de connaître l'origine de cette anémie.

Bambara : langue parlée au Mali, Burkina-Faso, Côte d'Ivoire, Gambie. Région d'Afrique de l'ouest avec nombre de locataire plus de 10 millions.

Besoin nutritionnel : fait référence à la quantité nécessaire en nutriment pour subvenir au besoin des être vivants pour son entretien, sa croissance, sa reproduction et sa dépense physique.

Cap : est une ville d'Afrique du sud et la capitale provinciale du cap occidental.

Carence : manque important d'un élément nutritionnel, pouvant créer un désordre biologique, physique considérable chez l'individu concerné.

Chlorose : chez les végétaux, on appelle chlorose une décoloration plus ou moins prononcé des feuilles, donc à un manque de chlorophylle (c'est elle qui donne la couleur verte). Ce manque peut provenir de nombreux facteurs tels que : insuffisance de magnésium, fer etc.

Constipation : difficulté ou impossibilité d'aller à la selle.

Diététique : ensemble de règles respectant un équilibre et une hygiène alimentaire saine.

Diurétique : un diurétique est une substance qui va augmenter la production d'urine.

Distrtophilie ostéoarticulaire : pathologie ostéo-articulaire.

Distomatose : est une affection (parasitose) due à un parasite du nom de trématose qui affecte généralement les bovidés (comme les bœufs), chez qu'il entraîne une anémie. Cette affection est de temps à autre transmise à l'homme.

Fer hémi nique : fer des aliments d'origine animale qu'a la particularité d'être bien assimilé par l'organisme. Contrairement au fer non hem inique.

Hémoglobine : est une protéine constituée de 4 monomères de globulines, dont la principale fonction est le transport de l'oxygène.

Hyposphixie : le terme désigne un ralentissement du pouls, donc les contractions cardiaque. Mais il s'applique à un organe ou groupe d'organes pour expliquer le fait qu'ils sont insuffisamment alimentés en dioxygène.

Hyper calcémie : Concentration anormalement élevée du calcium dans le sang.

Hypo calcémie : est définie par une baisse de la concentration du calcium plasmatique au dessous de 2,10mmol/l ou 80mg/l.

Hyper calciurie : augmentation anormale du calcium dans les urines.

Laxatif : est un médicament accélérant le transit intestinal, ramollissant les selles. On utilise les laxatifs pour combattre la constipation.

Micronutriments : ce sont des nutriments ayant une grande action sur le corps, mais qui sont en quantité infime. Il groupe les vitamines et les oligo éléments. (fer, calcium ...)

Mono gastrique : se dit d'un animale domestique (porc, volaille) ayant une seule poche gastrique par opposition aux ruminants, qui en ont 4.

Myoglobine : est une protéine des vertébrés formée chez l'homme d'une chaîne de 153 acide aminé ; contenant un noyau, avec ion (Fe^{+2}) au centre.

Nanisme : infirmité des nains, d'origine souvent endocrinienne.

Nano nutrition : intégration dans les molécules qui transportent l'information génétique dans la plupart des organismes vivants, comme l'ADN (acide désoxyribonucléique)

Nutriments : les aliments deviennent des nutriments après digestion, et alimentent les différentes fonctions du corps.

Ostéoporose : est une maladie caractérisée par une fragilité excessive du squelette, due à une diminution de la masse osseuse et à l'altération de la microarchitecture osseuse.

Pierre au reins : particules solides formées dans le rein par précipitation de substances normalement dissoutes dans l'urine.

PH : potentiel hydrogène. C'est la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un aliment.

Plus petit est le chiffre, plus importante est l'acidité. Le PH neutre se situe à 7.

Performances physiques et cognitives : déclinent avec l'âge, de manière naturelle, liées au vieillissement, mais aussi en raison de certaines pathologies.

Scorbut : avitaminose C, maladie caractérisée par des hémorragies, la chute des dents...

Spasmophilie : n'est pas une maladie, mais un ensemble de symptômes liés à un comportement. C'est donc un syndrome. Elle correspond à une réaction de peur à ses manifestations.

Tétanie : état pathologique caractérisée par des crises de contraction musculaire.

Annexes

ANNEXE 1

Dépouillement du spectre de fluorescence X (SFRX) de l'acide stearique

Attribution/ éléments / chimique	Résultats expérimentaux			Résultats/théorique Table de POWER
	Type/ raies X / FRX	Energie / Raie X / FRX / (Kev)	Intensité/raie X/ FRX	Energie/ (Kev)
Magnésium : Mg (Z= 12)	K α	1,2	f	1,25
Chlore : Cl (Z = 17)	K α	2,6	f	2,62
Cuivre : Cu (Z = 29)	K α	7,9	tf	8,04
	K β	8,6	tf	8,90
Palladium : Pd (Z = 46)	L α	2,7	tf	2,53
	L β	3,0	tf	2,91
Hafnium : Hf (Z = 72)	L α	7,6	f	7,89
	L β_1	8,8	tf	9,02
	L β_2	9,1	tf	9,16
	L γ	101,3	tf	10,89

Indication : f : faible, tf : très faible

Remarque :

L'acide stearique sert à lier la matière à déterminer pour des mesures effectuées sur des pastilles.

ANNEXE 2

Valeur limite de certains éléments toxiques (mg/l)

Plomb Pb	Arsenic As	Scandium Sc	Chrome Cr^{VI}	Cyanures CN⁻	Cadmium Cd	Baryum Ba	Nitrite NO₃
50	50	10	50	200	10	1000	45000

Annexe 3

Préparation des échantillons

Séchage de l'échantillon

Broyage de l'échantillon dans un mortier en marbre et à l'aide d'un pilon pour avoir de la poudre très fine.

Conservation de l'échantillon dans un récipient en verre bien approprié pour l'analyse.

Pour le pois de bambara et le pois du cap, il y a d'abord, calcination de l'échantillon. (Mettre les grains dans un morceau de platine, température de fusion > 17000°C. et à l'aide du bec benzène et du gaz butane il y a carbonisation de l'échantillon).

Broyage dans un mortier en marbre et à l'aide d'un pilon pour avoir une cendre minérale.

Conservation de cette cendre minérale dans un récipient en verre bien approprié pour l'analyse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]: <http://www.naturosanté.com/ubriquesconseils/conseil.php?50>
- [2]: <http://www.glycangroup.com/olig.html>
- [3]: Article paru dans le journal Midi Madagascar, du mercredi 26 septembre 2007.
N° 7338, page 7
- [4]: <http://www.les-nouvelles.com/default.php?file=enquete&mode=detail&id=408>
- [5]: <http://www.holambecomores.com/public/article589.html>
- [6]: <http://www.biorespect.com/mac.html>
- [7]: <http://www.biorespect.com/lesnews.asp?ID=1&NEWSID=41>
- [8]: http://www.hcalthandfood.be/html/fr/micro/76_fer.htm
- [9]: Article paru dans Midi Madagascar du vendredi 23 novembre 2007 N°7387
- [10]: <http://advitae.net/mineraux.php>
- [11]: http://www.extenso.org/guides_outils/elements_detail.php/1497
- [12]: http://www.extenso.org/guides_outils/elements_detail.php/f/1497/0/3
- [13]: http://www.extenso.org/guides_outils/elements_detail.php/f/1497/0/4
- [14]: http://www.extenso.org/guides_outils/elements_detail.php/f/1497/0/5
- [15]: <http://www.servicevie.com/01Alimentation/conseils/conseil211298/conseil211298.html>
- [16]: [http://www.danone.com/wps/portal/jump/DanoneEtVous.
Encyclo.VosGuides.BaBaNutrition.Nutriments.
CommunNutriments?ref=CMS.DanoneEtVous](http://www.danone.com/wps/portal/jump/DanoneEtVous.Encyclo.VosGuides.BaBaNutrition.Nutriments.CommunNutriments?ref=CMS.DanoneEtVous)
- Encyclo.VosGuides.BaBanutrition.Nutriments.Mineraux.phosphore
- [17]: [http://www.ac-reunion.fr/pedagogie/lybouvep/
TPE/PremiereS/elev/thermal/besoins/besoins1.html](http://www.ac-reunion.fr/pedagogie/lybouvep/TPE/PremiereS/elev/thermal/besoins/besoins1.html)
- [18]: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Banane>

- [19]: RAKOTOMALALA Andriamparany Heritiana J
Analyse de la filière Banane : caractérisation des stratégies des acteurs dans
L’approvisionnement de la ville d’Antananarivo.
Mémoire de fin d’études présenté mai 2003. Université d’Antananarivo ;
Ecole supérieure des sciences agronomiques ; département agro management.
- [20] : http://fr.wikipedia.org/wiki/cresson_de_fontaine
- [21] : Fondation PROTA / Backhuys / publishers / C T A Waggenningen, Pays Bas, 2004.
PROTA, légumes
Ressources végétales de l’Afrique tropicale 2
- [22] : http://fr.wikipedia.org/wiki/patate_douce
- [23] : FALY Alain Randranto
Caractérisation physico-chimique de la patate douce de la région Sud Ouest de
Madagascar et les transformations envisageables
Mémoire de fin d’étude promotion 1996-2001. Page9
- [24] : RASAMOELINA Andriamaminiaina Jaona.
Diagnostic de la production de la patate douce dans la région du Vakinankaratra.
Mémoire de fin d’études présenté en avril 2005. Page 4 à 5
Université d’Antananarivo ; école supérieure des sciences agronomiques.
- [25] : http://www.maep.Gov.Mg/fr/filte_C_patate.Htm
- [26] : <http://www.fao.org/docrep/008/w0078f/w0078f09.htm>
- [27] : http://fr.wikipedia.org/wiki/pois_bambara
- [28] : RANDRIANINIVOJAONA Joseph
Essai de production d’une farine infantile locale.
Mémoire de fin d’études présenté 23/05/1977.
Université de Madagascar ; établissement d’enseignement supérieur
des sciences agronomiques

[29] : revue trimestrielle paraissant le dernier de chaque trimestre.

Notes, reconnaissances et exploitation. Colonie de Madagascar.

4ème année 7ème volume 30ème livraison 30 juin 1900. Page 587

[30]: http://fr.wikipedia.org/wiki/Haricot_de_Lima

[31] : <http://www.vegetox.envt.fr/Monographie-htm1/Haricot.Html>

[32] : RAKOTOMALALA Harindranto Samimamy.

Contribution à l'amélioration de la production du pois du cap dans la région
Bas Mangoky.

Mémoire de fin d'études ; promotion 1990-1995. Page 7

Université d'Antananarivo ; école supérieure des sciences agronomiques ;

[33] : RABEMANANJARA Vero Lalaina.

Contribution à la relance de la filière pois du cap dans le Sud-Ouest de Madagascar.

Mémoire de fin d'études présenté juillet 2000. Page 11

Université d'Antananarivo ; école supérieure des sciences agronomiques ;

Département agriculture.

[34] : RALAIADAVEROHANITRA Mbolanirina.

Relance de la culture du pois du cap en vue de l'exportation dans la
région de Morondava.

Mémoire de fin d'études ; promotion 1989-1995. Page 9

Université d'Antananarivo ; E. S. S agronomique ; département agriculture.

[35] : http://fr.wikipedia.org/wiki/Caridina_multidentata

[36] : [http://fr.wikipedia.org/wiki/](http://fr.wikipedia.org/wiki/Caridina_multidentata_(synonyme_C_japonica)#Description)

[Caridina_multidentata_\(synonyme_C_japonica\)#Description](http://fr.wikipedia.org/wiki/Caridina_multidentata_(synonyme_C_japonica)#Description)

[37] : <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB825F/AB825F10.htm>

[38] : Pax RAJAONERA, professeur titulaire à l'Université d'Antananarivo, Faculté des
Sciences ; cours de chimie minérale industrielle en (A.E.A), année 2005/2006