

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE
YAOUNDE I



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TEACHERS TRAINING
COLLEGE OF YAOUNDE I

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

**EFFET DE L'ACIDE GIBBERELLIQUE SUR LA
GERMINATION ET DE L'ACIDE SALICYLIQUE
SUR LA TENEUR EN PROTEINES DE
Prunus africana (Hook.f.) Kalkam (*Rosaceae*)**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de professeur de l'Enseignement
Secondaire General Deuxième Grade

(D.I.P.E.S.II)

Par

FAHA NGANTCHOUA Rodrigue Désiré

Licencié ès sciences

Option : Biologie Végétale

Matricule : 05Y056

Sous la direction de

Pr NIEMENAK Nicolas

Maître de Conférences

Année académique 2015/2016



DEDICACES

A mes parents

Feu, M. NGANTCHOUA Rigobert

et

Mme MAKOUGANG Marie Rose

REMERCIEMENTS

L'accomplissement de ce travail n'aurait été possible sans le soutien de plusieurs personnes. Sur ce, je tiens à remercier:

- Pr NIEMENAK Nicolas d'avoir activement accepté d'encadrer ce mémoire en dépit de ses nombreuses occupations ;

- Pr OMOKOLO NDOUMOU Denis d'avoir mis à notre disposition le laboratoire de physiologie végétale (laboratoire associé francophone 314) de l'E.N.S. ;

- Pr SONKE, chef de Département de Biologie et de l'Ecole normale Supérieure de Yaoundé pour ses nombreux plans d'action auxquels j'ai bénéficié ;

- les enseignants du Département des sciences biologiques et du département des sciences de l'éducation de l'E.N.S. pour leur contribution à ma formation ;

- Dr NZWEUNDJI Justine Germe pour le suivi de ce mémoire, le dévouement, les critiques, la compréhension et encouragements apportés à ce travail ;

- Dr DONFAGSITELI Néhémie pour ses conseils fructueux.

- les étudiants en Doctorat du laboratoire de biologie et physiologie végétales (Laboratoire Associé Francophone 314) de l'E.N.S. pour leurs contributions de toutes natures. Je pense à EYAMO Jos, BOUTCHOUANG Rodrigue, NOUMI Christelle, DJABOU Astride, DJEUANI Carole, AKITIO Olive, MANGA et AKOA pour l'ambiance favorable à la recherche qu'ils m'ont apporté ;

- tous mes camarades de la 55^{ème} promotion pour toutes les actions de solidarité qu'ils ont développée à mon endroit. Je pense à NGUIANENG Judith, BOBO Manuela, TCHUINGUEM TAMO Michèle, ABOU'OU MEDJO Raïssa Kelly, SOB Innocent, KANA Myriam Flore et AFANDA ALIMA Calixte Sandrine ;

- mes amis pour leurs suggestions et aides multiformes ;

- mes cousins et cousines, pour leurs soutiens et encouragements ;

- tous ceux dont la réalisation de ce travail a bénéficié de leurs soutiens, et qui n'ont pas pu être cités ici, qu'ils reçoivent toute ma gratitude.

SOMMAIRE

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE.....	iii
RESUME	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	x
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE	3
I.1.Generalité sur <i>Prunus africana</i>	3
I.1.1 Systématique de <i>Prunus africana</i>	3
I.1.2. Distribution géographique	3
I.1.3. Description de <i>prunus africana</i>	6
I.1.4 Production de <i>Prunus africana</i>	8
I.1.5 Importance de <i>Prunus africana</i>	9
I-2 Généralités sur l'acide salicylique	13
I-2-1 Propriétés.....	13
I-2-2 Rôle de l'acide salicylique dans la plante	13
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	16
II-1 Matériel végétal	16
II-2 Préparation des milieux de germination	16
II-4 Préparation du matériel végétal et mise en germination.....	16
II-6 Application des solutions d'acide salicylique et prélèvement	18
II-7 Extraction et dosage des protéines solubles totales	18
II-7-1 Extraction.....	18
II-7-2 Analyse quantitative des protéines totales	19
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	22
III.1 Résultats.....	22
III.1.1 Effet de l'acide gibbérellique sur la germination	22
III.1.2 Effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines.....	25
III-2 Discussion.....	27

CHAPITRE IV : IMPLICATION PEDAGOGIQUE.....	29
IV-1- Aspect didactique.....	29
IV-2- Fiche tabulaire de préparation d'une leçon de Sciences	30
IV-3- Fiche linéaire de préparation d'une leçon de Sciences	36
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	41
BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXES	51
ANNEXES	51

RESUME

Prunus africana (Rosaceae) est une espèce ligneuse endémique d'Afrique exploitée principalement pour son écorce à vertu médicinale. Cette essence est aujourd'hui menacée d'extinction à cause de son exploitation abusive. De plus la germination de cette espèce dans les conditions naturelles est difficile, du fait de l'endocarpe fibreux de la graine. Dans cette expérimentation, il était question d'évaluer l'effet de l'acide gibbérellique (GA3) sur la germination des graines et par ailleurs d'évaluer l'effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines au cours du développement des plantules de *P. africana*. La germination des graines de *P. africana* s'est faite dans des milieux contenant de la GA3 à 0 ; 10 ; 50 ou 100 mM. La GA3 à 10 mM a permis d'obtenir le plus court délai de germination (3 jours). Cette même concentration induit chez les plantules un allongement caulinaire supérieur au témoin (37%). Après transfert sur substrat solide terre/sciure, les plantules traitées par l'acide salicylique ont permis d'observer une importante variation de la teneur en protéines totales en fonction des organes étudiés. Bien que l'évolution de la teneur en ces composés soit similaire dans les racines et les feuilles, on note une baisse significative de ce paramètre après 3 semaines de traitement. Par contre au niveau des tiges, seule l'application d'acide salicylique à 200×10^{-7} M permet une augmentation considérable des teneurs en protéines solubles après 2 semaines. Ceci pourrait signifier le rôle important que joue l'acide salicylique dans les réactions métaboliques nécessitant l'utilisation des molécules protéiques chez les plantes afin de permettre une meilleure adaptation au cours des étapes post-germinatives

Mots clés : *Prunus. africana*, protéines solubles, germination, acide salicylique, acide gibbérellique.

ABSTRACT

Prunus africana (Rosaceae) is an endemic tree species in Africa operated primarily for its bark for medicinal virtue. This species is threatened with extinction because of its abuse. Moreover germination of this specie under natural conditions is difficult, due to the fibrous seed endocarp. In this experiment, the issue was to evaluate the effect of gibberellic acid (GA_3) on seed's germination and also to evaluate the effect of salicylic acid on the protein content during development of the seedlings of *P. africana*. Germination of seeds of *P. africana* has been made in media containing GA_3 (at 0; 10; 50 and 100 mM). GA_3 at 10 mM yielded shorter germination period (3 days). This concentration induces a seedling meristem elongation higher than the control (37%). After transfer onto solid substrate soil / sawdust, seedlings treated with salicylic acid (at 0; 2×10^{-7} ; 20×10^{-7} and 200×10^{-7} M) have observed a significant change in the total protein content according to the organs studied. Although the evolution of the content of these compounds is similar in the roots and leaves, there is a significant decrease in this parameter after 3 weeks of treatment in each organ. At contrary in the shoot, only 200×10^{-7} M salicylic acid allows a significant increase in soluble protein content after 2 weeks compared to the others treatments, according to our results. This could suggest the important role of salicylic acid in metabolic reactions requiring the use of protein molecules in plants to allow better adaptation in the post-germination stages. As only seedlings not previously treated with GA_3 was used to post - germination treatment with salicylic acid we should consider it as favorable for plant development.

Key words: *Prunus africana*; soluble proteins; germination; salicylic acid; gibberellic acid

LISTE DES ABREVIATIONS

- ACNP : American College of Neuropsychopharmacology
- ANAFOR : Agence Nationale d'Appui au développement Forestier
- AS : Acide salicylique
- CIFOR: Center for International Forestry Research
- CINB : Code International de Nomenclature Botanique
- CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora
- FAO : Food and Agriculture Organization
- GA3 : acide gibbérellique
- ICRAF: International Centre for Research in Agroforestry
- MF : Matière fraîche
- PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux
- RDC : république démocratique du Congo
- SNV : Schweizerischen Normen Vereinigung
- UICN : l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Une carte montrant la distribution de <i>Prunus africana</i> en Afrique (Jimu 2011)....	4
Figure 2 : Feuilles de <i>Prunus africana</i> (le 27-11-2015) (trait =1cm).....	7
Figure 3 : Fruits de <i>Prunus africana</i> (le 27-11-2015)(trait =1cm).....	7
Figure 4 : Ecorces de <i>Prunus africana</i> ,(Online 1)	8
Figure 5 : Médicaments issus du principe actif des écorces de <i>P. africana</i> (anonyme 2008).	11
Figure 6 : Fruits et graines de <i>Prunus africana</i> (A= fruits ; B = graines avec les coques ; C= graines décortiquées) (trait = 1cm).....	16
Figure 7 : Protocole d'aseptisation des graines de <i>Prunus africana</i>	17
Figure 8 : Graines de <i>Prunus africana</i> en germination dans un milieu de culture (trait = 1cm)	17
Figure 9 : Echantillons prélevés d'une plantule de <i>Prunus africana</i> germée pendant un mois après 5 semaines dans un substrat terre/sciure de bois (1/1). A=racine ; B=tige ; C=feuille (trait = 1 cm).....	18
Figure 10 : Protocole d'extraction des protéines totales (Lecouteux et <i>al.</i> 1993).....	19
Figure 11 : Aspects des tubes au cours du dosage des extraits protéiques obtenus dans les racines (gauche), dans les tiges (milieu) et dans les feuilles (droite) des plantules de <i>Prunus africana</i> âgées de 6 semaines arrosées à l'eau. (trait = 1cm)	20
Figure 12 : Tailles moyennes des racines de <i>P. africana</i> au cours de la germination dans l'eau simple (témoin) et dans des solutions de GA3 à différentes concentrations, en fonction du temps.....	23
Figure 13 : Tailles moyennes des tiges de <i>P. africana</i> au cours de la germination dans l'eau simple (témoin) et dans des solutions de GA3 à différentes concentrations, en fonction du temps.....	24

Figure 14 : Plantules de <i>Prunus africana</i> après un mois de germination dans la solution d'acide gibbérellique à 10 mM.....	24
Figure 15 : Teneurs en protéines solubles des racines des plantules de <i>P. africana</i> ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert da	25
Figure 16 : Teneurs en protéines solubles des tiges des plantules de <i>P. africana</i> ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert dans.....	26
Figure 17 : Teneurs en protéines solubles des feuilles des plantules de <i>P. africana</i> ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert.....	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Distribution du <i>Prunus africana</i> au Cameroun	5
Tableau 2: Délais et temps moyen de germination en fonction du milieu de germination.	22



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Prunus africana (hook.f. kalkman (Rosaceae) est une espèce d'arbre des montagnes d'Afrique tropicale (Betti *et al.* 2013). Elle pousse dans les forêts afro-montagnardes entre 1500 et 3000 m d'altitude, et sur sol volcanique et sous climat frais d'altitude (anonyme 2015). Tonye *et al.* (2000) révèlent qu'au Cameroun, cette espèce se retrouve dans plus de 80 locations couvrant six des dix régions du pays.

De multiples usages s'attachent à son exploitation. O'Brien (2000) révèle que son bois est utilisé dans la construction des ponts, des chemins de fer. Dans le système de santé traditionnel, les feuilles, les écorces et même les racines sont communément utilisées dans le traitement des maux de ventre, du paludisme et de la fièvre (Cunningham & Mbenkum 1993). Cependant, *Prunus africana* est beaucoup plus réputé pour les vertus curatives des extraits de son écorce, utilisés pour la fabrication de plus de 19 médicaments, vendus par 23 compagnies européennes et américaines pour le traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate (Cunningham *et al.* 2002), ainsi que de nombreux autres troubles de la prostate à l'instar du cancer. Des capsules contenant des extraits d'écorce sont en vente en Europe depuis plus de 30 ans. Ces extraits améliorent de manière significative des symptômes urologiques (Ishani *et al.* 2000; Edgar *et al.* 2007), ayant des effets anti-prolifériques et apoptotiques sur la prostate (Quiles *et al.* 2010).

L'écorce représente la principale source d'extrait pour le traitement de cette maladie (Cunningham & Mbenkum 1993), d'où une demande mondiale de 4000 tonnes par an (Cunningham *et al.* 2002, Jimu 2011) qui se traduit par une augmentation du taux de mortalité de l'espèce due à l'écorçage (Sunderland & Tako 1999).

La domestication, la création des pépinières et plantations à grande échelle (Cunningham et Mbenkum 1993), sont entre autres des techniques visant à maintenir la disponibilité des écorces de *P. africana*. Mais en dépit de ceci la surexploitation n'a cessé de prendre de l'ampleur avec la demande en principe actif qui ne cesse de se ressentir avec une proportion élevée de personnes malades.

La découverte des différentes vertus de l'écorce de *P. africana* et son exploitation qui débute en 1976 par la société commerciale PLANTECAM suscitent l'intérêt des populations locales et de nombreuses autres compagnies d'exploitation. Du fait de sa localisation exclusivement en Afrique et de l'utilisation de ses produits de par le monde, la récolte devient intensive et

entraîne une surexploitation de l'espèce. Au Cameroun, pays exportateur, 50 % à 80 % de la population naturelle de *P. africana* a péri aux Monts Cameroun et Oku respectivement (Parrott & Parrott 1989). Cunningham et Mbenkum (1993) révèlent que *P. africana* n'existe presque plus dans la végétation naturelle de l'Ouest Cameroun. Malgré les mesures prises pour réglementer l'exploitation de cette ligneuse, le taux de mortalité après écorçage continu d'augmenter (Sunderland & Tako 1999). Depuis 2007 *P. africana* est une espèce protégée et l'exportation de son écorce est interdite. La priorité serait de produire des plantules afin de reboiser les sites naturels, permettre la création de nouveaux sites et à la longue la reprise de l'exportation de l'écorce dont la valeur monétaire est estimée à 220 millions de dollars US par an (Cunningham *et al.* 2002). Cependant la germination de cette espèce dans les conditions naturelles est difficile, du fait de l'endocarpe fibreux de la graine. *P. africana* présente une dormance physique (Were & Mujunga 1998) qui la rend récalcitrante à l'imbibition lors du processus de germination. En outre, l'exploitation sélective des individus matures limite la disponibilité en graines, lesquelles perdent leur pouvoir germinatif après 6 mois. Dans le but d'améliorer la régénération et la croissance des plants de *P. africana*, l'effet de l'apport exogène de phytohormone sur la germination et le développement des plantules a été étudié au cours de notre expérimentation.

L'objectif général est d'évaluer l'effet de l'acide gibbérellique sur la germination des graines et l'effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines des plantules de *P. africana*. Pour y arriver il convient spécifiquement :

- d'évaluer l'effet de l'acide gibbérellique sur la germination et la croissance des graines de *P. africana*.
- d'évaluer l'effet de l'application exogène de l'acide salicylique sur la teneur en protéines solubles des différents organes des plantules de *P. africana*.



CHAPITRE I
REVUE DE LA
LITTERATURE

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1.Generalité sur *Prunus africana*

I.1.1 Systématique de *Prunus africana*

Prunus africana est une espèce originaire d'Afrique comme l'indique son épithète spécifique "africana" (Graham 1960). Tandis que le genre *Prunus* se réfère à la forme du fruit des espèces de ce genre, appelé prune ou prunus en romain. La plante a été décrite pour la première fois en 1864 par Hooker, qui lui donna le nom de *Pygeum africanum*. Kalkman(1965) découvre chez cette espèce de nombreuses affinités phylogénétiques avec les espèces du genre *Prunus* et suivant les règles du Code International de Nomenclature Botanique(CINB), décide de la rattacher au sous-genre *Laurocerasus* regroupant les espèces à feuilles persistantes, caractéristique du genre *Prunus* (Avana 2006). Elle présente la classification systématique ci- dessous :

Règne : *Plantae*
Sous-règne : *Tracheobionta*
Division : *Magnoliophyta*
Classe : *Magnoliopsida*
Sous-classe : *Rosidae*
Ordre : *Rosales*
Famille : *Rosaceae*
Genre : *Prunus*
Nom binomial : *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkaman.

I.1.2. Distribution géographique

Prunus africana est une espèce dominante dans les forêts de type afro montagnard où elle pousse entre 900 et 3000 m d'altitude (Dorthe 2003). Elle pousse également dans les forêts de transition entre les basses terres et les régions montagnardes (Cunningham & Mbenkum 1993). Néanmoins les études indiquent sa présence à des altitudes aussi basses que 600 m (Geldenuys 1981, Cunningham & Mbenkum 1993, Achoundong 1995, Mbile *et al.* 2003). Cette répartition est liée à une préférence de *Prunus africana* avec des températures annuelles comprises entre 18 et 26°C et des précipitations moyennes de 2000 mm (Graham 1960). Hall *et al.* (2000) révèlent que cette espèce est présente dans 22 pays africains dont

la plupart se trouve en Afrique orientale. *Prunus africana* est largement distribué et limité aux habitats de forêts de montagne d'Afrique australe, orientale et occidentale (Fig. 1) (White 1983, Stewart 2003a, 2009). En Afrique sud tropicale, on le trouve en Angola, Lesotho, Malawi, Mozambique, Afrique du Sud, Swaziland, Zambie et au Zimbabwe (Betti 2008). En Afrique tropicale Est, on le trouve au Burundi, RDC, 'Ethiopie, Kenya, Rwanda, Soudan, Tanzanie et en Ouganda (Farwig et al. 2007). En Afrique de l'Ouest et centrale, il est présent au Cameroun, en Guinée équatoriale et au Nigeria. Par ailleurs, on le trouve aussi à Madagascar, Sao tomé et principe et au Comores (Dawson et al. 2001;Betti, 2008).



Population de *Prunus africana*

Figure 1 Une carte montrant la distribution de *Prunus africana* en Afrique (Jimu 2011).

Tonye et al. (2000) révèlent qu'au Cameroun, *Prunus africana* se trouve dans plus de 80 locations couvrant six des 10 régions du pays (tableau 1). Il existe une large distribution dans cinq régions, incluant l'adamawa, Ouest, littorale, Sud-ouest, et Nord-ouest (Betti et

Ambara 2013) montrent. Le mont Cameroun est la principale zone de concentration et de production de *Prunus. africana*.

Tableau 1 : Distribution du *Prunus africana* au Cameroun (Avery et al. 2001)

Régions	Départements	Localités
Adamaoua	Mayo-Banyo	Tchabal Mbabo (Gandwa, Niamsounre, Sambo Labo, Mayokelele).
	Faro et Deo	Galim, Tignere.
centre	Mbam et Kim	Mt Ngora, Mt Yangba, Mt Golep.
	Mefou et Akono	Mt Eloundem.
Littoral	Moungo	Mt Muanengouba et Kupe, Barouka, Mt Nlonako (village Barondo).
Nord - Ouest	Bui	Nbiame, Kumbo, Jakiri, Oku, Kom, Kilum Ijim massif, Nvem.
	Boyo	
	Ngoketunjia	Fundong, Njinikom, Belo, Ngene Kigem. Sabga
	Momo	Njikwa, Acha-Tugi, Menka, Oshey, Gouzang, Ngui.
	Mezam	Bafouchu, Medankwe, Santa, Awing, Njong
	Menchum	Kidjiogam, Mbot, Adon. Abizenaku, Abor, Adou
Ouest	Donga Mantung	Furawa, Akweto, Tabenkem.
	Menoua	Santchou, Gwata Malanttoue
	Noun	Malantouem, Bangourain, Kutupit, massif Mbam. Mt
	Bamboutos	Bamboutos, Babadjou.
	Haut Nkam	Mt Bana, Bafang.
	Nde	Bagangte,
Sud - Ouest	Haut Plateau	Balmbo, Bangaloup, Bassmba, Baham, Bapa, Badenkop.
	Fako	Mt Cameroun,
	Meme	Mt Cameroon,
	Kupe Manengouba	Mt Kupe, Mt Manengouba,
	Lebialem	Mt Bamboutos (Bamumbu, Fossimondi, Finaua M mock, Wabane).
Manyu	Akwaya et les environs (Amassi, Mbassa, Tchinnatchom)	

I.1.3. Description de *Prunus africana*

Prunus africana est aujourd'hui communément désigné sous de nombreux noms, à l'instar de merisier d'Afrique (« african cherry »), amandier amer (« bitter almond ») ou bois puant (« red stinkwood »). Cette Rosaceae fait l'objet de nombreuses dénominations vernaculaires en Afrique. En RDC, on l'appelle « ngote », « tshikongokongo », « muhumba – humba » selon les localités (anonyme 2015). Au Cameroun, *P. africana* est localement appelé Kanda stick en Pidgin, Watongo en Bakweri, Almuti en Bamenda et Sebeh en Ffulde (Cunningham & Mbenkum 1993).

A maturité, *Prunus africana* peut atteindre 35 à 40 m de hauteur selon les régions, pour un diamètre compris entre 0,9 et 1,5 m (Palmer & Pitman 1972). Néanmoins, il peut se trouver sous forme d'arbuste ne dépassant guère 5 m de haut sous coulée de larve ou sous certaines altitudes élevées. Le fût est droit et cylindrique, présentant parfois à la base des empattements ou des contreforts (anonyme 2008).

Ses feuilles, simples, sont alternativement disposées (Jimu 2011) et présentent une phyllotaxie spiralée (Fig. 2). C'est un arbre à feuilles persistantes, au bois dur, à écorce fissurée et de couleur brune- foncée (Nsawir & Ingram 2007, Betti 2008) et peut avoir plus ou moins 4 cm d'épaisseur (anonyme 2015). L'écorce se caractérise par un rhytidome fissuré longitudinalement qui s'exfolie en lamelles irrégulières. La tranche tendre et fibreuse, rouge rosée, exsude à partir de la région cambiale un liquide dont l'odeur, caractéristique du genre *Prunus*, rappelle fortement celle du cyanure (O'Brien 2000). Les fleurs sont petites, bisexuées, androgyne de couleur blanche et typiques. Elles sont actinomorphes impliquant une symétrie radiale. *P. africana* présente deux modes de pollinisation : l'autogamie et l'allogamie. Cette pollinisation est essentiellement entomophile. Toute fois l'implication des oiseaux est aussi signalée (Pouakouyou 2000).



Figure 2 : Feuilles de *Prunus africana* (le 27-11-2015) (trait =1cm)

Les fruits de *Prunus africana* (Fig. 3), contenant des graines sont des drupes glabres intensément amères et indéhiscentes de formes transversalement ellipsoïdales et bilobées, avec une dimension de 15x5 à 15x10mm. La couleur de l'épicarpe change avec la maturation, passant du vert foncé au vert pourpre à maturité. Ces fruits sont barochores, mais ils peuvent également être endozoochores avec des graines de même forme que le fruit et pourvues de cotylédons de couleur blanche (Cunningham & Mbenkum 1993).



Figure 3 : Fruits de *Prunus africana* (le 27-11-2015)(trait =1cm).

La reproduction a lieu entre 15 et 20 ans lorsque l'arbre n'est pas exploité (Simons *et al.* 1998). La régénération de *P. africana* est épisodique car limitée par une fructification irrégulière (Tonye *et al.* 2000). Lorsque les feuilles, les brochettes, les fruits et les écorces

sont écrasés, ils émettent une odeur de cerise due aux glycosides cyanogénique qu'ils contiennent (Kalkman 1965, Fraser *et al.* 1996).

I.1.4 Production de *Prunus africana*

La demande sans cesse croissante des produits de *P. africana* la place à une des positions les plus avancées sur le marché des produits forestiers non ligneux (PFNL), d'où son classement sur le marché international des plantes médicinales Africaine (Cunningham *et al.* 1997).



Figure 4 : Ecorces de *Prunus africana*,(Online 1)

La demande mondiale est estimée à plus de 4 000 tonnes par an pour une valeur des produits finis évaluée à 220 millions de dollars américains (Cunningham *et al.* 2002) venant principalement du Cameroun (62%), de Madagascar (20%), de l'Ouganda et de la Guinée équatoriale avec 7% chacun (Jimu 2011). La surexploitation des écorces, la population vieillissante et le taux de prévalence des troubles de la prostate qui est plus de 60% , à côté de l'intérêt que représente les extraits d'écorce de *P. africana*, sont plus que des facteurs qui conditionnent la place qu'occupe cette espèce sur le marché. Surtout que ces extraits sont les constituants de base d'au moins 19 médicaments vendus par 23 compagnies basées premièrement en Europe, mais aussi en Amérique du nord et du sud (Cunningham *et al.* 2002).

L'environnement économique de *Prunus africana* est régi par un certain nombre d'acteurs qui influencent la valeur économique à chaque étape de la filière c'est à dire de la récolte au conditionnement ainsi qu'à l'exportation. Localement, le prix du kilogramme d'écorce va de 25 FCFA en Guinée équatoriale, à 5500 FCFA en Tanzanie. Au Cameroun il est compris

entre 70 et 270 FCFA, soit 4000 à 14000 FCFA sur un seul arbre pour un paysan (Cunningham *et al.* 2000). A l'étranger, notamment au niveau des grandes industries pharmaceutiques européens et américains, fort est de constater que l'extrait issu d'un kilogramme d'écorce rapporte jusqu'à 500 000 FCFA (Cunningham *et al.* 1997), Vockins (2000) et Ndam & Ewusi (2000) révèlent que le plafond au Cameroun se situe à 260 FCFA (\$0.56US/kg) alors que la valeur du même kilogramme sur le marché international atteint \$2 US/kg.

I.1.5 Importance de *Prunus africana*

Prunus africana s'est révélé très important dans de nombreux domaines, notamment dans le domaine médicinal ou non. Dans des usages socio-économiques de son bois, son écorce, ses feuilles et dans une moindre mesure, ses fruits, ses graines et racines.

I.1.5 1 Importance non médicinale

Cette importance est imputable aux propriétés mécaniques et à la résistance de son bois. C'est ainsi qu'en Ouganda, le bois sert à fabriquer des mortiers, pilons et appuis de ruche d'abeille, alors que le tronc est creusé pour servir de bouteille de bière notamment la bière de banane (Cunningham & Mbenkum 1993, Stewart 2003b). En RDC, le bois produit un charbon de qualité pour la population locale (anonyme, 2015). En Afrique du sud, le bois est utilisé pour fabriquer des chariots (Palmer & Pitman 1972) et wagons (Cunningham & Mbenkum 1993). Au Zimbabwe comme ailleurs, il est utilisé comme bois de construction. Au Cameroun, le bois est employé pour produire des armatures de fenêtres et de portes (Stewart 2003b). En outre, son bois sert dans la construction des maisons et est utilisé par les paysans dans la fabrication des manches de houes et aussi comme bois de chauffage (Vivien & Faure 1985).

Les graines de *P. africana* sont importantes pour leur propriété aphrodisiaque (anonyme 2008). *P. africana* est aussi utilisé comme engrais vert en agroforesterie. Les extractions des écorces de *P. africana* sont également utilisées pour tonifier les cheveux et sont de plus en plus utilisées dans la fabrication des produits cosmétiques (Awono *et al.* 2002).

I.1.5 .2 Importance médicinale de *Prunus africana*

I-1.5 .2 .1 Importance en médecine traditionnelle

Prunus africana est plus connu pour ses propriétés médicinales. Traditionnellement, les feuilles, les racines et les écorces sont utilisées comme purgatif pour le bétail, fébrifuge contre les maux d'estomac, infection pulmonaire, et la fièvre (Cunningham & Mbenkum 1993, Ndibi & Kay 1997). Elles sont aussi utilisées contre les maladies homéopathiques, l'asthme, et les troubles urogénitaux (Mahop 1998). Les écorces sont aussi utilisées contre le paludisme (Cunningham & Mbenkum 1993). Par ailleurs, Ndam & Ewusi (2000) rapportent que les écorces de *P. africana*, mélangées à d'autres produits tels que *Trechillia sp* et *Olea capeusis* soignent la syphilis. Au Cameroun, plus de 45 usages en médecine vétérinaire sont rapportés (Stewart 2003b). Une enquête menée au mont Cameroun révèle que *P. africana* occupe la quatrième place parmi les plantes médicinales les plus connues, et collecté par 14% des ménages pour soigner les troubles de la prostate (Jean- Renaud 1991).

I-1.5 .2 .2 Importance en médecine moderne

En médecine moderne, l'importance est quasiment liée aux extraits d'écorces de *P. africana* utilisés pour traiter l'hypertrophie bénigne de la prostate (Bombardelli & Morazzoni 1997, Stewart 2003a). En conséquent de nombreux médicaments en sont fabriqués et mis sur le marché (Fig. 5). En effet ces écorces contiennent des phytostérols (beta-sitostérol et bêta-sistostenone) qui ont des vertus anti-inflammatoires ; des triterpenes pentacycliques (acides ursoliques et oléaniques) ayant des propriétés contre les œdèmes et enfin des esters d'acide férulique (N-docosanol et tétracosanol) qui réduisent le niveau de prolactine et bloquent l'accumulation du cholestérol dans la prostate (Stewart 2003a). L'utilisation de ces extraits en Europe a commencé depuis 1969. Pomatto (2001), révèle que les produits fabriqués à base de *P. africana* et les plus abondant sur le marché sont le Tadénan du Groupe Fournier en France, Pygeum Soft extrait de Extractos, Natra aux Etats-Unis et le Néo Urgénin de Madaus Euromed en Espagne. Par ailleurs nous avons aussi pygenil produit par Indena en Italie (Cunningham *et al.* 2002).



Figure 5 : Médicaments issus du principe actif des écorces de *P. africana* (anonyme 2008).

I.1.6 Problèmes liés à la production de *Prunus africana*

Le bon déroulement du biocycle de *Prunus africana* se heurte à de nombreuses contraintes qui limitent sa productivité.

Des contraintes naturelles : à côté de la biologie de l'espèce non encore bien élucidée, Munjuga *et al.* (2000) révèlent que cette espèce est généralement allogame. La période relativement longue de la floraison, de la fructification (15 – 20 ans) et une brièveté de la durée de réception des stigmates de chaque fleur, ajoutées à la répartition inégale, souvent de faible densité et par classe de dimension de *P. africana* dans la forêt (Ewusi *et al.* 1992), montre qu'il y'a lieu d'être inquiet concernant les effectifs de population réelle et la variabilité de leur reproduction à long terme pour la conservation *in situ*. En effet, La fructification irrégulière intervient 2 à 3 mois après le début de la floraison et survient tous les 2 à 3 ans (Geldenhuis 1981). Ce qui limite la régénération de l'espèce et la rend épisodique (Tonye *et al.* 2000). Par ailleurs, la nature intermédiaire des semences de *P. africana* limite leur conservation *ex situ* (Sunderland & Nkefor, 1997, Jaenicke *et al.* 2000) des attaques parasitaires : les parasites tels que les champignons, les insectes qui contribuent à nuire à la productivité de *Prunus africana*. En effet, les champignons parasites tels que *Colletotrichum gloeosporioides* et *Irene calostroma*, provoquent l'apparition des trous et des taches blanches au niveau des feuilles et des moisissures respectivement (Mwanza *et al.* 1999), tandis que les insectes sont pour la plupart non seulement des coléoptères foreurs qui dégradent le bois, mais aussi des suceurs de sève et des défolieurs (Arap 1988, Blackman & Eastop 1994).

Au Cameroun, la commercialisation de *P. africana* a commencé depuis les années 70 dans la région de l'Ouest. Mais c'est en 1972 que la première compagnie pharmaceutique

française, nommée PLANTECAM MEDICAM s'installe au Cameroun (Awono *et al.* 2002). 11537 tonnes métrique d'écorces ont été traités par cette dernière entre 1986 et 1991 (Cunningham & Mbenkum 1993). Plusieurs compagnies ont pris position au fil des temps, entraînant une surexploitation de ses écorces. Dans certains endroits, certains arbres de *P. africana*, sont écorcés de la racine à la dernière branche, et d'autres sont tout simplement abattus pour maximiser les quantités d'écorces. Ceci a eu non seulement un effet dévastateur sur la population naturelle de l'espèce, mais a aussi augmenté le taux de mortalité et diminué le taux de fécondité de *P. africana* (Parrott & Parrott 1989, Ewusi *et al.* 1992). Par ailleurs on note l'insuffisance dans la gestion, le contrôle et le renforcement par les communautés forestières (Ingram & Nsawir 2007).

I.1.7 Stratégies d'amélioration de la production de *Prunus africana*

Pour sauver *Prunus africana* d'une extinction certaine, plusieurs mesures visant à conserver *in situ* et *ex situ* sont définies et appliquées tant à l'échelle nationale qu'internationale.

Sur le plan international, la surexploitation dévastatrice de l'espèce a conduit à son inclusion dans la liste rouge d'UICN des espèces menacées. Ce qui a eu comme conséquence, son classement dans l'annexe II de CITES en 1995, obligeant ainsi les pays membres de la CITES à produire avant toute exportation, un produit listé en annexe II de cette convention, d'un Avis de Commerce Non Préjudiciable (ACNP). Une autre obligation est que l'organe de gestion CITES doit attester que les volumes ou poids (tonnages) exportés ont été obtenus légalement. Mais souvent il se pose des problèmes de capacités techniques pour mieux assurer le contrôle et le suivi de l'espèce (anonyme 2015). Par ailleurs, depuis 2007, la gestion durable de *P. africana* au Cameroun et en RDC, fait partir des priorités de FAO, SNV, CIFOR et ICRAF (anonyme 2008).

Les études quantitatives visant à examiner les pratiques de conservation de l'espèce sont récentes (Stewart 2001). Ces travaux récents se sont focalisés sur les techniques de domestication (Tchoundjeu *et al.* 2002), les variations génétiques entre les populations (Barker *et al.* 1994, Dawson & Powell 1999; Avana *et al.* 2004; Muchugi *et al.* 2006) et l'inventaire des populations de *P. africana* (Ingram & Nsawir 2007).

Au Cameroun, les mesures prises pour une bonne conservation de *P. africana* suivent un ensemble de processus qui passe par l'inventaire de ladite espèce, la délivrance des permis et quotas d'exploitation. Par ailleurs des efforts sont fournis au niveau des sites de production

à l'instar du mont Oku, pour sensibiliser et familiariser les villageois avec les techniques de multiplication végétative, et des pratiques en matière de pépinière (Stewart 2009). Ces campagnes ont aussi consisté en l'apprentissage des techniques d'exploitation des écorces. En effet pour un pied il est conseillé de ne récolter que les 2/4 des écorces et uniquement sur le tronc tout en évitant de toucher le cambium, une fois tous les 4 à 5 ans, ce qui permet un bon rétablissement de l'individu (Cunningham & Mbenkum 1993). La régénération dont la responsabilité a été confiée depuis 2006 à ANAFOR est une technique les plus en vues. Néanmoins, il apparaît que les seules méthodes de régénération jusqu'ici utilisées sont la multiplication par les graines et par le bouturage. Des essais préliminaires de micropropagation ont été réalisés (Nzweundji *et al.* 2010). Jaenicke *et al.* (2000) révèlent que les meilleurs pourcentages de germination des graines réalisés sont 35 à 50 % et une période de 4 à 12 mois de stockage est nécessaire pour lever la dormance. Quant au bouturage, il montre un taux d'enracinement de 80 % (Tchoundjeu *et al.* 2002), mais la réussite de la transplantation reste faible en champ.

I-2 Généralités sur l'acide salicylique

I-2-1 Propriétés

L'acide salicylique, ou l'acide ortho-hydroxybenzoïque, est un phénol. Même si certains phénols exercent des fonctions primordiales chez les plantes, ils sont considérés comme des composés secondaires. Des chercheurs ont pu déterminer que les propriétés physico-chimiques de l'AS en font un composé quasi idéal pour le transport sur de longues distances dans le phloème (Raskin 1992). En un laps de temps, le composé libre nouvellement synthétisé ou appliqué à la plante est transporté rapidement dans les tissus végétaux (Raskin, 1992, Popova *et al.* 1997). La majorité des familles des végétaux supérieurs produisent de l'AS et on retrouve cette substance dans toutes les parties d'une plante (Popova *et al.* 1997).

I-2-2 Rôle de l'acide salicylique dans la plante

I-2-2-1 Rôle dans la thermogénèse

L'AS produit par les plantes déclencherait, entre autres, la thermogénèse. Une certaine quantité de chaleur est produite chez les plantes lors de la formation des structures reproductives de quelques espèces d'angiospermes des familles Annonaceae, Araceae, Aristolochiaceae, Cyclanthaceae, Nymphaeaceae et Palmeae (Lamarck 1778 cité dans Raskin 1992). La thermogénèse résulterait d'une augmentation importante du transport

d'électrons dans une voie métabolique unique aux mitochondries des plantes comme par exemple chez *Arum lilies* (Raskin, 1992). Cette chaleur aiderait à disperser les amines odorantes et les indoles attractives pour les insectes pollinisateurs (Smith *et al.* 1966 cité dans Raskin, 1992). Des analyses biochimiques montrent une augmentation importante de l'AS en lien avec l'accroissement de la température (Popova *et al.* 1997). Même si la thermogenèse est connue depuis longtemps, les mécanismes et l'élément calorigène n'ont été démontrés qu'après des dosages très sensibles de Raskin (1992).

I-2-2-2 Rôle dans la floraison

On a par la suite découvert que l'AS était nécessaire lors de la floraison et de la formation des bourgeons chez des cultures de cellules de tabac (Eberhard *et al.* 1989, cité dans Popova *et al.* 1997). L'effet de l'AS sur l'efflorescence a été ensuite démontré chez plusieurs autres espèces de plantes, mais l'AS n'est pas spécifique et il engage la floraison en combinaison avec d'autres facteurs, les gibbérellines par exemple.

I-2-2-3 Rôle dans la résistance aux pathogènes

L'effet le plus important de l'AS rapporté à de nombreuses occasions dans la littérature est l'induction de la résistance systémique acquise (RSA). La première mention de l'acide salicylique comme inducteur de cette résistance est celle de White en 1979 (cité dans Sticher *et al.* 1997). White travaillait avec le tabac et il a démontré qu'une application exogène d'acide salicylique menait à l'accumulation des protéines reliées à la résistance et réduisait ainsi considérablement l'ampleur des dégâts causés par le virus de la mosaïque. Les observations de White ont été par la suite confirmées dans plusieurs autres systèmes et de nombreux agents pathogènes différents (Sticher *et al.* 1997). Néanmoins, ce n'est qu'en 1983 (van Loon 1983) que le lien entre l'AS et la résistance systémique acquise a été envisagé. De nombreuses publications viennent renforcer l'évidence du rôle central de l'AS dans la RSA. Des dosages de l'AS endogène près et loin d'une application du virus de la mosaïque à des plants de tabac sains montraient une nette augmentation des PR (protéines reliées à la pathogenèse). Il a aussi été rapporté que l'acide salicylique augmentait dans le phloème de plants de concombre infectés avant même le début de la RSA (Métraux 2002, Métraux *et al.* 1990). Dans des plants de tabac transformés exprimant des niveaux très bas de AS, la RSA est bloquée. L'utilisation de ces mutants a permis de déterminer que malgré le rôle central de l'AS dans la RSA, un autre signal serait transloqué vers les feuilles supérieures et induirait

une résistance (Vernooij *et al.* 1994). Une augmentation soudaine du pouvoir oxydant serait aussi liée à la présence de l'AS. En effet, il a été démontré que l'AS bloquerait, en s'y liant, une catalase supposée décomposer H₂O₂ en eau et en oxygène. Ce surplus de peroxyde est perçu comme étant le signal mobile permettant de transmettre la résistance aux différentes parties de la plante (Chen *et al.* 1995; Neuenschwander *et al.* 1995). Cependant, un son de cloche différent fut rapporté dans une étude démontrant que l'AS et le peroxyde d'hydrogène ne semblent pas toujours nécessaires pour déclencher les processus menant à la RSA (Hunt *et al.* 1996).

I-2-2-4 Autres rôles de l'acide salicylique

Macri *et al.* (1986) ont aussi découvert que l'AS causerait l'interruption du potentiel électrochimique transmembranaire des mitochondries et le gradient de protons ATP-dépendant de certaines vésicules associées au réticulum endoplasmique. L'AS aurait aussi une fonction allélopathique lors de son relâchement dans la rhizosphère en inhibant la croissance des plantes environnantes (Raskin 1992).

La biosynthèse de l'éthylène peut être inhibée par l'AS. En effet, des études *in vitro* sur des disques de pomme et des cultures de cellules de poire ont montré que la conversion de l'acide 1-aminocyclopropane-1-carboxylique en éthylène serait fortement compromise à certains pH et concentrations d'AS (Leslie & Romani 1986). Les concentrations en AS utilisées dans cette étude étaient comparables à celles produites dans certains tissus des plantes. L'effet de l'AS sur l'éthylène est réversible (Leslie & Romani 1986)



CHAPITRE II

MATERIEL ET
METHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de graines prélevées sur des arbres de *P. africana* situés dans la localité d'Oku dans la région du Sud-Ouest Cameroun. La récolte s'est faite en Janvier 2016 après une succession de pluies. Après récolte les graines (figure 6) sont transportées et conservées à 4 °C au laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé 1 pendant sept jours avant leur utilisation.



Figure 6 : Fruits et graines de *Prunus africana* (A= fruits ; B = graines avec les coques ; C= graines décortiquées) (trait = 1cm)

II-2 Préparation des milieux de germination

Le milieu de germination est composé d'une solution d'acide gibbérellique (GA3) à différentes concentrations. 4 milieux de germination contenant la GA3 à des concentrations de 0 ; 10 ; 50 et 100 mM ont été préparés au cours de notre expérimentation. Une masse de GA3 est pesée dans chaque cas et dissoute dans 0,5 ml d'éthanol à 90%, puis l'eau distillée est utilisée pour ajuster le mélange dans une fiole jaugée qsp pour 100 mL.

II-4 Préparation du matériel végétal et mise en germination

Les graines sont déulpées, décortiquées et rincées à l'eau courante. Puis, elles sont désinfectées à l'hypochlorite de calcium à 5% (v/v) pendant 30 minutes suivi d'un rinçage à l'eau désionisée pendant 15 min (Fig.7) : Ainsi 740 graines désinfectées sont uniformément réparties à l'ensemble des 04 milieux de germination (0 ; 10 ; 50 et 100 mM de GA3) à raison de 10 graines par boîtes, et 5 boîtes par milieu de germination. Le tout dans un bloc complet randomisé. La taille des racines a été mesurée après 14 jours sur milieu de germination.

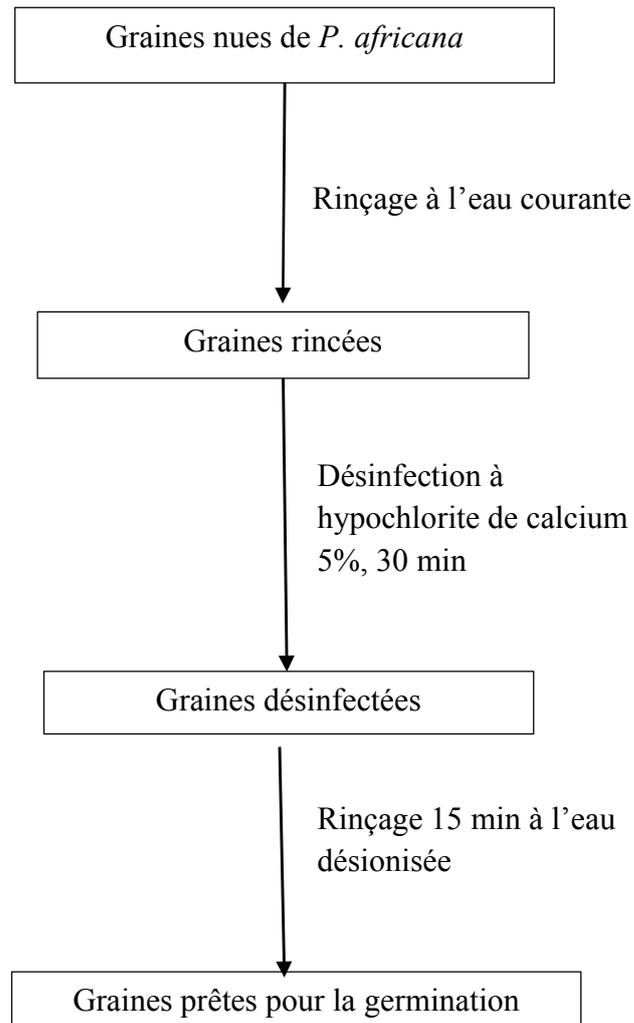


Figure 7 : Protocole d'aseptisation des graines de *Prunus africana*



Figure 8 : Graines de *Prunus africana* en germination dans un milieu de culture (trait = 1cm)

II-6 Application des solutions d'acide salicylique et prélèvement

Les meilleures plantules obtenues après un mois de germination sont transférés délicatement dans des bacs contenant un mélange de terre et de sciure de bois en décomposition (1/1). L'acclimatation s'est faite en arrosant avec de l'eau de robinet pendant deux semaines. Les plantes vigoureuses ont ainsi reçues des applications de solutions d'acide salicylique en fonction des du type de traitement (0 ; 2×10^{-7} ; 20×10^{-7} ou 200×10^{-7} M.)

Les échantillons de racines, de tige, et de feuille, sont prélevés et conservés au frais (4 °C) pour chaque traitement après une, deux, trois ou quatre semaines d'application (figure 9).



Figure 9 : Echantillons prélevés d'une plantule de *Prunus africana* germée pendant un mois après 5 semaines dans un substrat terre/sciure de bois (1/1). A=racine ; B=tige ; C=feuille (trait = 1 cm).

II-7 Extraction et dosage des protéines solubles totales

II-7-1 Extraction

Les protéines totales solubles ont été extraites suivant la méthode décrite par Lecouteux *et al.* (1993) avec quelques modifications. Le matériel végétal (0,25 g de feuilles, tiges ou racines) est broyé dans 2 mL de tampon phosphate (Sørensen) pH 6,4 après ajout de 0,125 g de PVP (poly (vinylpolypyrrolidone)). Après 20 min d'incubation à 4 °C, l'ensemble du mélange est centrifugé à 4500 g pendant 20 min. Le surnageant constitue l'extrait brute de protéines solubles. Il est récupéré dans des tubes Eppendorff et conservé à -20 °C (Figure 10).

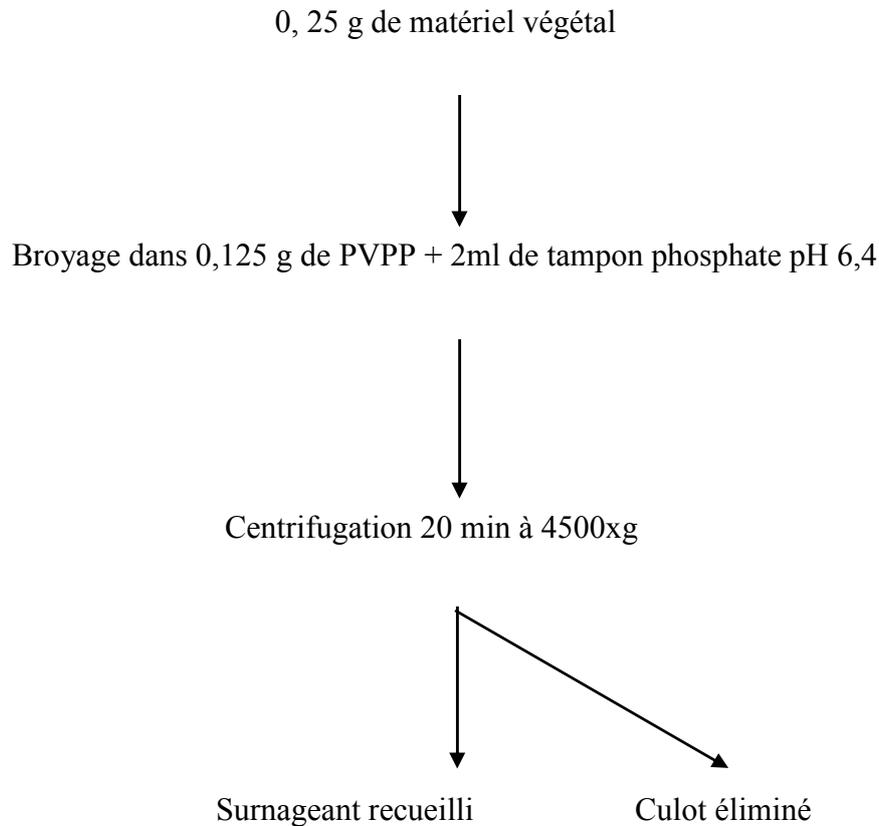


Figure 10 : Protocole d'extraction des protéines totales (Lecouteux *et al.* 1993)

II-7-2 Analyse quantitative des protéines totales

Le dosage des protéines totales a été fait suivant la méthode de Bradford (1976).

Il s'agit d'une méthode colorimétrique basé sur la variation de l'absorbance du bleu de Coomassie G 250, dans lequel, en milieu acide, la forme leuco (brun-orange) est convertie en forme bleu qui se lie aux groupements NH_3^+ des protéines. La fixation du colorant aux protéines stabilise la forme anionique (bleu). L'augmentation de l'absorbance à 595 nm est proportionnelle à la quantité de colorant lié, et à la quantité (concentration) de protéines présentes dans l'échantillon.

Dans chaque tube, 2 ml du réactif de Bradford sont additionnés à 50 μl d'extrait protéique et 185 μl de tampon phosphate. L'ensemble est laissé au repos pendant 2 mn, puis l'intensité du complexe coloré bleu est lue au spectrophotomètre à 595 nm contre un blanc dans lequel

l'extrait protéique est remplacé par le tampon d'extraction. La droite d'étalonnage obtenue dans les mêmes conditions a permis de convertir la densité optique en quantité de protéine. Le sérum albumine bovine (BSA) pure variant de 0,5 à 60 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ a été utilisé comme protéine de référence (Annexe IV). La teneur est exprimée en $\mu\text{g}/\text{g}$ de matière fraîche.

$$\text{Quantité} = \frac{\Delta\text{DO}_x \times V_{\text{tampon}}}{a \times V_{\text{extrait}} \times \text{PF}}$$

a: coefficient directeur de la droite d'étalonnage ;

V_{tampon} : Volume d'alcool en ml ;

V_{extrait} : Volume d'extrait en μl ;

PF. Poids frais du matériel végétal utilisé en g ;

ΔDO_x . Variation de la densité optique.

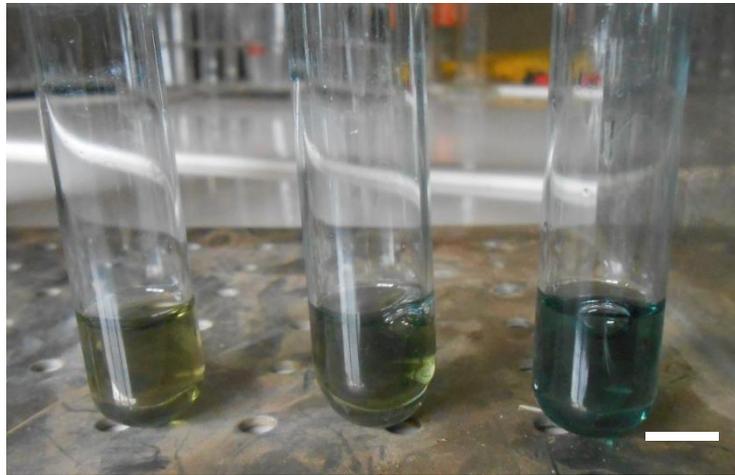
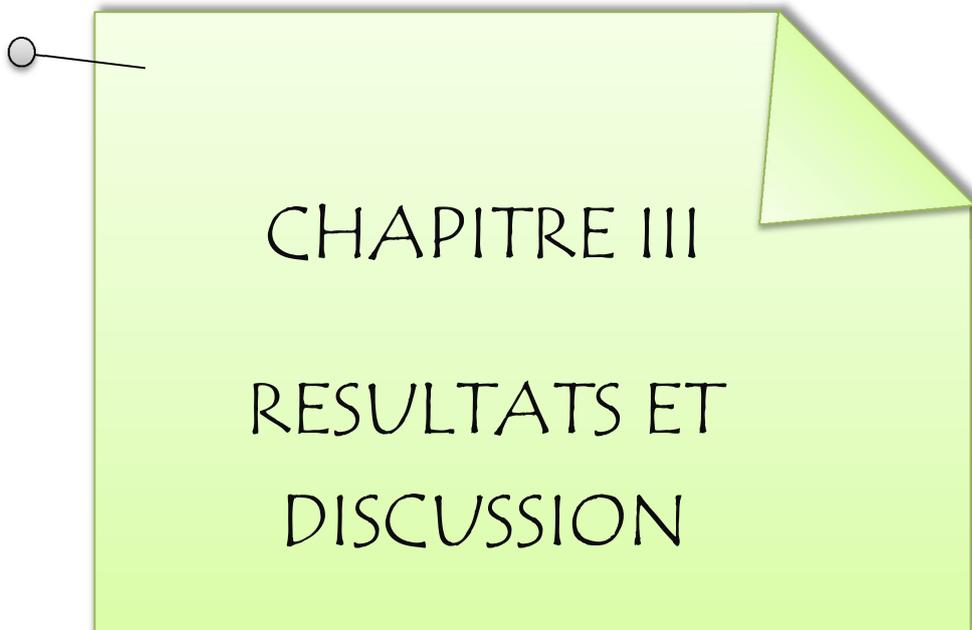


Figure 11 : Aspects des tubes au cours du dosage des extraits protéiques obtenus dans les racines (gauche), dans les tiges (milieu) et dans les feuilles (droite) des plantules de *Prunus africana* âgées de 6 semaines arrosées à l'eau (trait = 1cm).

II-8 Analyses statistiques

Les écarts types sont calculés et les graphes sont tracés à l'aide du tableur Microsoft Office Excel 2013.

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de figures.



CHAPITRE III

RESULTATS ET

DISCUSSION

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

III.1.1 Effet de l'acide gibbérellique sur la germination

III.1.1.1 Effet de l'acide gibbérellique sur le délai de germination des graines

Le délai de germination qui représente le jour correspondant à la germination de la première graine est présenté dans le tableau 2. Ainsi le traitement 10 mM montre un délai de germination plus court (3 jours), tandis que pour les traitements 50 et 100 mM, ce délai est relativement plus long (7 jours).

Les temps moyens de germination obtenus en calculant la moyenne des délais de germination par traitement varie de 11 à 18 jours. Le traitement à 10 mM présente un temps moyen plus court (11 jours), tandis les traitements de GA3 à 50 et 100 mM ont des temps moyens de germination plus longs, 15 et 18 jours respectivement. Le milieu témoin (eau) présente un temps moyen de germination de 13 jours.

Tableau 2 : Délais et temps moyen de germination en fonction du milieu de germination.

Paramètres Milieu de germination	Délai de germination	Temps moyen de germination
Eau	4 jours	13 jours
GA3 à 10 mM	3 jours	11 jours
GA3 à 50 mM	7 jours	15 jours
GA3 à 100 mM	7 jours	18 jours

III.1.1.2 Effet de l'acide gibbérellique sur la croissance de la racine

L'application de l'acide gibbérellique sur les graines de *P. africana* a montré un effet positif sur le développement et la croissance des racines au cours de notre expérimentation (figure 12). En effet, la GA3 à 100 mM a permis une meilleure augmentation de la longueur des racines (1,93cm après 20 jours) comparé aux milieux de 0 mM (témoin), 50 mM et 10 mM (1,03 ; 1,2 et 0,54 cm, respectivement). Cette augmentation est 2 fois plus grande que celle observée dans le milieu témoin et 6 fois plus grande que celle observée dans le milieu 10 mM.

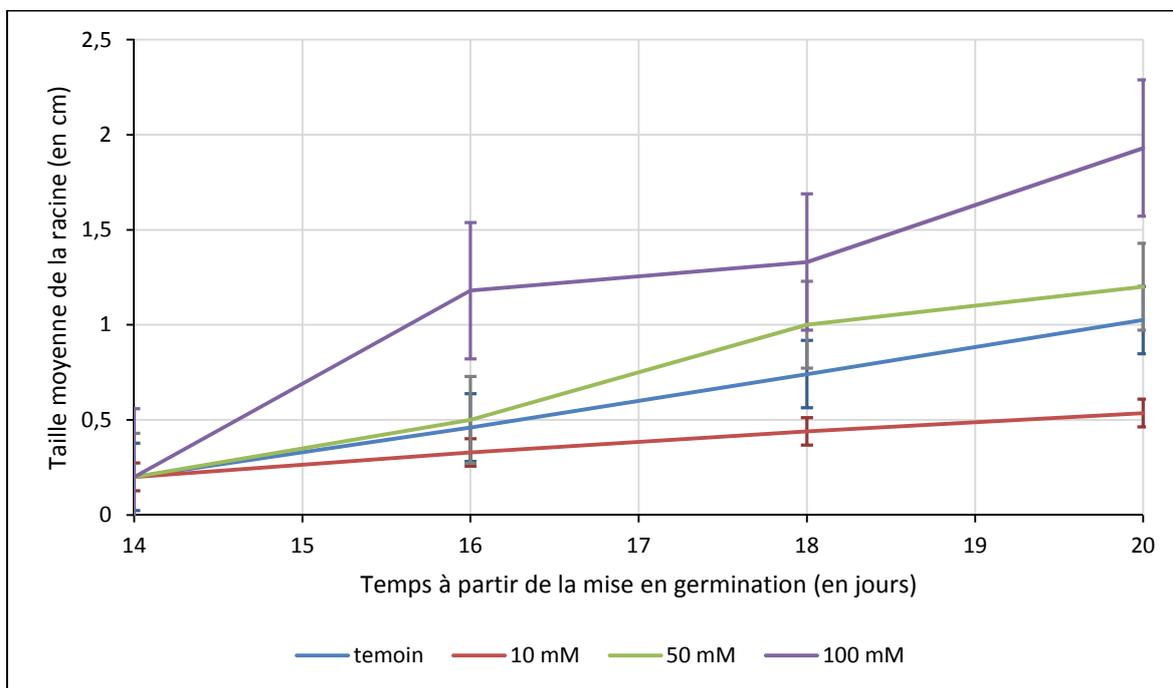


Figure 12 : Tailles moyennes des racines de *P. africana* au cours de la germination dans l'eau simple (témoin) et dans des solutions de GA3 à différentes concentrations, en fonction du temps

III.1.1.2 Effet de l'acide gibbérellique sur la croissance de la tige

Les résultats montrant l'effet de l'acide gibbérellique sur l'allongement de la tige des plantules de *P. africana* sont présentés dans la figure 13. D'une manière générale tous les traitements induisent une augmentation de la longueur de la tige pendant la germination. Le témoin ainsi que le traitement à 10 mM (figure 14) permettent une croissance plus rapide soit une augmentation de 3,5 et 4,78 cm respectivement. Ces allongements sont linéaires. D'autre part les traitements 50 et 100 mM induisent un faible accroissement en longueur inférieur à 2 cm.

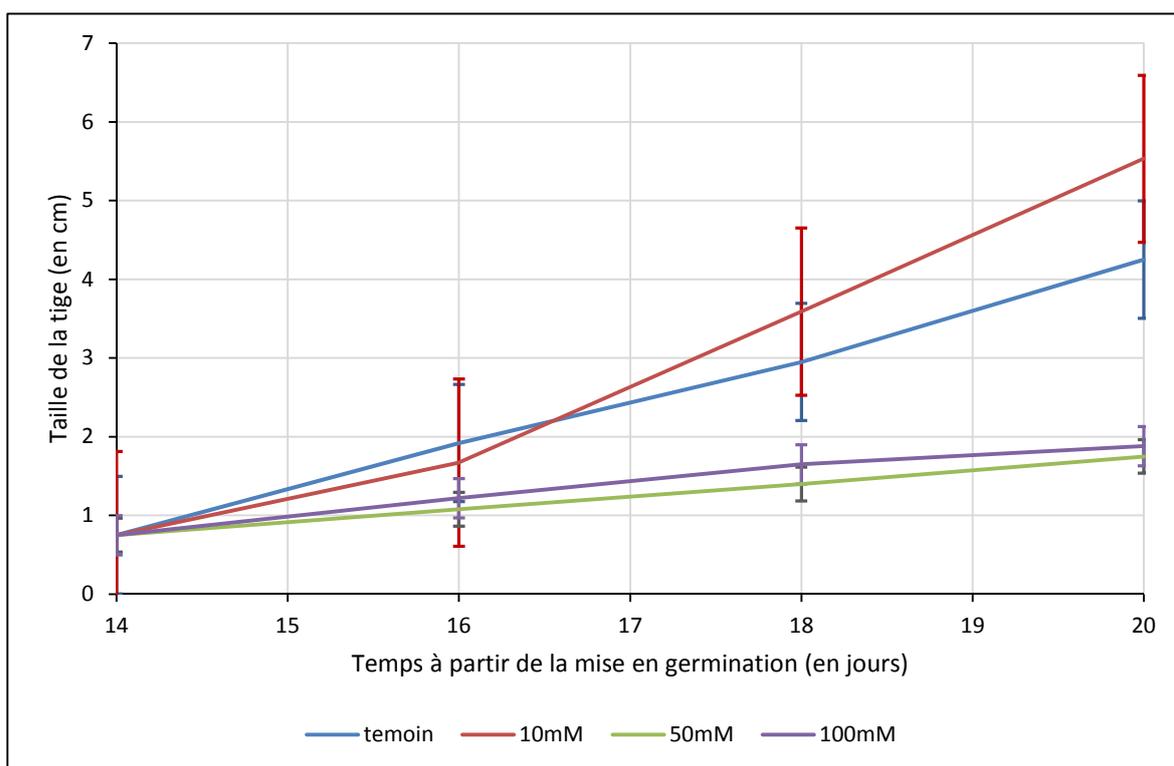


Figure 13 : Tailles moyennes des tiges de *P. africana* au cours de la germination dans l'eau simple (témoin) et dans des solutions de GA3 à différentes concentrations, en fonction du temps



Figure 14 : Plantules de *Prunus africana* après un mois de germination dans la solution d'acide gibbérellique à 10 mM.

III.1.2 Effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines

III.1.2.1 Effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines dans les racines

La variation de la teneur en protéines dans les racines suite à l'application foliaire de l'acide salicylique sur les plantules de *P. africana* est présentée dans la figure 15. Excepté le traitement 200×10^{-7} M où on n'observe pas de variation en protéines totales, dans le reste de traitement il y a une évolution presque identique de la teneur en protéines solubles dans les racines. Dans ces derniers, une augmentation est observée durant les deux premières semaines et il s'en suit une baisse puis une relative stabilité.

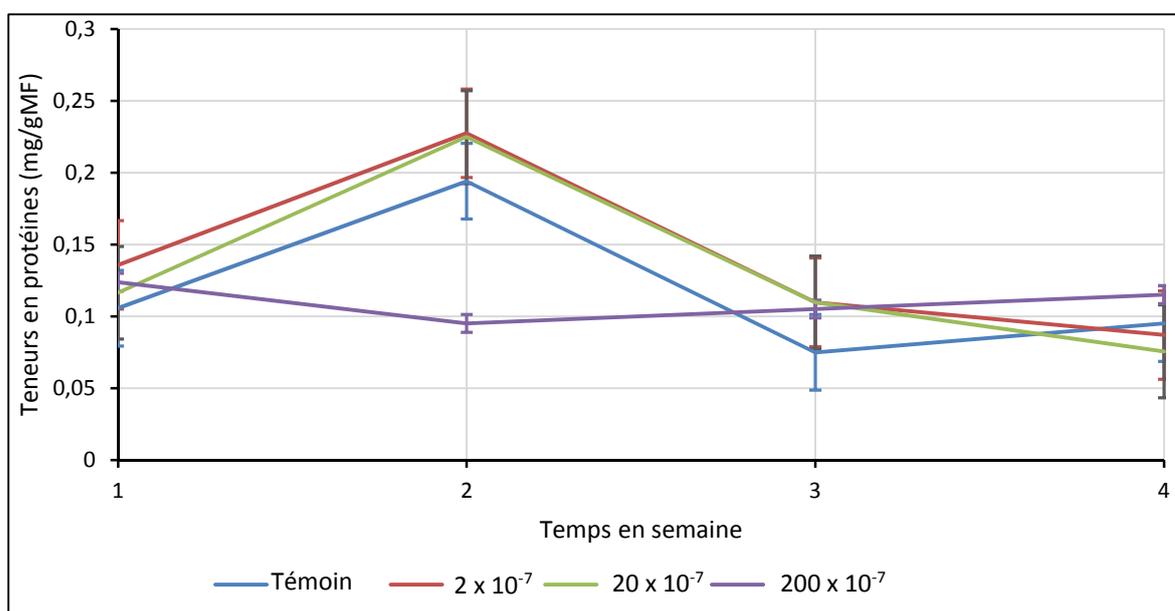


Figure 15 : Teneurs en protéines solubles des racines des plantules de *P. africana* ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert dans le substrat terre/sciure (1/1)

III.1.2.2 Effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines dans les tiges

L'évolution des teneurs en protéines dans les tiges, liée à l'application foliaire de l'acide salicylique sur les plantules de *P. africana* est présentée dans la figure 16. Excepté le traitement 200×10^{-7} , qui présente une accumulation très importante des protéines (2 fois supérieur au témoin) à la deuxième semaine de traitement, tous les autres traitements ne présentent pas de différences avec le témoin dont la teneur en protéines varie faiblement au cours du temps. Cependant le traitement 200×10^{-7} M induit une plus forte baisse d'accumulation de protéines dans la tige entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine.

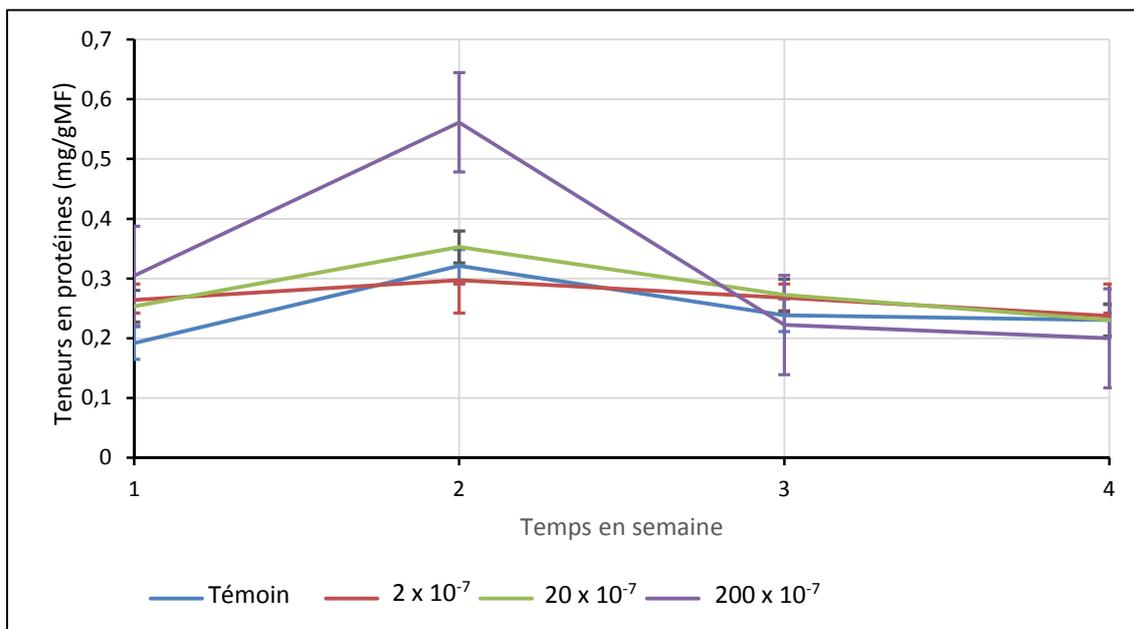


Figure 16 : Teneurs en protéines solubles des tiges des plantules de *P. africana* ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert dans le substrat terre/sciure (1/1)

III.1.2.3 Effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines dans les feuilles

La teneur en protéines solubles des feuilles est illustrée par les courbes de la figure 17. La teneur en protéines foliaires baisse en fonction du temps dans tous les traitements. Le traitement 200×10^{-7} M provoque une diminution plus prononcée (37%) entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine. Le témoin induit une légère augmentation de 11% entre les deux dernières semaines tandis que le traitement 2×10^{-7} M présente une diminution d'environ 20%. Les traitements 20×10^{-7} et 200×10^{-7} M quant à eux, ne présentent pas de variation au cours de ces deux dernières semaines.

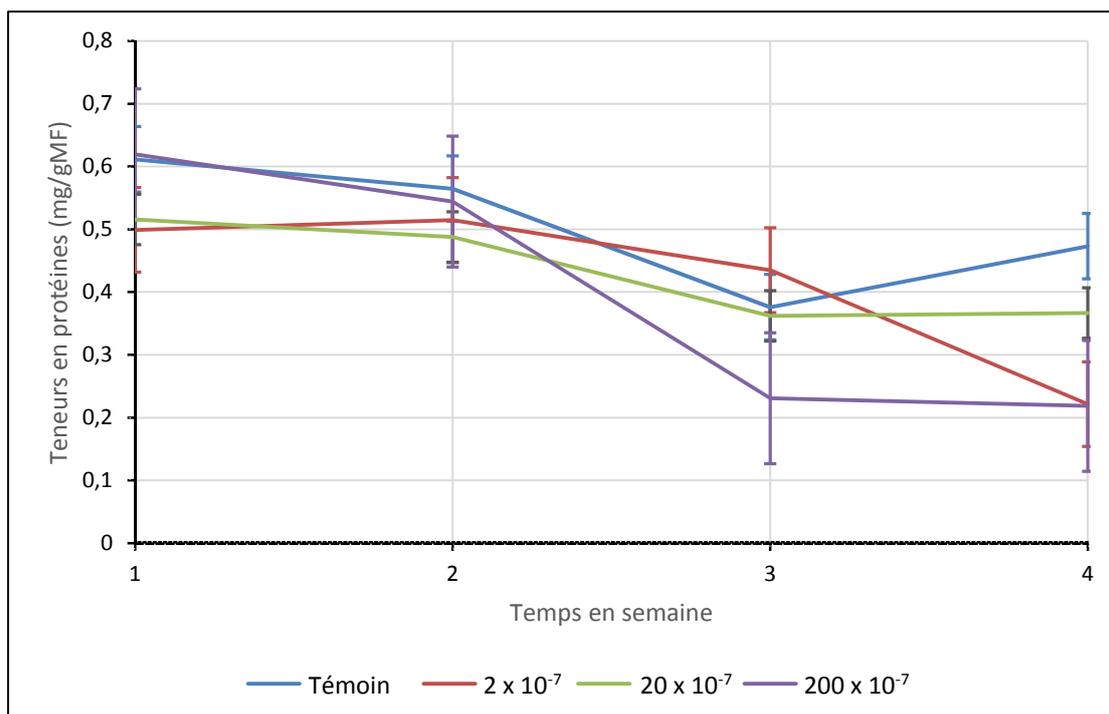


Figure 17 : Teneurs en protéines solubles des feuilles des plantules de *P. africana* ayant reçu des apports exogènes d'acide salicylique à différentes concentrations et de l'eau (témoin), évaluées à différentes périodes à partir de la date de leur transfert dans le substrat terre/sciure (1/1)

III-2 Discussion

Dans cette étude, il était question d'évaluer l'effet de l'acide gibbérellique sur la germination des graines de *P. africana* ainsi que l'effet de l'acide salicylique sur la teneur en protéines des plantules issues de la germination.

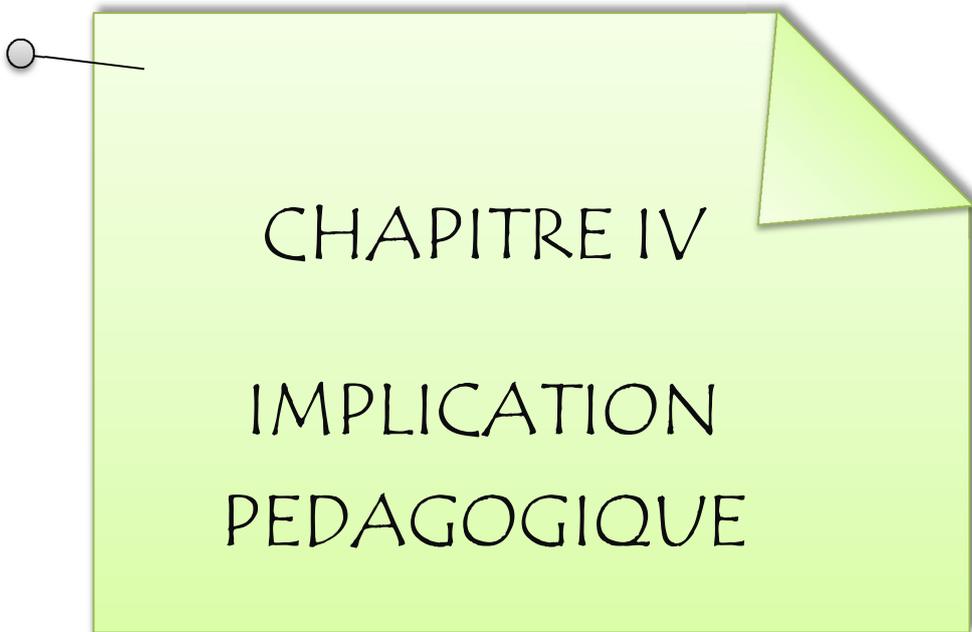
P. africana étant classé comme une espèce intermédiaire récalcitrante, la germination des graines décortiquées nous a permis d'établir un temps de latence ainsi que la vérification de l'origine mécanique ou physiologique de la récalcitrance. L'expérimentation a montré que les faibles concentrations de GA3 induisent une germination rapide comparée au témoin (1 jour de moins). Ce temps de latence des graines décortiquées est similaire à celui observé chez le haricot. Ainsi la résistance chez *P. africana* serait mécanique car la graine de cette espèce serait protégée par une coque très lignifiée (Sunderland & Nkefor 1997, Were & Mujunga 1998). Les concentrations élevées retarderaient la germination. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Lepengue *et al.* (2012), qui montrent qu'au-delà de 10⁻² M, la GA3 retarderait la germination chez *Hibiscus sabdariffa*. Le temps moyen de germination

suffisamment long chez *P. africana* serait dû à des mécanismes physiologiques dont la description demeure inconnue.

Les résultats de notre expérimentation montrent qu'après la germination, la concentration en GA3 de 10 mM permet d'obtenir une meilleure croissance des tiges : soit une augmentation de 37% comparée au témoin. L'acide gibbérellique est un stimulateur de croissance (Bouillenne *et al.* 1964, Swain 1997, Lepengue *et al.* 2012). Ses effets sur le développement de certaines plantes telles que la tomate (Groot *et al.* 1987), le pois (Swain *et al.* 1997) et le coton (Gokani & Thaker 2002) sont irrécusables. Récemment, les travaux de Lepengue *et al.* (2012) sur la Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) ont montré que la GA3 est efficace aux faibles concentrations ($\leq 10^{-2}$ M). Au-delà de celle-ci, elle provoque une baisse de la croissance. Nos résultats sont en accord avec ces observations, car les concentrations 50 et 100 mM appliquées n'ont pas induit un accroissement conséquent des tiges. Les mécanismes d'action de cette hormone sont aujourd'hui assez bien connus (Heller *et al.* 2006). La gibbérelline agit, en effet, par stimulation des divisions méristématiques intercalaires des entre nœuds des tiges (Hooley 1994). Cette stimulation proviendrait elle-même de l'effet coordonné de deux actions indépendantes : l'induction de la prolifération méristématique et l'élongation cellulaire (Inglese *et al.* 1998, Richards *et al.* 2001). Cependant, la baisse de la croissance observée aux concentrations élevées semble liée à des débuts de toxicité chimique de la gibbérelline, comme l'ont proposé Abdel Hady *et al.* (2008). Contrairement aux feuilles et aux tiges où l'action de la GA3 est nettement établie, son effet sur la croissance des racines est sujet à controverse et dépendant des espèces. Selon certains auteurs (Wolwertz & Sironval 1963), les fortes concentrations inhiberaient l'allongement et le développement des racines. Pour d'autres, la prolifération des racines augmenterait proportionnellement aux concentrations de GA3 (Brian *et al.* 1955). Nos résultats corroborent cette dernière hypothèse. En effet, l'application de 100 mM de GA3 a doublé l'allongement des racines de nos plantules.

L'acide salicylique est une molécule de signal qui intervient dans les réponses métaboliques et physiologiques lors de la croissance et du développement des plantes (Raskin 1992). Son application foliaire à 200×10^{-7} M a révélé une augmentation hautement significative de la teneur en protéines dans la tige dès la deuxième application. Ce résultat est en accord avec celui de Yildirim *et al.* (2008), qui rapportent l'effet stimulateur de l'AS sur la biosynthèse des protéines. En effet d'après Senaratna *et al.* (2000) AS favoriserait divers processus physiologiques tels que l'augmentation de l'activité de la nitrate-réductase

enzyme impliqué dans la biosynthèse des protéines chez les végétaux (Fariduddin *et al.* 2003) et empêcherait d'autres. Afin de contribuer à la protection et au processus réparateur dans la plante, les effets bénéfiques de la SA sont tributaires de sa concentration, de l'espèce, les étapes du développement de la plante et des conditions environnementales. Contrairement à ces résultats, la teneur en protéines a considérablement diminué dans les feuilles de nos plantules traitées par SA. Les travaux d'Anandhi & Ramanujam (1997) sur *Vigna mungo* ainsi que ceux de Pancheva *et al.* (1996) sur *Commelina communis*, ont rapporté que l'AS provoquerait une diminution de la chlorophylle. De plus, une application foliaire de l'acide salicylique induit la fermeture des stomates (Larque-Saavedra 1979) donc une réduction de métabolisme énergétique via la réduction de l'intensité photosynthétique.



CHAPITRE IV

IMPLICATION
PEDAGOGIQUE

CHAPITRE IV : IMPLICATION PEDAGOGIQUE

IV-1- Aspect didactique

Prunus africana est une essence recherchée principalement pour son écorce qui est utilisée dans le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate et bien d'autre maladie encore. Dans le cadre de ce travail, nous avons mis en exergue des notions présentes dans les nouveaux programmes d'enseignement secondaires officiels qui inclut la nouvelle approche par compétence en effet:

- Les élèves doivent identifier les plantes médicinales et donner leur importance;
- Les élèves doivent aussi durant leur cursus comprendre la biosynthèse des protéines, l'importance de ces protéines pour la plante dans la résistance aux conditions défavorables d'un milieu stressant.

La méthode d'enseignement préconisée aujourd'hui place l'élève au centre du processus enseignement-apprentissage des SVT dont les objectifs sont : savoir poser des questions, concevoir des expériences, réaliser des travaux pratiques.

Les SVT étant des sciences expérimentales, la théorie doit être accompagnée des expérimentations, donc des manipulations.

Les manipulations effectuées nous ont permis de nous familiariser avec le matériel de laboratoire, familiarisation essentielle pour l'utilisation des « microkits » dans les lycées et collèges, de savoir recueillir des résultats, confronter résultats et hypothèses, de dégager des conclusions. La finalité étant de rendre moins théoriques et plus pratiques les enseignements de SVT dans nos établissements scolaires.

Ces manipulations nous permettront également de mieux aborder :

- En 6^{ème}, les notions de germination et l'utilisation des plantes médicinales ;
- En classe de Première D, la biosynthèse des protéines et la catalyse enzymatique

L'intérêt pédagogique ayant été relevé, une fiche pédagogique de préparation de leçon de S.V.T. a été élaborée pour une classe de sixième de l'enseignement secondaire général.

IV-2- Fiche tabulaire de préparation d'une leçon de Sciences

FICHE PEDAGOGIQUE DE PREPARATION D'UNE SEANCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE

ETABLISSEMENT	Lycée	Nom du professeur : FAHA NGANTCHOUA RODRIGUE DESIRE	
DEPARTEMENT	SVTEEHB		
MODULE I	Le monde vivant		
FAMILLE DE SITUATIONS	Couverture des besoins de l'homme en ressources animales et végétales	Date :	
EXEMPLE DE SITUATIONS	Insuffisance des ressources comestibles	Classe :	6 ^{ème}
CATEGORIE D'ACTION	Gestion des ressources alimentaires et médicinales	Effectif :	G : f :
PALIER DE COMPETENCE	Cultiver et utiliser les plantes médicinales	Durée :	50 minutes
SEANCE OU LEÇON	Utilisation des plantes médicinales	Période :	

Etap s	Actions	Objectifs Pédagogiques Opérationnels Intermédiaire s	Contenus Spécifiques aux OPOI	Matériels didactiques	Activités d'enseignement /apprentissage	Evaluation de l'atteinte des OPOI	Durée
I N T R O D U C T I O N I	Gestion et utilisation des ressources médicinales	1. Etablir le contrat professeur - élèves	Titre de la leçon : UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES -Identifier le rôle des plantes médicinales -Relever les méthodes de culture et d'utilisation des plantes médicinales	- livre programme -Craie -Projet pédagogique	- Ecrit le titre de la leçon au tableau -Communique les OPOI aux apprenants - Recopie la date, le titre de la leçon, l'objectif d'apprentissage dans le cahier		10 min
		2. Vérifier les prérequis	Plante médicinale Noms de quelques plantes médicinales	Cours et apprentissages précédents.	-l'enseignant Pose les questions de l'évaluation diagnostique - l'élève Répond aux questions de l'évaluation diagnostique	Evaluation diagnostique Définir plante médicinale Citez quelques plantes médicinales de votre localité Citez quelques pratiques culturelles de votre village	
		3. Déterminer l'intérêt de la séquence d'apprentissage	-identifier les plantes médicinales -savoir utiliser et gérer les plantes médicinales	Vécu quotidien et texte de la situation problème contextualisé (annexe 2)	Brainstorming et recensement des réponses apportées par l'élève		

4. Identifier et formuler les problèmes scientifiques à résoudre

Problème scientifique :

Quel est l'importance des plantes médicinales et comment mieux les utilisées ?

Texte de la situation problème contextualisé (annexe 2)

L'enseignant pose les questions suivantes et valide les réponses des élèves

1. Relever le mal dont souffre le grand-père d'Alima
2. préciser si Alima a fait la récolte sur la plante qu'il fallait
3. identifier le problème que soulève cette récolte
4. préciser ce qui adviendra de la plante si ce problème persiste
5. proposer des actions à mener pour limiter ce problème

<p>-Identifier le rôle des plantes médicinales</p>	<p>1. Rôle et utilisation des plantes médicinales</p> <p>RESUME 1 : (dictée)</p> <p>Les plantes médicinales sont indispensables à la médecine humaine. Leur utilisation nécessite :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une bonne connaissance de ces plantes - une bonne connaissance des procédures de préparation des remèdes à bases de ces plantes - une bonne connaissance des techniques de récolte visant à les préserver 	<p>Relecture du texte de la situation problème contextualisée (annexe 2)</p>	<p>L'enseignant pose les questions suivantes et valide les réponses des élèves</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. relever la partie de l'arbre du cerisier qui est utile pour la mal du grand père d'Alima 2. décrire une technique pour la récolter sans trop de dommages pour l'arbre 3. décrire la procédure qui permet d'utiliser cette partie récoltée pour soigner le grand père d'Alima 4. préciser si toutes les plantes médicinales soignent les mêmes maladies. Justifier 	<p>Evaluation formative 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • définir plante médicinale • citer 3 plantes médicinale et donner leur rôle • citer 3 éléments à connaître pour une bonne utilisation des plantes médicinales
<p>Relever les méthodes de culture et d'utilisation des plantes médicinales</p>	<p>2. Méthodes de culture des plantes médicinales</p> <p>RESUME 2 : (dictée)</p>	<p>Relecture du texte de la situation problème contextualisée</p>	<p>L'enseignant pose les questions suivantes et valide les réponses des élèves</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. à partir du texte relever le nombre de cerisier africain 	<p>Evaluation formative 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • nommer une conséquence de la surexploitation

D E V E L O P P E M E N T			<p>Beaucoup de plantes médicinales de nos forêts sont surexploitées à cause de leur importance. La conséquence immédiate est la disparition de ces plantes. Il faut donc anticiper pour les générations futures en domestiquant ces plantes. Cette domestication peut se faire par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la germination des graines prélevées en forêt suivit de l'entretien de la plantule jusqu'à l'âge adulte - la récupération des plantules déjà germées en forêt et leur entretien - la pratique du bouturage 	<p align="center">Relecture du texte de la situation problème contextualisée</p>	<p>présent dans le village d'Alima</p> <p>2. préciser si ce nombre est suffisant pour une utilisation par le village pendant plusieurs générations</p> <p>3. si non proposer une solution pour résoudre cette situation</p> <p>4. rappeler les méthodes de multiplication d'une plante</p> <p>5. sachant que le cerisier produit des graines par saison, décrire une procédure permettant d'obtenir de nouvelle plantule de cerisier africain</p>	<p>des plantes médicinales</p> <ul style="list-style-type: none"> • citer deux moyennes régénérations des plantes médicinales 	
<p align="center">CONCLUSION</p>			<p>Vue l'importance des plantes médicinales dans le traitement des maladies humaines et même animales, il est important non seulement de mieux les utilisés mais aussi trouver les moyens de régénérations et de préservation de ces plantes.</p>	<p>L'enseignant pose les questions de l'évaluation sommative, valide les réponses des élèves et procède à une</p>	<p>Evaluation sommative</p> <ul style="list-style-type: none"> • définir plante médicinale 	<p align="center">05 min</p>	

**C
O
N
C
L
U
S
I
O
N**

ACTIVITE INTEGRATRICE

Dans votre localité l'utilisation des plantes médicinales se fait de façon abusive et sans soucis d'une utilisation futur. Proposer plusieurs méthodes de sensibilisation de la population de votre localité qui permettra de limiter ces pratiques tout en promulguant la régénération. Puis concevez des affiches à coller dans votre localité permettant cette sensibilisation.

remédiation si nécessaire

- citer 3 plantes médicinale et donner leur rôle
- citer 3 éléments à connaître pour une bonne utilisation des plantes médicinales
- nommer une conséquence de la surexploitation des plantes médicinales
- citer deux moyennes régénérations des plantes médicinales

OUTILS PEDAGOGIQUE DE REFERENCE (OPR)

-Majors en science et technologie 6^{ème} et 1^{ère} année : ASVA Education

-Science et technologie 6^{ème} et 1^{ère} année : les classiques africains

IV-3- Fiche linéaire de préparation d'une leçon de Sciences

INTRODUCTION

Activité 1 : écrire le chapeau

1. Module I : le monde vivant

2. Famille de situation : Couverture des besoins de l'homme en ressources animales et végétales

3. Exemple de situation : Insuffisance des ressources comestibles

4. Catégorie d'action : Gestion des ressources alimentaires et médicinales

5. Palier de compétence Cultiver et utiliser les plantes médicinales

6. Leçon : **utilisation des plantes médicinales**

Objectifs : (dictée)

- Identifier le rôle des plantes médicinales
- Relever les méthodes de culture et d'utilisation des plantes médicinales

Activité 2 : vérification des prérequis

- Définir plante médicinale
- Citez quelques plantes médicinales de votre localité
- Citez quelques pratiques culturelles de votre village

Activité 3 : présentation de la situation de vie et identification du problème à résoudre

Alima, jeune garçon de 13 ans, est commissionné par son grand-père à la recherche et à la récolte des feuilles d'une plante qui soigne les troubles de la prostate, pour soulager son mal. Alima se renseigne chez un camarade de son lycée qui lui présente le tableau suivant.

Plantes médicinales	Maladies traitées	Modes d'emploi
Cacaoyer (<i>Theobroma cacao</i>)	- Gerçures des lèvres dues au froid et à la sécheresse - Gerçures des mamelons chez la femme qui allaite	Application du beurre de cacao
Goyavier (<i>Psidium goyava</i>)	- Stomatite (inflammation de la muqueuse buccale) - Dysenterie	Administration par voie orale des décoctions de feuille ou de racines
Aloe vera	- Ulcère gastro-intestinale - Parasitoses intestinales - Mycoses	Absorption du gel des feuilles
Cerisier africain (<i>Prunus africana</i>)	- Paludisme - Prostatite (inflammation de la prostate)	Administration par voie orale de la décoction de l'écorce
Papayer (<i>Carica papaya</i>)	- Paludisme	Décoction des feuilles 3 à 4 tasses par jour

Au vue de tout ceci le jeune garçon se dirige dans la petite forêt où se trouve le dernier cerisier de son village et ramène plusieurs branches de cet arbre.

Piste d'exploitation : lire le texte de la situation problème contextualisée et répondre aux questions

1. Relever le mal dont souffre le grand-père d'Alima
2. préciser si Alima a fait la récolte sur la plante qu'il fallait
3. identifier le problème que soulève cette récolte
4. préciser ce qui adviendra de la plante si ce problème persiste
5. proposer des actions à mener pour limiter ce problème

Activité 4 : déterminer l'intérêt de la leçon

Par rapport à la situation de cet enfant selon vous quelle est l'importance de savoir utiliser les plantes médicinales?

NOTES : (dictée)

Une plante médicinale est une plante qui est totalement ou partiellement utilisée par l'Homme dans le traitement de certaines maladies

- comment utiliser de façon raisonnable des plantes ?
- comment les domestiquer pour des usages futurs

DEVELOPPEMENT

1. Rôle et utilisation des plantes médicinales

Activité 5 :

Piste d'exploitation : lire à nouveau le texte et répondre aux questions

1. relever la partie de l'arbre du cerisier qui est utile pour la mal du grand père d'Alima
2. décrire une technique pour la récolter sans trop de dommages pour l'arbre
3. décrire la procédure qui permet d'utiliser cette partie récoltée pour soigner le grand père d'Alima
4. préciser si toutes les plantes médicinales soignent les mêmes maladies. Justifier

RESUME 1 : (dictée)

Les plantes médicinales sont indispensables à la médecine humaine. Leur utilisation nécessite :

- une bonne connaissance de ces plantes
- une bonne connaissance des procédures de préparation des remèdes à bases de ces plantes
- une bonne connaissance des techniques de récolte visant à les préserver

Evaluation formative 2 :

- définir plante médicinale
 - citer 3 plantes médicinale et donner leur rôle
 - citer 3 éléments à connaître pour une bonne utilisation des plantes médicinales
-

2. Méthodes de culture des plantes médicinales**Activité 6:**

Piste d'exploitation : lire à nouveau le texte et répondre aux questions

1. à partir du texte relever le nombre de cerisier africain présent dans le village d'Alima
2. préciser si ce nombre est suffisant pour une utilisation par le village pendant plusieurs générations
3. si non proposer une solution pour résoudre cette situation
4. rappeler les méthodes de multiplication d'une plante
5. sachant que le cerisier produit des graines par saison, décrire une procédure permettant d'obtenir de nouvelle plantule de cerisier africain

RESUME 2 : (dictée)

Beaucoup de plantes médicinales de nos forêts sont surexploitées à cause de leur importance. La conséquence immédiate est la disparition de ces plantes. Il faut donc anticiper pour les générations futures en domestiquant ces plantes. Cette domestication peut se faire par :

- la germination des graines prélevées en forêt suivit de l'entretien de la plantule jusqu'à l'âge adulte
- la récupération des plantules déjà germées en forêt et leur entretien
- la pratique du bouturage
-

Evaluation formative 2 :

- nommer une conséquence de la surexploitation des plantes médicinales
 - citer deux moyennes régénérations des plantes médicinales
-

CONCLUSION

Vue l'importance des plantes médicinales dans le traitement des maladies humaines et même animales, il est important non seulement de mieux les utiliser mais aussi trouver les moyens de régénérations et de préservation de ces plantes.

Evaluation sommative :

- définir plante médicinale
 - citer 3 plantes médicinales et donner leur rôle
 - citer 3 éléments à connaître pour une bonne utilisation des plantes médicinales
 - nommer une conséquence de la surexploitation des plantes médicinales
 - citer deux moyennes régénérations des plantes médicinales
-

EXERCICE D'INTEGRATION

Dans votre localité l'utilisation des plantes médicinales se fait de façon abusive et sans soucis d'une utilisation futur. Proposer plusieurs méthodes de sensibilisation de la population de votre localité qui permettra de limiter ces pratiques tout en promulguant la régénération. Puis concevez des affiches à coller dans votre localité permettant cette sensibilisation.



CONCLUSION ET
PERSPECTIVES

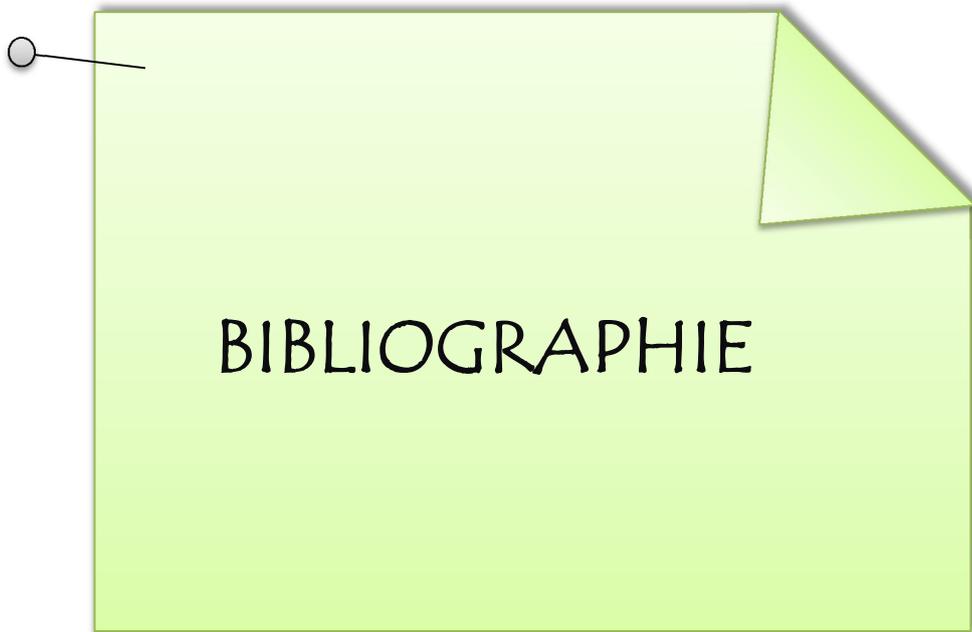
CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'effet de l'acide gibbérellique sur la germination et après l'effet de l'acide salicylique sur le développement des plantules de *P. africana* à travers la détermination de la teneur en protéines. La germination s'est fait dans des boîtes de pétri contenant la solution d'acide gibbérellique à différentes concentrations. Le milieu 10 mM a permis d'obtenir le temps moyen de germination le plus court. Ce milieu a par ailleurs induit un allongement des tiges très significativement supérieur au témoin (37%). Tandis que les solutions de 50 mM et 100 mM ont augmenté la durée de germination et inhibé la croissance des tiges par rapport au lot témoin. Les meilleures plantules obtenues après un mois de germination dans l'eau ont été transférées dans le substrat terre/sciure (1/1) pour l'application foliaire de l'acide salicylique (AS). Les résultats montrent qu'à 200×10^{-7} M la teneur en protéines solubles des tiges double après deux semaines de traitement par l'AS, par rapport au témoin. Cependant de manière générale une baisse significative de la teneur en protéines totales au cours du temps est observée dans la feuille quel que soit le type de traitement. De même, cette teneur en protéines augmente dans les racines après deux semaines de traitement.

Ce travail a été limité par des difficultés de conservation des graines, la contamination par des parasites des graines en germination et la mortalité élevée des plantules pendant l'acclimatation dans le substrat.

Au vu de ces difficultés les perspectives suivantes sont envisagées :

- une étude des pathogènes de *Prunus africana* en vue de mettre sur pied des techniques de lutte plus efficaces
- une mise sur pied d'un protocole d'acclimatation des plantules en champ
- une étude qualitative des protéines sécrétées au cours du développement des plantules de *P. africana* par des techniques telles que l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide et la spectrométrie de masse.



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- Abdel Hady M.S. Okasha O.M. Soliman S.S.A., Tallat M. (2008). Effect of gamma radiation and gibberellic acid on germination and alkaloid production in *Atropa belladonna* L. Australian. Journal of Basic & Application. Sciences. 2 (3) : 401-405.
- Achoudong G. (1995) *Prunus africana*. Rosacée, essence à découvrir. Bois et Forêts des Tropiques (ed) V. Pleines, 245
- Anandhi, S., Ramanujam, M.P., 1997. Effect of salicylic acid on black gram (*Vigna mungo*) cultivars. Indian Journal Plant Physiology 2. 138–141.
- Anonyme (2008). Etude de base *P. africana* dans le Nord-Ouest et le Sud-Ouest Cameroun. Mobilisation et renforcement des capacités des petites et moyennes entreprises impliquées dans les filières des produits forestiers non ligneux en Afrique centrale, 96 p
- Anonyme (2015) Plan simple de gestion de *prunus africana* dans la zone de mangurdjipa, collectivité de Bapere, Lubero, province du nord- Kivu, RDC. Institut congolais pour la conservation de la nature, 45 p.
- Arap S.F.K. (1988) Forest diseases and pests with special reference to eastern African experience and assessed potential in Rwandan forestry practice. In: Compte rendu du premier séminaire national sur la sylviculture des plantations forestières au Rwanda (eds) V. Pleines: 457- 516.
- Avana M., Tchoundjeu Z., Bell J.M., Vaillant A., Chevallier M. (2004) Diversité génétique de *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman au Cameroun. Bois et Forêts des Tropiques 28: 41–49.
- Avana M.L. (2006). Domestication de *Prunus africana*: étude de la germination et du bouturage. Thèse du Doctorat/PhD, Université de Yaoundé 1.
- Avery Rachel; Wirsiy Eric; Martin Etone; Divine Ewana; Tonye Marcelin Mahop; Shey Benjamin Serkfem. (2001). A booklet for extension workers, 120p.
- Awono A., Doye O., Schreckenber K., Tabuna H., Isseri F. and Temple L. (2002). Production and marketing of Safout (*Dacryodes edulis*) in Cameroon and internationally: Market development issues. Forest, Trees and Livelihoods 12: 125-147.

Barker N., Cunningham A.B., Morrow C., Harley E.H. (1994). A preliminary investigation into the use of RAPD to assess the genetic diversity of a threatened African tree species: *Prunus africana*. *Strelitzia* 1: 221–230.

Betti J.L., Ambara J. (2013). Mass of *Prunus africana* stem barks on Tchabal Mbabo and Tchabal Gang Daba Mountain Forests, Cameroon. *African Journal of Environment, Sciences Technology* 7(5): 204-221.

Betti, J. L. (2008), Non-detriment findings report on *Prunus africana* (*Rosaceae*) in Cameroon. Case Study 9 *Prunus africana*, Country - Cameroon. CITES Non Detriment Findings Workshop, Mexico, CITES.

Blackman R.L. & Eastop V.F. (1994). *Aphids on the world's trees: an identification and information guide*. Centre for Applied Biodiversity International, Wallingford. 987p.

Bombardelli E. et Morazzoni P. (1997). *Prunus africana* (Hook. F.) Kalman. *Fitoterapia* 68: 205–218.

Bouillon M., Xhaufflaire A., Gaspar T. (1964) Action de l'acide gibbérélique sur la germination et la croissance racinaire de *Lens culinaris*. *Bulletin scientifique. Royale Sciences Liège* 33 (9-10) :579-587

Bradford M., (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-256

Brian P. W., Hemming H. G. et Radley M. (1955) A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. *Physiological plant* 8: 899-912.

Chen X., Silva H., Klessig DF. (1993). Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. *Science* 262: 1883-1886.

Cunningham A B., Cunningham M. (2000). *Profits, Prunus and the prostate: international trade in tropical bark in Zerner C ed people, plants and justice: The politics of nature conservation*, Colombia University Press, new York. 30-44

Cunningham A.B., Ayuk. E., Franzel B., Duguma B. and Asanga (2002). An economic evaluation of medicinal tree cultivation: *Prunus africana* in Cameroun. UNESCO, Paris. *People and plants working paper 10*: 39p.

- Cunningham A.B., Mbenkum F.T. (1993). Sustainability of harvesting *Prunus africana* bark in Cameroon. A medicinal plant in international trade. UNESCO, Paris. People and plants working paper 2. 28 p.
- Cunningham, M., Cunningham, A. B. et Schippmann, U. (1997). Trade in *Prunus africana* and the Implementation of CITES, German Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 32p.
- Dawson I, Were J, Lengkeek A (2001). Conservation of *Prunus africana*, an overexploited African medicinal tree. Forest Genetic Resources Bulletin 28: 61- 66.
- Dawson I.K., Powell W. (1999). Genetic variation in the Afromontane tree *Prunus africana*, an endangered medicinal species. Molecular Ecology 8: 151–156.
- Dorthe J. (2003). *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman. Seed leaflet. DANIDA forest seed centre. Denmark. 3p.
- Edgar A.D., Levin R., Constantinou C.E., Denis L. (2007). A critical review of the pharmacology of the plant extract of *Pygeum africanum* in the treatment of LUTs. Neurourophysiological Urodynamics. 26: 458–463.
- Ewusi B.N., Eben-Ebai S., Asanga C.A., Nkongo J.B.N. (1992). An evaluation of the quantity and distribution of *Pygeum africanum* on the slopes of Mount Cameroon. Unpublished report prepared for Plantecam-Medicam.
- Fariduddin, Q., Hayat, S., Ahmad, A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41, 281–284.
- Farwig N., Bleher B., Von-der G.S., Böhning-Gaese K. (2007). Does Forest Fragmentation and Selective Logging Affect Seed Predators and Seed Predation Rates of *Prunus africana* (*Rosaceae*) Biotropica. 42(2): 218 - 224.
- Fraser PJ. J.R., Healey M., Cheek. N., Ndam., (1996). Seedling identification. In; A strategy for the conservation of *P.africana* on Mount Cameroon. Technical papers and Workshop proceedings.21-22 Feb.1996. Limbe. Cameroon. 1-11
- Geldenhuis C J. (1981). *Prunus africana* in the Bloukrans River Gorge, southern Cape. South Africa Forest Journal 118: 61- 66.

- Gokani S.J., Thaker V.S. (2002). Role of gibberellic acid in cotton fibre development. *Journal of Agriculture Sciences* 138 : 255-260.
- Graham R.A. (1960). *Flora of Tropical East Africa*. Crown Agents for Overseas, Government and Administration. London. 61p.
- Groot S.P.C., Bruinsma J., Karssen C.M. (1987). The role of endogenous gibberellin in seed and fruit development of tomato: studies with a gibberellin-deficient mutant. *Physiological Plant* 71:184-190.
- Hall J.B., O'Brien E. M. and Munjuga M. (2000). Ecology and Biology. In: Hall, J.B., O'Brien, E.M., Sinclair, F., (eds). *Prunus africana: A Monograph School of Agricultural and forest Sciences*, University of Wales, Bangor. 53-59.
- Heller R., Esnault R., Lance C. (2006). *Physiologie végétale. Développement*. 6e édition del'Abrégé, Éditions Dunod, Paris, 294 p.
- Hooley R (1994). Gibberellins: perception, transduction and responses. *Plant Molecular Biology* 26 :1529-1555.
- Hunt M.D., Neuenschwander U.H., Delaney T.P., Weymann K.B., Friedrich L.B., Lawton K.A., Steiner H.Y., Ryals J.A. (1996). Recent advances in systemic acquired resistance research: A Review *Gene-Amsterdam* 179: 89-95.
- Inglese P, Chessa I, La Mantia T, Nieddu G (1998). Evolution of endogenous gibberellins at different stages of flowering in relation to return bloom of cactus pear (*Opuntia ficus - indica* L Miller). *Sciences Horticulture*. 73 : 45-51.
- Ingram V. et Nsawir A. T. (2007). The value of biodiversity, *Pygeum*: Money growing on trees in the Cameroon Highlands. *Nature & Faune* 22 (1): 29-36.
- Ishani A., MacDonald R., Nelson D., Rutks I., Wilt T.J. (2000). *Pygeum africanum* for the treatment of patients with benign prostatic hyperplasia: A systematic review and quantitative meta-analysis. *Annual Journal of Med.* 109: 654–664.
- Jaenicke H., Simons A.J., Maghembe J., Weber J.C. (2000). Domesticating indigenous fruit trees for agroforestry. *Acta Horticulturae*, 523, 49-52.

- Jean-Renaud S. (1991). The conservation-development interface: a study of forest use, agricultural practices and perceptions of the rain forest, Etinde forest, South West Cameroon. Limbe Botanic Garden and Rainforest Genetic Conservation Project. (MCP Report). Report to U.K. overseas Development Administration, London. 36p.
- Jimu L. (2011). Threats and conservation strategies for the African cherry (*Prunus africana*) in its natural range. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 3(4):118-130.
- Kalkman, C. (1965). The Old world species of *Prunus* sub-genus *Laurocerasus*. *Blumea* 13 (1): 33-35
- Larque-Saavedra, A. (1979) Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. *Z. Pflanzenphysiol.* 93 (4): 371–375
- Lecouteux, C, Lai, F-M, McKersie, BD (1993). Maturation of somatic embryos by abscisic acid, sucrose and chilling. *Plant Sciences* 94: 207-213.
- Lepengue A. N., Muluway A. Daouda K, Ake S., Yatty K. J., Zouzou M., M'batchi B. (2012). Action de l'acide gibbérellique sur la croissance de la Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) au Gabon *Journal of Applied Biosciences* 49: 3435– 3443
- Leslie CA., Romani RJ. (1986). Salicylic acid: a new inhibitor of ethylene biosynthesis. *Plant Cell Reproduction* 5: 144-146.
- Macri F., Vianello A., Pennazio S. (1986). Salicylate-collapsed membrane potential in pea stem mitochondria. *Physiological Plant.* 67: 136-140.
- Mahop T.M. (1998). Evaluation phénotypique des plantes de *Prunus africana* (Hook f.) Kalkam mis en essais culturels. Diplôme d'études supérieures spécialisées. Université Yaoundé I. 88 p.
- Mbile P., Tchoundjeu Z., Degrande A., Assah E. and Nkuikeu R. (2003). Mapping the biodiversity of the « Cinderella trees » in Cameroon *Biodiversity* 4(2): 17-21.
- Métraux J-P. (2002). Recent breakthroughs in the study of salicylic acid biosynthesis. *Trends Plant Science* 7: 332-334.

- Métraux JP., Signer H., Ryals J., Ward E., Wyss-Benz M., Gaudin J., Raschdorf K., Schmid E., Blum W. et Inverardi B. (1990). Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. *Science* 250: 1004-1006.
- Muchugi A., Lengkeek A.G., Agufa C.A, Muluvi G.M, Njagi E.N.M. and Dawson I.K. (2006). Genetic variation in the threatened medicinal tree *Prunus africana* in Cameroon and Kenya: implications for current management and evolutionary history. *South African Journal of Botany* 72: 498-506.
- Munjuga M., Were J., Dawson I., Ruigu S. and Simons A. (2000). Reproductive biology of the over-exploited, medicinal tree *Prunus africana*: studies in Central Kenya. Submitted to *East African Journal of Forest and Agriculture*. 10 p.
- Mwanza E.J.M., Waithaka S.K., Mibey R.K., Kariuki G., Simons S.A. (1999). First report of *Colletotrichum gloeosporioides* as a foliar and dieback pathogen of *Prunus africana* in Kenya. *Plant Disease*, 83: 79p.
- Ndam N., Ewusi B. (2000). "Case Study: Income from *Prunus africana*", in *Forests in Sustainable Mountain Development: A State of Knowledge Report for 2000*, Price, M.F. and Butt, N. (eds.) CAB International: Wallingford, Oxon, U.K. 306-309.
- Ndibi P.B., Kay E. (1997). The regulatory framework for the exploitation of medicinal plants in Cameroon: The case of *Prunus africana* on Mount Cameroon. *Biodiversity and Conservation* 6: 1409-1412.
- Neuenschwander U., Vernooij B., Friedrich L., Uknes S., Kessmann H., Ryals J. (1995). Is hydrogen peroxide a second messenger of salicylic acid in systemic acquired resistance? *Plant Journal* 8: 227-233.
- Nsawir A T. Ingram V., 2007. *Prunus africana*: Money growing on trees. A plant that can boost rural economies in the Cameroon Highlands. 53p.
- Nzweundji J.G., Niemenak N., Dongfagsiteli T.N., Tiya N., Noka H.T.D., Omokolo N.D. (2010). Variation de certains paramètres biochimiques au cours de la callogénèse chez *Prunus africana*. *Biosciences Proceedings* 16: 46 – 50.
- O'Brien E.M. (2000). Pharmaceutical products. In: Hall J.B., O'Brien E.M., Sinclair F. (eds) *Prunus africana*: A Monograph. School of Agricultural and forest Sciences, University of

Wales, Bangor, U.K., 53-59.

Palmer E., Pitman N. (1972) Tree of southern Africa. Cape town, A A Balkema. 23p.

Pancheva, T.V., Popova, L.P., Uzunova, A.M. (1996). Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal of Plant Physiology* 149, 57–63.

Parrott J., Parrott H. (1989) Report on the conservation of *Prunus (Pygeum africanum)* in Cameroon. Report. Project, K. M. F. Bamenda, Kilum Mountain Forest Project 3p.

Popova, L., Pancheva T., Uzunova A (1997) Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Bulgarian Journal of Plant Physiological* 23: 85-93.

Pouakouyou D. (2000) A biological approach to the conservation and sustainable management of *Prunus africana* in cameroon. Capacity building in forestry research, a project of the african academy of sciences. Half-year scientific report

Quiles M.T., Arbós A.A., Fraga A., Torres I.M., Reventós J., Morote J., (2010). Antiproliferative and apoptotic effects of herbal agent *Pygeum africanum* on cultured prostate stromal cells from patients with benign prostatic hyperplasia (BHP). *Prostate* 70: 1044–1053.

Raskin I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annual. Review of plant physiology. Plant Molecular. Biology* 43: 439-463.

Richards D.E., King K.E., Ait-Ali T., Harberd N.P. (2001). How gibberellin regulates plant growth and development: a molecular genetic analysis of gibberellin signaling. *Plant Physiology. Plant Molecular Biology* 52 : 67-88.

Simons A.J., Dawson I. K., Duguma B. and Tchoundjeu Z., (1998). Passing problems: prostate and *Prunus africana*. *Herbal Gram* 43: 49-53.

Stewart K M. (2003a). The African cherry (*Prunus africana*): Can lessons be learned from an over-exploited medicinal tree? *J. Ethnopharmacol.* 89: 3 –13.

Stewart K M. (2003b). The African cherry (*Prunus africana*): from hoehandles to the international herb market. *Economical Botanic.* 57 (4): 1-11.

Stewart K. M. (2001). The commercial bark harvest of the African cherry (*Prunus africana*) on Mt. Oku, Cameroon: effects of traditional uses on population dynamics. PhD, Université internationale de Floride.

Stewart K.M. (2009). Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management* 258 (7): 1121-1128.

Sticher L., Mauch-Mani B., Métraux JP. (1997). Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology* 35: 235-270.

Sunderland T., Nkefor J. (1997). Conservation through cultivation. A case study: The propagation of *Prunus africana*. *TAA Newsletter* 5-12.

Sunderland T., Tako C.T. (1999). The Exploitation of *Prunus Africana* on the Island of Bioko, Equatorial Guinea. Report for the People and Plants Initiative. WWF-Germany and the IUCN/SSC Medicinal Plant Specialist Group. 13p.

Swain SM, Reid JB, Kamiya Y, (1997). Gibberellins are required for embryo growth and seed development in pea. *Plant Journal* 12: 1329-1338.

Tchoundjeu Z., Avana M-L., Leakey R.R.B., Simons A., Asaah E., Duguma B., Bell J.M. (2002). Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentration and leaf areas. *Agroforestry Systems* 54: 183–192.

Tonye M.M., Ndam N. and Bell, J.M. (2000). Medicinal trees needs sustainability cure. *Tropical Forest Update* 10 (4): 16-17.

van Loon LC. (1983). The induction of pathogenesis-related proteins by pathogens and specific chemicals. *Netherland Journal of Plant Pathology* 89: 265-273.

Vernooij B., Friedrich L., Morse A., Reist R., Kolditz Jawhar R., Ward E., Uknes S., Kessmann H., Ryals J. (1994). Salicylic acid is not the translocated signal responsible for inducing systemic acquired resistance but is required in signal transduction. *Plant Cell*. 6: 959-965.

Vivien J. et Faure J J., (1985). Arbres des forêts denses d'Afrique centrale denses. Ministère des relations foreign trade, cooperation et developpement-ACCT, paris. 551.

Were J., Munjunga M. (1998) Preliminary findings on the storage behavior of *Prunus africana* and *Sclerocarya birrea* seeds in Kenya. In: Recalcitrant seeds. M. Marzaliana, Khoo N., Jayanthi F.Y., Tsans and B. Krisshnapillay, (eds). International Union of Forestry Research Organization, Kuala Lumpur. P: 431-437.

White F (1983) Long distance dispersal and the origin of the Afromontane flora. Sonderbande des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 7: 87–116.

Wolwertz M. R., Sironval C. (1963) Inhibition of growth and of accumulation of β -carotene in carrot roots by gibberellic acid. Photochemistry 2: 183-187.

Yildirim, M., Hasan, S.A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q., Ahmad, A. (2008). Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. J. Integrative Plant Biology 50 (8): 1–4

REFERENCES ELECTRONIQUES

Online 1: <http://www.africana.de/Prunus-alibaba.com>



ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Matériel de laboratoire

Verrerie

- erlenmeyer de 250 mL, 100 mL, ;
- bécher 250 mL, 100 mL;
- éprouvettes graduées 250 mL, 100 mL, 10 mL ;
- micropipette 200 microns
- eppendorfs.
- tubes à essai
- boîte de Petri PYREX

Produits chimiques

- alcool 95% ;
- hypochlorite de sodum ;
- acide orthophosphorique
- acide chloridrique
- carbonte de sodium

Appareils

- pH-mètre HANNA instruments ;
- agitateur magnétique Bunsen MC-8;
- centrifugeuse
- réfrigérateur SuperSer;
- balances électroniques FX-300 ; KERN 572 ;
- autoclave SULZER.
- Spectrophotomètre

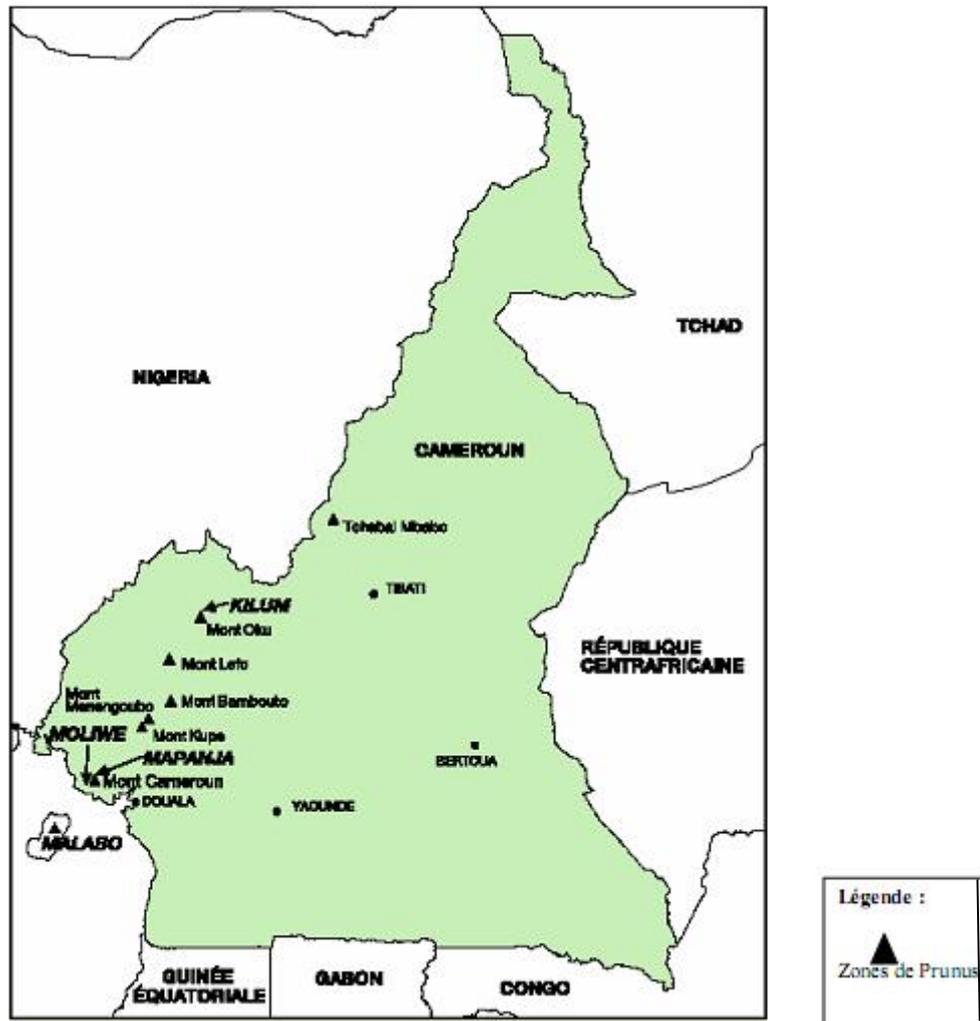
Annexe 2 : Situation problème contextualisé

Alima, jeune garçon de 13 ans, est commissionné par son grand-père à la recherche et à la récolte des feuilles d'une plante qui soigne les troubles de la prostate, pour soulager son mal. Alima se renseigne chez un camarade de son lycée qui lui présente le tableau suivant.

Plantes médicinale	Maladies traitées	Modes d'emploi
Cacaoyer (<i>Theobroma cacao</i>)	Gerçures des lèvres dues au froid et à la sècheresse Gerçures des mamelons chez la femme qui allaite	Application du beurre de cacao
Goyavier (<i>Psidium goyava</i>)	Stomatite (inflammation de la muqueuse buccale) Dysenterie	Administration par voie orale des décoctions de feuille ou de racines
Aloe vera	Ulcère gastro-intestinale Parasitoses intestinales Mycoses	Absorption du gel des feuilles
Cerisier africain (<i>Prunus africana</i>)	Paludisme Prostatite (inflammation de la prostate)	Administration par voie orale de la décoction de l'écorce
Papayer (<i>Carica papaya</i>)	Paludisme	Décoction des feuilles 3 à 4 tasses par jour

- Au vue de tout ceci le jeune garçon se dirige dans la petite forêt où se trouve le dernier cerisier de son village et ramène plusieurs branches de cet arbre.

Annexe 3 : Zones de répartition de *Prunus africana* au Cameroun.



Les principales zones de production de *Prunus africana* au Cameroun (MinFoF, 2008).