

Application de la technique LIBS sur des échantillons biologiques (plantes médicinales)

II-1 Présentation des échantillons :

Dans nos travaux de recherche nous avons appliqué la technique LIBS sur des échantillons biologiques (plantes médicinales). Pour cela nous allons en amont décrire la morphologie, l'origine et le mode d'action de nos échantillons (plantes médicinales).

II-1-1 Ocimum basilicum :

NOMS VERNACULAIRES au Sénégal

Français : basilic

CARACTERES BOTANIQUEs REMARQUABLES

Plante aromatique, herbacée annuelle ou semi-vivace, très ramifiée, haute de 25 à 40 cm, à tige quadrangulaire, à feuilles opposées. Le limbe est denticulé, long de 4 à 6 cm, large de 12 à 30 mm, mince, ovale à oblong, cuné à la base et acuminé au sommet, nettement pétiolé et d'un vert pâle. Le pétiole est long de 5 à 15 mm, finement pubescent. Les inflorescences, en racèmes terminaux lâche, sont composées de petits groupes de fleurs verticillés par 6. Le fruit est un tétrakène.

REPARTITION ET HABITAT

Originnaire d'Asie, le basilic est introduit dans tous les pays chauds et tempérés. Au Sénégal, il se cultive et se rencontre à l'occasion autour des lieux habités.

ETUDE ETHNOBOTANIQUE

Le basilic est consommé en Europe en boissons théiformes comme stimulant de la digestion. L'essence figurait déjà au Codex français de 1818

L'infusé est renommé comme antispasmodique et stomachique. La plante est quelquefois prescrite en décoction dans les cas de dysenterie et en bains de bouche contre les maux de dents (KERHARO, 1974)

La poudre est réputée sternutatoire et, en usage externe, les feuilles fraîches entrent dans la préparation d'un alcoolat et d'une alcoolature vulnéraires, antiseptiques et antimicrobiens.

BERHAUT (1975) souligne qu'en cas d'otites, céphalées ou sinusites, on recueille le jus exprimé de feuilles fraîches écrasées dans un peu d'eau et que l'on donne en instillations auriculaires et nasales.

En Afrique de l'Est (KOKWARO, 1976), les rameaux suspendus autour de la maison éloigneraient les moustiques. Une décoction de racines est prescrite aux femmes enceintes pour soigner les douleurs abdominales. En lavements, on le prescrit pour traiter la constipation.

En Afrique du Nord, BOULOS (1983) rapporte une multitude d'usages pour le basilic : il est notamment prescrit dans le traitement de la fièvre, de la toux, des douleurs stomacales, de la goutte, etc. L'infusion est indiquée pour soigner la sinusite, l'inflammation des hémorroïdes et dans certains troubles de l'estomac.

Aux Caraïbes, AYENSU (1981) souligne l'usage d'un bain, probablement de la plante entière, pour rafraîchir et purifier un individu souffrant d'un empoisonnement. L'infusion est aussi prescrite dans le traitement des indispositions du foie et de la vésicule biliaire.

PROPRIETES THERAPEUTIQUES

(E.R.) : antirhumatismale, antivenimeuse, anthelminthique, aromatique, astringente, cordiale, dépurative, digestive, diurétique, emménagogue, fébrifuge, insecticide, odontalgique et vulnéraire ;

(Ex.) : antimicrobienne, antispasmodique, anthelminthique, carminative, eupeptique, insecticide, stimulante et stomachique.

COMPOSITION CHIMIQUE

La plante fraîche contient de 0,02 à 0,07 % d'une essence où domine l'estragol ; on y retrouve aussi, en moindre quantité, des produits terpéniques : cinéol (eucalyptol), eugénol, linalol, oriméne, etc.

Selon GARNIER et al (1961), la quantité d'essence diminue, au moment de la floraison, dans les parties vertes et augmente dans les inflorescences, à la maturité des fruits, les proportions sont inversées.

EMPLOIS ET POSOLOGIE

On le prescrit comme antispasmodique, stomachique et carminatif pour les individus souffrant de digestions difficiles, de gonflements de l'estomac ou de l'intestin, sous la forme d'infusé de 15 g de plante fraîche dans 1 l d'eau fraîchement bouillie qu'on laisse infuser pendant 3 minutes. On en absorbe une tasse (250ml) après les repas principaux.

Les feuilles fraîches ébouillantées peuvent s'appliquer sur les plaies infectées (à défaut de produits antiseptiques), mais il est impératif de s'assurer que les feuilles soient exemptes de poussières ou autres impuretés (qui pourraient réinfecter la plaie) Fortin et al [41]

II.1.2 Cymbopogon citratus:

NOMS VERNACULAIRES au Sénégal

Français : citronnelle, verveine indienne

CARACTERES BOTANIQUES REMARQUABLES

Herbe vivace, à feuilles linéaires-rubanées aromatiques formant des touffes compactes atteignant 1 m de haut et plus.

Les feuilles sont vert clair et mesurant de 60 mm à 1,5 cm de large. La hampe florale s'élève à 1,5 à 2 m de hauteur : les nombreuses ramifications sont terminées par des épis de 10 à 15 mm. La floraison est bisannuelle.

REPARTITION ET HABITAT

Originaire du subcontinent indien et de l'Asie du sud-est, la plante fut introduite au Sénégal et est maintenant cultivée dans de nombreux jardins.

ETUDE ETHNOBOTANIQUE

La plante est cultivée industriellement en Inde, à Madagascar, aux Comores, au Guatemala, au Honduras, aux Antilles, au Congo et au Kenya pour son huile essentielle, le citral.

Les feuilles sont consommées en décoction par les Africains comme boisson rafraîchissante et digestive et en décoction des racines pour leurs propriétés fébrifuges. Les Européens utilisent, pour les mêmes propriétés, l'infusion des feuilles.

Grâce à ses huiles essentielles, la plante brûlée (fumigation) éloignerait les insectes.

À L'île Maurice, la décoction est préconisée contre les refroidissements et les fièvres.

À Madagascar, la décoction est employée pour soigner les fièvres, la diarrhée, les refroidissements et la pneumonie. En association avec d'autres plantes, elle sert à traiter l'herpès et les troubles gastriques.

Dans la péninsule Malaisienne, la décoction des feuilles de citronnelle est préconisée pour favoriser la digestion, comme diurétique, sudorifique et emménagogue.

À Trinidad (MORTON, 1981), la plante est indiquée pour traiter les refroidissements, la grippe, la pneumonie, la malaria et la tuberculose. Au Surinam, la décoction de 15 feuilles est prescrite comme sudorifique dans les cas de fièvres. Elle est aussi utile pour calmer les spasmes de certains désordres urinaires.

PROPRIETES THERAPEUTIQUES

(E.R.) : anti-diarrhéique, antispasmodique, digestive, emménagogue, fébrifuge, rafraîchissante et sudorifique ;

(Ex) : antidiabétique, antiseptique, digestive, galactogène, rafraîchissante et stomachique.

COMPOSITION CHIMIQUE

L'huile essentielle représente, selon TALALAJ (cité par KERHARO, 1974), de 0,38 à 0,50 % pour la plante fraîche et 2 à 2,5 % pour la plante sèche. Cette essence renferme 70 à 78 % de citral.

EMPLOIS ET POSOLOGIE

L'infusion de 15 g de feuilles fraîches ou de 10 g de feuilles sèches donne une boisson stomachique et rafraîchissante, utile dans les cas d'atonie gastrique (digestions difficiles), dans certains cas d'entérites et pour favoriser la lactation. Fortin et al [41]

II-1-3 Eugenia caryophyllata :

NOMS VERNACULAIRES au Sénégal

Français : clou de girofle

BOTANIQUE

Petit arbres des îles de l'Océan Indien, à feuilles persistantes et coriaces. Les fleurs sont disposées en petites cimes. Le fruit est une baie appelée <<antofle>>. L'arbre est cultivé en Indonésie, en Tanzanie et Madagascar (chaleur et humidité). La récolte des boutons floraux est manuelle, ceux-ci sont le plus souvent séchés au soleil. Le clou de girofle mesure 10-12 mm de long sur 2-3 mm, son odeur est caractéristique, sa saveur chaude et brûlante.

COMPOSITION CHIMIQUE

Le clou de girofle est très riche en huile essentielle (12 à 15%), plus dense que l'eau, constituée surtout d'eugénol et de ses dérivés (acétyle-eugénol) ; on y retrouve d'autres constituants tels que terpènes et alcools.

ACTION PHYSIOLOGIQUE ET EMPLOIS

Le clou de girofle est un stimulant aromatique. L'essence est bactéricide et analgésique.

Le clou de girofle entre dans la préparation d'alcoolat (de Mélisse et de Fioravanti). L'essence est utilisée en art dentaire comme antiseptique caustique et analgésique léger.

Dans l'industrie, l'eugénol est extrait de l'essence de fruit et de feuilles et sert à l'hémi-synthèse de la vanilline. Dans l'alimentation, le clou de girofle est une épice très utilisée.

II-1.4 Moringa oleifera :

NOMS VERNACULAIRES au Sénégal

Français: ben ailé, moringa

CARACTERES BOTANIQUES REMARQUABLES

Petit arbre de 4 à 7 m, à croissance initiale très rapide, souvent branchu dès la base, à écorce claire, grossièrement lenticelle ; les rameaux sont dressés, puis retombants. Le bois est très tendre. Les feuilles alternes et composées (tripennées à la base, bipennées au sommet) possèdent un rachis primaire long de 12 à 25 cm, finement pubescent. Ce dernier porte 2 à 6 paires de pinnules, composées à la base, simples au sommet, mesurant 3 à 6 cm de long et portant elles-mêmes 3 à 5 paires de foliolules de 2 cm de long sur 1 cm de large, arrondies à la base et au sommet, avec une foliolule terminale légèrement plus grande. La paire de foliolules basales peut être triséquée. Les fleurs blanches, à 5 pétales inégaux et arqués, odoriférantes et pédonculées de 4 à 10 cm, se développent en panicules axillaires ramifiées.

Le fruit, déhiscent et sec à maturité, linéaire, anguleux, est long de 20 cm et se termine en pointe ; il contient plusieurs graines noires sphériques d'un diamètre de 1 cm pourvues de 3 ailes hyalines (d'où l'ancien nom d'espèce <<pterygosperma>>, signifiant <<à graines sillées>>)

REPARTITION ET HABITAT

Originaire de l'Inde et d'Arabie, le nébéday a été introduit pour ses usages culinaires dans les villages des environs de Dakar et en Casamance.

ETUDE ETHOBOTANIQUE

Le nébéday est d'usage assez courant en médecine populaire. Son emploi fréquent tient probablement au fait qu'il est souvent présent dans les carrés d'habitations sénégalaises, où il est utilisé en haies brise-vent, servant d'ombrage et de support pour les plantes grimpantes du jardin.

Les jeunes fruits, les fleurs et les feuilles se mangent comme légumes toutes les parties de la plante révèlent une saveur piquante semblables à celle de la moutarde. On incorpore quelquefois les jeunes feuilles comme condiment dans les couscous et les sauces. Même si on peut consommer les fruits comme haricots verts, on prendra garde d'en absorber une trop grande quantité, car ils sont réputés toxiques. Par contre, la racine, au goût prononcé de moutarde, est comestible et stimule la digestion.

Dans plusieurs pays africains (AL AZHARIA JAHN, 1981), on utilise la racine et les graines pilées pour purifier l'eau de consommation. Dans la vallée du Nil, l'arbre s'appelle <<Shagara al Ravwag>>, ce qui signifie l'arbre qui purifie.

En médecine traditionnelle (KERHARO, 1974), le suc des feuilles ou de la tige est considéré comme antiscorbutique ; en friction, il soulagerait les convulsions des enfants ; en lavages corporels ou en instillations oculaires, avec la poudre de racine en prises nasales, il est recommandé pour traiter les états fiévreux, les céphalées et les névralgies.

Les racines pilées auraient une action bienfaisante, en cataplasme, dans les cas de rhumatismes et de douleurs articulaires. Elles renferment une huile essentielle qui est rubéfiante et vésicante.

On préconise, par ailleurs, une décoction sucrée de racines, écorces, feuilles et fleurs pour prévenir les crises épileptiques, les états débilitants et spasmodiques, ainsi que l'hystérie.

PROPRIETES THERAPEUTIQUES

(E.R.) : anti blennorragique, anti diarrhéique, antiscorbutique, antispasmodique, astringente, digestive, fébrifuge, laxative, vulnéraire-antiseptique,

(Ex.) : antiscorbutique, bactéricide, fongicide, hypotensive et rubéfiante

COMPOSITION CHIMIQUE

Les feuilles contiennent selon TOURY et al (1967) : 74,7 % d'eau, 8,1 % de protides, 0,6 % de lipides, 14,1 % de glucides, 2,13 % de cellulose et 2,5 % de cendres. En mg pour 100 g, on note : calcium 531, phosphore 142, fer 11, vitamine C 220, thiamine 0,23, riboflavine 0,77 et niacine 2,66

Toutes les parties de la plante contiennent du benzylisothiocyanate ou sénevol benzylique dont l'odeur rappelle l'essence de moutarde.

EMPLOIS ET POSOLOGIE

La consommation des feuilles est une très bonne source de calcium, de vitamine C, de protéines et de sels minéraux.

Contre les plaies infectées et les maladies fongiques de la peau, on peut recourir en soins de santé primaires à un cataplasme d'écorce de racines préalablement lavées et ébouillantées pour éviter la contamination de la plaie par des résidus ou de la poussière. Fortin et al [41]

II.1.5 Combretum micrantum :

NOMS VERNACULAIRES au Sénégal

Français : kinkéliba

CARACTERES BOTANIQUES REMARQUABLES

Arbuste buissonnant ou sarmenteux, haut de 2 à 5 m, pouvant atteindre une dizaine de mètres, quelquefois plus lorsqu'il enlance les arbres.

Les feuilles sont opposées, entières, ovales coriaces, courtement cunées à la base, acuminées au sommet ; le pétiole est court, de 2 à 10 mm de long. Le limbe vert clair vif devient rouille-rougeâtre en séchant ; il présente à la face inférieure des touffes de poils à l'aisselle des nervures secondaires. L'extrémité des rameaux prend souvent une tendance volubile.

Les fleurs blanches ou rosées sont entourées de bractées caduques ; les fleurs sont groupées en courts épis axillaires de 3 à 4 cm de long.

Le fruit à 4 ailes est glabre, long de 15 mm et large de 15 mm

REPARTITION ET HABITAT

Répandu à travers le Sénégal sur les cuirasses latéritiques, il forme des peuplements assez denses dans la région de Thiès (Mbour, Massif de Dias, Mont-Rolland, etc.) et dans la Casamance Maritime.

ETUDE ETHNOBOTANIQUE

Le décocté de feuilles de kinkéliba est d'un usage répandu parmi la population sénégalaise. Le matin, on prépare souvent ce décocté auquel on ajoute du café soluble.

Le kinkéliba s'emploie pour traiter la toux, les bronchites, le paludisme, la fièvre bilieuse hématurique et toutes les affections hépatobiliaires comme médicament d'appoint.

On mâche les feuilles fraîches pour apaiser les maux de ventre et la diarrhée. Dans le Sine, on l'associe avec *Heeria insignis* et *Gardénia triacantha*, pour soigner les diarrhées infantiles.

Les racines sont prescrites dans l'alimentation journalière des femmes stériles en qualité de médicament d'appoint énergétique. Le décocté de racines est considéré comme vermifuge et sert aussi à laver les plaies.

PROPRIETES THERAPEUTIQUES

(E.R) : anti blennorragique, anti diarrhéique, anti-entéralgique, antirhumatismale, antitussive, cholagogue, diurétique, émétique, fébrifuge, tonique, vermifuge et vulnéraire ;

(Ex) : antibiotique, cholagogue et diurétique.

COMPOSITION CHIMIQUE

Plusieurs auteurs (BASSENE et POUSSET, 1982 ; BASSENE, OLSCHWANG et POUSSET, 1981) signalent la présence des substances suivantes :

- Sucres : sorbitol, inositol ;
- Flavonoïdes : C-hétérosides, vitexine, isotexine, orientine, homorientine ;
- Tanins catéchiques ;
- Acide gallique
- Acides organiques : malique, glycérique, glycolique, etc. ;
- Matières minérales : en particulier du nitrate de potassium.

EMPLOIS ET POSOLOGIE

Les préparations de feuilles de kinkéliba ont une excellente action diurétique et cholagogue à laquelle s'ajouterait une action antibiotique (KERHARO, 1974) vis-à-vis du *Staphylococcus aureus*, du *Streptococcus* et de l'*Entamoeba coli*.

L'action diurétique serait liée aux sels de potassium, tandis que les sucres contribueraient à l'action cholagogue ; le mode d'emploi demeure le même, mais la posologie est différente. Fortin et al [41]

II-1-6 Mentha x piperita :

La *Mentha x piperita* (menthe poivrée) est une plante obtenue d'un croisement de la *Mentha aquatica* et de la *Mentha spicata*. Cette plante vivace dont les feuilles mesurent jusqu'à 10 cm est consommée pour ses vertus bienfaisantes sur la santé

Famille : Labiaceae

Constitution

Elle est essentiellement constituée d'huile essentielle de flavonoïdes et d'acides-phénols et de menthol d'où sa puissante senteur. La menthe poivrée de qualité est utilisée dans le domaine pharmaceutique pour ses nombreuses vertus.

Propriétés

La menthe poivrée s'employait déjà du temps des pharaons pour ses effets calmants et anesthésiants. De vieilles traditions la définissent comme ayant des propriétés aromatiques tonifiantes et fortifiantes ainsi que des propriétés digestives. Aujourd'hui, des études cliniques démontrent que la plante possède des qualités antispasmodiques, antibactériennes et anti oxydantes

Domaines d'application

Il a été également démontré que le menthol aide à mieux respirer en cas d'obstruction nasale. La sensation de "froid" stimulée par des thermorécepteurs donne l'impression à l'individu que les sinus sont instantanément dégagés.

Les vertus de la menthe touchent principalement le domaine thérapeutique "traditionnel", elle est prescrite en tisane pour les troubles digestifs, les maux de tête et les migraines.

En inhalation, l'huile essentielle de menthe poivrée a un effet immédiat sur les rhumes et les rhinites saisonnières.

La menthe poivrée peut servir d'huile de massage et agit alors comme un soin protecteur et adoucissant. Elle traite efficacement les crevasses, piqûres d'insectes avec prurit et toutes les démangeaisons cutanées.

Enfin, l'huile essentielle permet de rafraîchir et de soulager les jambes lourdes, un simple massage circulaire deux fois par jour permet de venir à bout de la gêne occasionnée. [42]

II-1-7 Mentha x spicata :

Selon certains botanistes elle serait le résultat d'une hybridation très anciennes entre le *Mentha rotundifolia* et *Mentha longifolia*

Famille : Labiacée

Feuillage : persistant aromatique, vert clair à vert sombre. Sur des tiges tétraogonales des feuilles (8 cm) lancéolées, dentées et très nervurées.

Floraison : fin du printemps à l'automne (de juin à septembre / octobre) parfumées et mellifère. Inflorescence en épi cylindrique dense. Petites fleurs, calice à 5 dents triangulaires, corolle à 4 divisions, longues bractées dépassant la fleur. Graines brunes

Composition chimique

L'huile essentielle de la menthe verte riche surtout en L. carvone (teneur entre 40 et 80 %), l'acétate de dihydrocuminyne (10 à 12 %, ces deux constituants majeurs étant responsables de l'odeur de la plante) et le limonène (5 à 15 %)

Utilisation

La menthe verte sert généralement à la préparation du thé, mais on retrouve son utilisation en phytothérapie, parfumerie et cosmétologie (Baba Aissa, 1999)

De plus, la menthe a de nombreuses vertus médicinales, elle est préconisée comme antispasmodique, aphrodisiaque, analgésique et aromatisante.

Des études pharmacologiques ont démontré que l'huile essentielle est utilisée surtout pour les troubles digestifs (spasmes, inflammations, colites, état nauséux), contre certains parasites

(acnés, dermatite, démangeaisons). Cette huile a la particularité d'être utilisable sur la peau en dilution, pour favoriser la cicatrisation. [43]

II-2 Préparation des échantillons :

La préparation des échantillons présente, pour les méthodes analytiques, les étapes les plus importantes pour des analyses fiables. Il est critique de voir les erreurs qui peuvent intervenir durant le prétraitement de l'échantillon, mais une meilleure précision si bien qu'une plus faible limite de détection peut aussi être appréhendée durant une préparation convenable de l'échantillon. La technique LIBS permet pratiquement l'analyse de toutes sortes d'échantillons très souvent avec un minimum d'effort de préparation de l'échantillon. Cependant, pour les échantillons d'origines géologique ou biologique, les échantillons ont tendance à être hétérogènes ; de ce fait une préparation de l'échantillon est incontournable. La procédure de préparation de l'échantillon doit être rapide et reproductible et doit être exempt de toute contamination.

Une préparation de l'échantillon plus intensive est nécessaire si l'échantillon présente une surface non représentative par rapport à tout l'échantillon, la moyenne de la taille des particules ou bien la distribution de la taille des particules varie selon des endroits de l'échantillon. Une condition très importante est d'avoir la surface plate est nécessaire pour la détection des éléments légers tels que le potassium le phosphore le calcium le chlore etc... Une technique très utilisée est de faire des pastilles. Avant la formation de cette pastille, l'échantillon doit être séché à 80 °C et broyé avec un broyeur de précision pouvant fournir des tailles de particules allant jusqu'à moins de 100 □m de diamètre et éviter que durant la manipulation qu'il ne se fragmente un agent de liaison HWC est ajouté avec une proportion de 1 :10 de la masse de l'échantillon pesée.

II-2-1 Broyage :



Nous avons utilisé un broyeur à billes afin d'obtenir de meilleurs résultats. On place notre échantillon dans un bol en carbure de tungstène avec des billes composées de ce matériau. Puis on place notre bol fermé dans le broyeur réglé à 200 trs/mn pendant 20 mn. Une fois cette étape terminée, on vérifie que notre échantillon n'est plus qu'une poudre bien fine (taille des grains $< 70\mu\text{m}$) et homogène. L'avantage du carbure de tungstène est qu'il ne contamine pas nos échantillons, car nous souhaitons connaître avec précision la présence des éléments dans nos échantillons.

II-2-2 Pastille :

La mise en forme d'une pastille doit être précédée d'une étape de mélange de notre échantillon broyé avec 10% binder (HWC) qu'on appelle agent de liaison. On homogénéise le mélange (échantillon+agent de liaison) en l'agitant manuellement avec le mortier et le pilon de laboratoire. Une fois le mélange terminé, on peut le passer à la pression hydraulique, on le soumet à une pression de 15 tonnes entre deux dices de 30 mm de diamètre. L'échantillon sous forme de pastille est alors réalisé, il est ainsi labellisé et stocké dans un bocal en plastique incassable et prêt pour l'analyse.



II-3 Schémas du Dispositif Expérimental :

Il est composé d'un spectromètre à 7 canaux HR 2000 de la compagnie Ocean Optics, d'un Laser de Big Sky et son alimentation. Un ordinateur connecté au dispositif LIBS avec un logiciel OOLIBS installé dans la machine et un assemblage de fibres optiques. Ce qui est illustré par la figure ci-dessus



FIG : 2.1 Photo du dispositif Expérimental

II-4 Principe de la mesure LIBS :

Un système de déplacement suivant les axes XYZ qui permet de pouvoir balayé la surface de l'échantillon. Un élévateur par vis micrométrique qui permet de positionner la cible suivant la distance focale désirée.

La pointe du faisceau laser est focalisée à l'aide d'un système optique constitué de lentilles de focalisation vers l'échantillon. La lumière laser tombe alors sur un point de la surface de l'échantillon, ce qui correspond une étincelle laser correspondant à la création d'un plasma. Par la suite, la lumière émise par le plasma est envoyée à l'aide d'une collection de lentilles vers le spectromètre via une fibre optique connecté au spectromètre. L'ensemble est piloté par un système de contrôle et un logiciel d'acquisition OOLIBS qui détermine l'intensité reçue en fonction de la longueur d'onde. Le traitement du spectre obtenu permet de reconnaître les raies atomiques qui le composent.

II-5 Techniques Expérimentales :

Dans cette partie nous nous sommes basés sur le protocole LIBS 2500 disponible au labo.



La technique consiste à régler le Scan Type sur spectromètre, puis enregistrer le background après l'avoir chargé. Ensuite réglé le Scan type en single shoot et paramétré le Q-Switch Delay par Tools.

Le Delay c'est le temps qu'on met après la formation du plasma pour l'ouverture des optiques et acquisition. Il dépend de l'échantillon (Sample) (+ou-) : plus le plasma est chaud plus on attend plus longtemps.

Q-Switch Zéro = 155 μ s

Pour ajuster le Q-Switch on clique sur les boutons à gauche et à droite. Chaque valeur est immédiatement suivie d'un tir et d'une visualisation du spectre en temps réel. L'opération doit conduire à l'observation de pics.

La configuration pour l'acquisition des spectres nous avons pris 50 tirs puis on clique sur Scan. Pour la visualisation du spectre on se met à l'échelle avec la touche Scan type on observe le spectre qu'on peut enregistrer. Enfin on peut analyser les éléments détectés en les identifiants d'abord. On ouvre la fenêtre mode puis on clique sur Elément ID et on active analyse. Pour les raies préférentielles (Peack Analyzis), on fait un choix sur les éléments désirés parmi les éléments détectés.

-Choisir les éléments d'intérêts dans " Elément line list "

-En cliquant sur " Add ", l'élément s'affiche dans " line to analyze ".

-En cliquant sur l'élément, ses caractéristiques sont affichées dans 4

Les paramètres de la table " line to analyze " sont affinés en cliquant plusieurs fois sur l'icône " Scan ". En double cliquant sur un élément du tableau " line to analyze " on visualise une bande réduite ou se trouve la longueur d'onde correspondant à l'élément choisi.

L'observation de cette bande permet de retenir les spectres dignes d'intérêts.

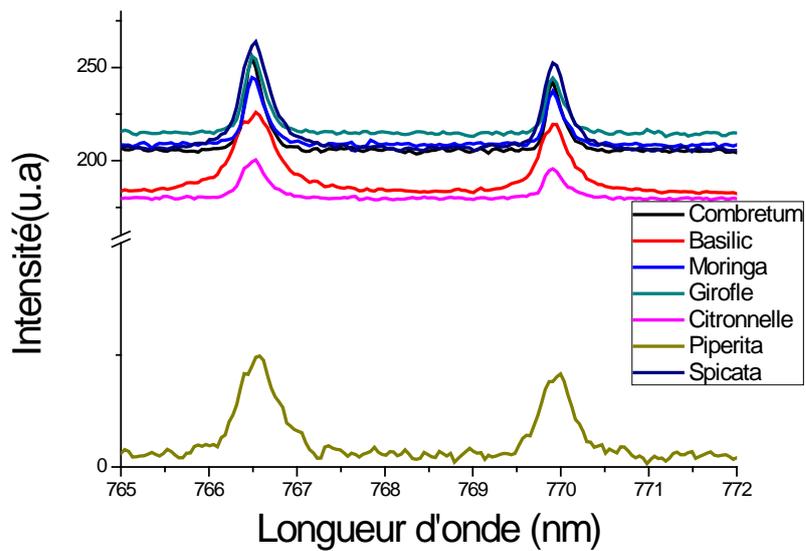


FIG : 2.2 Spectre LIBS de nos échantillons (plantes médicinales) (765-772nm)

Un zoom sur chaque spectre suivi d'un fit lorentzien nous ont donné les spectres suivants

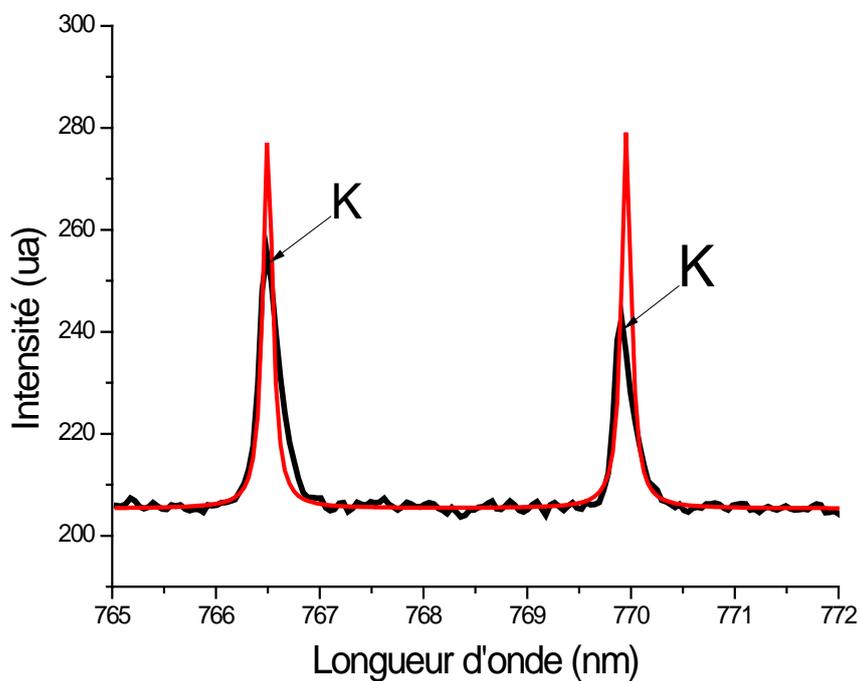


FIG : 2.3 Spectre LIBS du Combretum micranthum (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	12,806692716637	766,51103896104	0,11027648391757	92,660393499568
2	12,806692716637	769,92012987013	0,11027648391757	92,660393499568

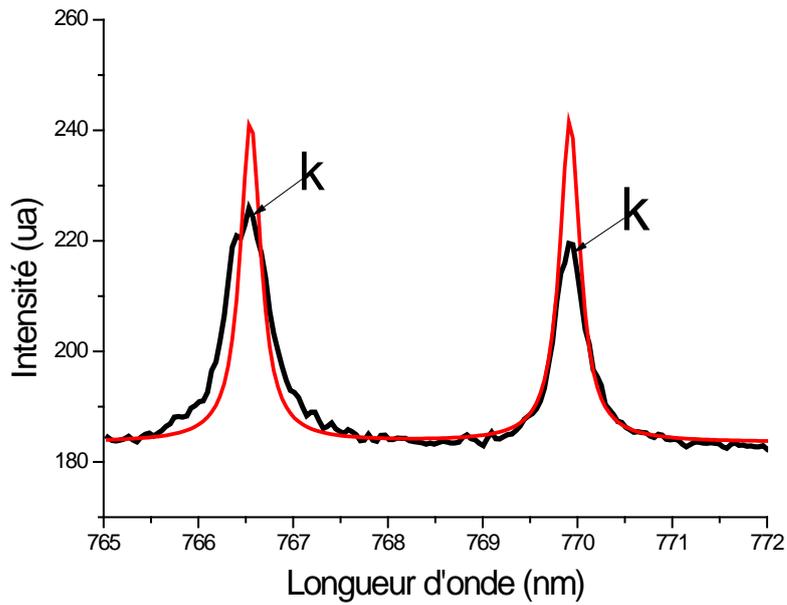


FIG : 2.4 Spectre LIBS du Basilic (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	24,003224577742	766,55	0,2622243557451	73,035939951669
2	24,003224577742	769,92012987013	0,2622243557451	73,035939951669

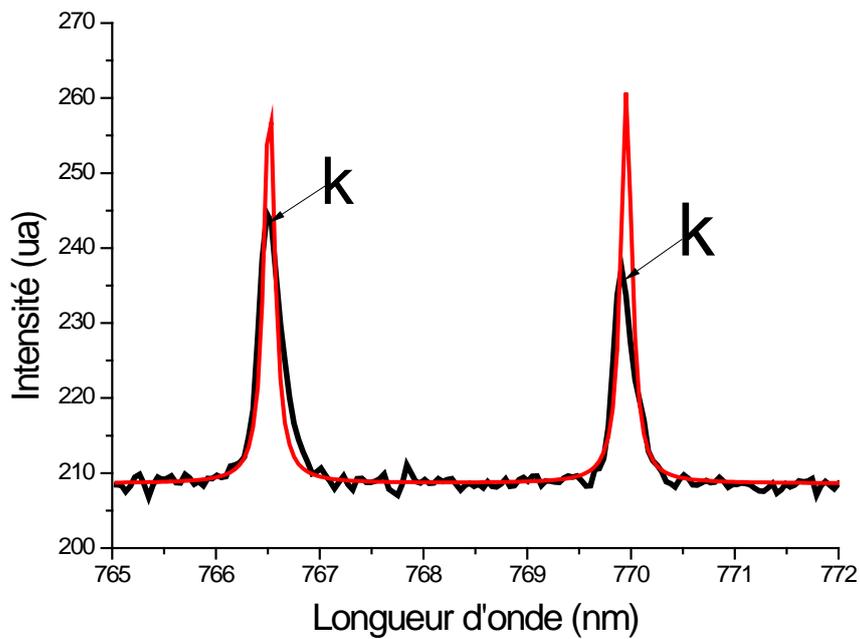


FIG: 2.5 Spectre LIBS Moringa oleifera (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	10,46838946513	766,51493506494	0,1277451165202	65,384623367403
2	10,46838946513	769,95519480519	0,1277451165202	65,384623367403

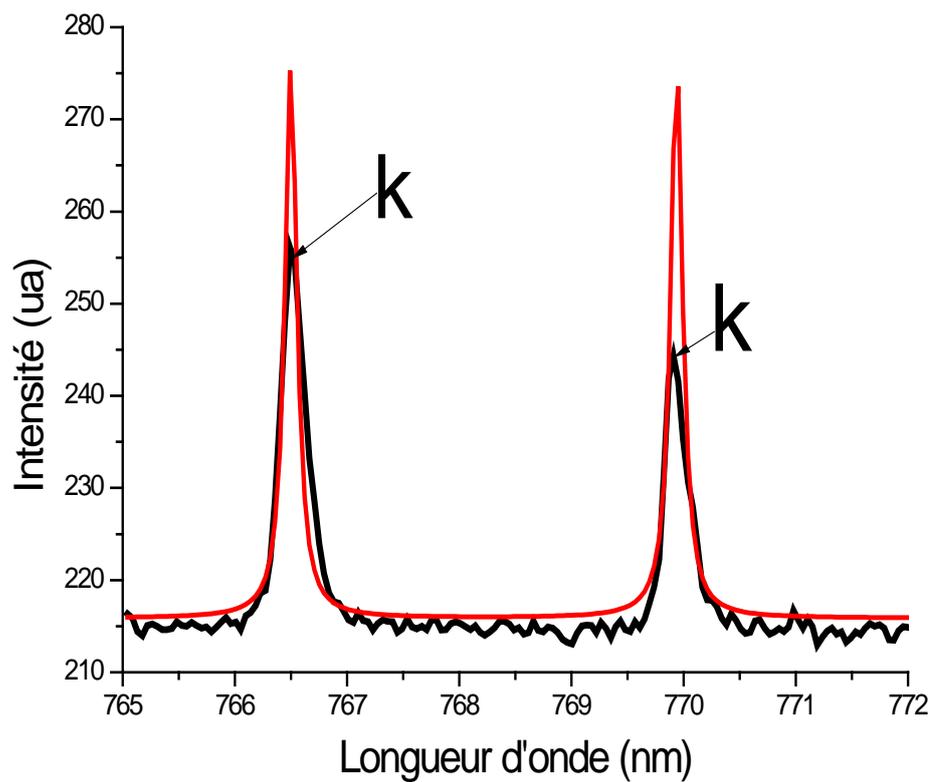


FIG : 2.6 Spectre LIBS du Clou de girofle (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	12,200093031025	766,49935064935	0,12785283287695	76,136489515113
2	12,200093031025	769,93766233766	0,12785283287695	76,136489515113

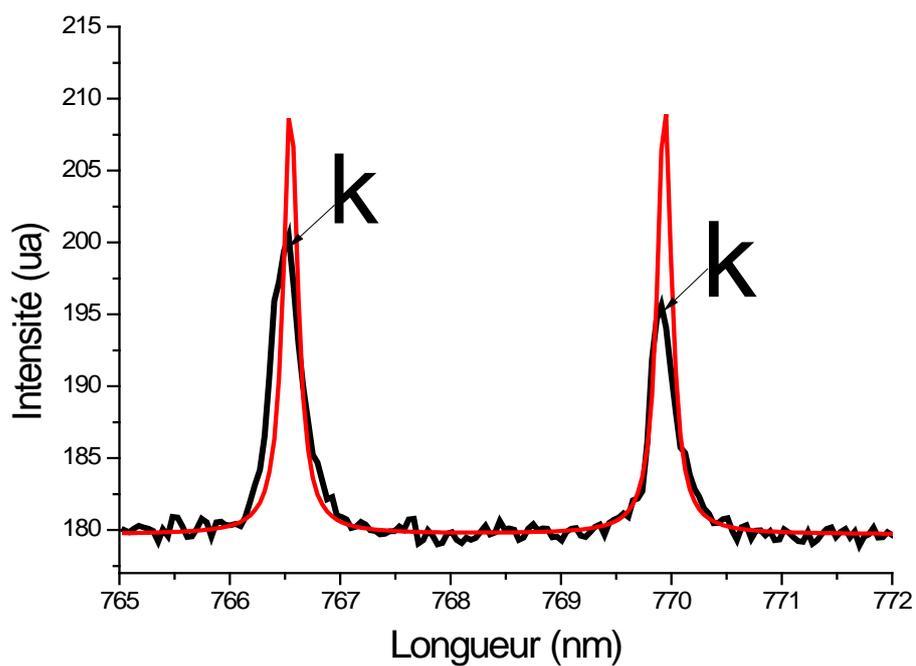


FIG : 2.7 Spectre LIBS du Citronnelle (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	7,3903859812964	766,55	0,15560738321255	37,894569981913
2	7,3903859812964	769,93766233766	0,15560738321255	37,894569981913

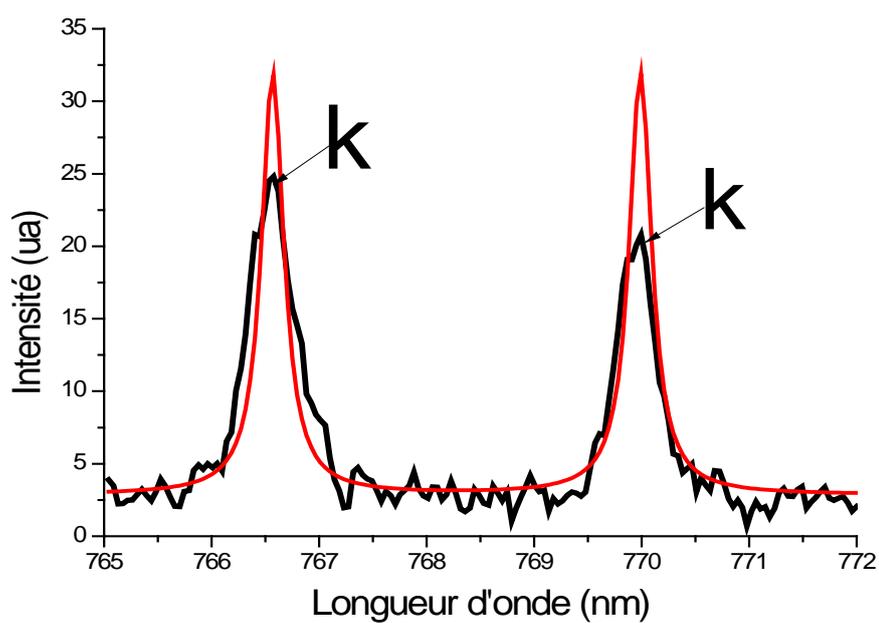


FIG : 2.8 Spectre LIBS du Mentha x piperita (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	11,58647774946	766,56753246753	0,25363612530055	36,448560706506
2	11,58647774946	769,98831168831	0,25363612530055	36,448560706506

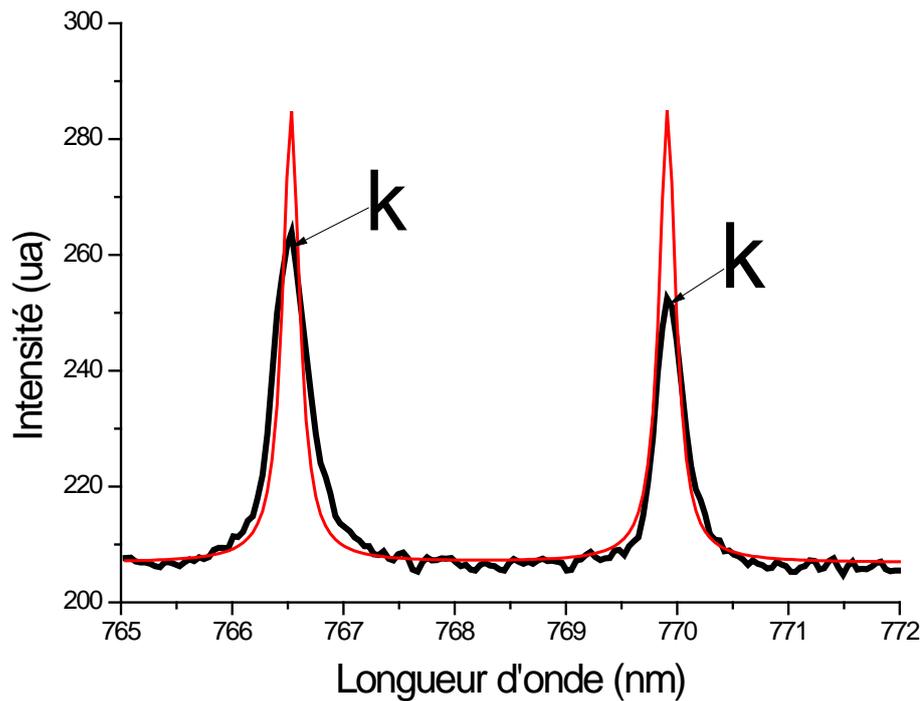


FIG : 2.9 Spectre LIBS du Mentha x spicata (765-772nm)

Pic	Surface	Centre	Largeur	Hauteur
1	22,553299953823	766,55	0,18374926096817	97,931984779131
2	22,553299953823	769,9025974026	0,18374926096817	97,931984779131

L'analyse d'un spectre LIBS comporte deux phases. Une première phase, dite qualitative, qui permet de dresser la liste des éléments chimiques en présence suivie d'une seconde phase, dite quantitative, au cours de laquelle on essaie de remonter aux valeurs des concentrations. Pour la première phase nous nous sommes particulièrement intéressés aux éléments majeurs qui étaient susceptibles de nous apporter des réponses sur nos échantillons (plante médicinale), comme le potassium. Dans tous nos échantillons nous avons du potassium à la même longueur d'onde, donc nous pouvons conclure que le potassium est l'élément caractéristique

de nos échantillons (plante médicinale). Le potassium est un minéral essentiel qui assure plusieurs fonctions vitales dans notre corps. Il joue un rôle majeur dans la transmission nerveuse et la contraction musculaire. Or, si notre corps en a besoin pour fonctionner, il est incapable de le produire seul. C'est pourquoi il lui est impératif de se procurer le potassium par l'entremise de la nourriture. Il faut savoir que pour un élément donné comme le potassium, il n'existe pas qu'un seul pic qui le caractérise. Le nombre de pic dépend de sa forme chimique, en effet il peut être sous une forme atomique, ionisée. Pour nous aider dans cette recherche, nous nous sommes servis de la banque de données NIST. Le sigle NIST signifie <<National Institute of Standards and Technology>>. Cette agence du département de commerce des Etats-Unis fournit par le biais de son site Internet, une banque de données très appréciable pour les utilisateurs de la technique LIBS. Pour la deuxième phase nous voulons utiliser la calibration free c'est-à-dire la courbe sans étalonnage, mais nos résultats ne nous permettent d'utiliser cette méthode.

Conclusion :

L'étude menée dans le cadre de ce travail avait pour objectif d'utiliser la technique de spectroscopie laser telle que la LIBS pour la détection d'éléments minéraux essentiels dans des échantillons biologiques utilisés comme médicaments.

Avec la technique LIBS nous sommes parvenus à faire une étude qualitative des échantillons sous forme de feuilles de plantes. Ces échantillons ont été prélevés dans le jardin de l'institut de technologie Nucléaire et une autre partie des échantillons a été achetée dans le marché. Nous avons pu détecter et identifier à partir des raies d'émission du spectre LIBS quelques éléments minéraux essentiels présents dans nos échantillons tels que le Calcium (Ca), le potassium (K), Zinc (Zn).....Notre étude s'est appesantie sur l'élément potassium qui est un élément présent dans tous les échantillons et en grande intensité.

Ces résultats montrent bien l'importance de telles études vu les nombreux apports nutritifs et/ou thérapeutiques que peuvent présenter les minéraux retrouvés. En perspectives, nous envisageons une étude expérimentale basée sur l'analyse quantitative couplée avec une méthode statistique robuste pour le calcul des concentrations et la validation de méthode appropriée à l'analyse des échantillons biologiques.