

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE DE COCODY-ABIDJAN



UFR BIOSCIENCES
22 BP : 582 Abidjan 22
Tél. /Fax : 22 44 44 73

Courriel : biosciences@univ-cocody.ci
ufrbiosciences@yahoo.fr

N° d'ordre : 665 / 2010

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

Année universitaire : 2009 - 2010

THESE

Présentée à l'UFR Biosciences pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE COCODY-ABIDJAN

EN PHYSIOLOGIE VEGETALE

Option : Agrophysiologie

Par

BOYE Mambé Auguste Denise

THEME :

**MULTIPLICATION DU BANANIER PLANTAIN (*Musa* sp. AAB, cultivar Corne 1) :
STRATEGIES DE CONSERVATION DES REJET-ECAILLES UTILISES
COMME UNITES DE PROPAGATION**

Soutenue publiquement le 24 Juillet 2010, devant le jury composé de :

M. AKE Séverin	Professeur Titulaire, Université de Cocody	Président
M. ANNO AboPierre	Maître de Conférences, Université de Cocody	Directeur de Thèse
M. KOUADIO Yatty Justin	Maître de Conférences, Université d'Abobo-Adjamé	Rapporteur
M. ZOUZOU Michel	Professeur Titulaire, Université de Cocody	Rapporteur
M. DICK Emmanuel	Maître de Conférences, Université de Cocody	Examineur

A mon père Beugré BOYE, qui m'a engagé sur la voie de l'école, m'a enseigné la rigueur et la persévérance et a souhaité l'aboutissement de cette thèse ;

A mon épouse Madame BOYE née Hoguiaboro Y. Damase DANO, pour son affection, sa patience, sa tendresse, ses encouragements, ses prières et ses conseils ;

A mes enfants Grace Marie et Ange Edna qui n'ont pas toujours compris les raisons de mes absences répétées.

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire est l'aboutissement d'un travail de recherche qui a été réalisé au laboratoire de Physiologie végétale de l'UFR Biosciences de l'Université de Cocody, sous la direction scientifique de Monsieur le Professeur ANNO Abo Pierre, Maître de Conférences. Nous lui exprimons à l'occasion de cette thèse toute notre gratitude pour l'intérêt constant qu'il a su porter au bon déroulement du protocole expérimental. Pendant plus de 10 ans nous avons pu bénéficier de ses conseils et profiter de ses encouragements, ses connaissances en physiologie végétale qui ont contribué à l'accomplissement de cette thèse. Nous tenons également à le remercier de nous avoir accueillis dans son laboratoire et de nous avoir formés à la recherche. Nous lui renouvelons notre gratitude pour la confiance qu'il nous a témoigné et lui exprimons combien son aide fut précieuse pour la rédaction de cette thèse.

Nous exprimons toute notre reconnaissance au Docteur Louise TURQUIN, vice-responsable du service de valorisation de la recherche (SERVAL), à l'Université de Cocody-Abidjan à qui pour des raisons professionnelles le Professeur ANNO Abo Pierre confia la co-direction de l'encadrement de cette thèse, de nous avoir enseigné les rudiments de la démarche scientifique et la rigueur rédactionnelle lors de la rédaction de cette thèse. Nous lui adressons également nos remerciements pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements.

Nous remercions Messieurs les membres du jury d'avoir accordé une attention particulière à cette étude malgré leurs innombrables responsabilités.

Nous témoignons notre gratitude à Monsieur le Professeur Séverin AKE, Directeur du service de valorisation de la recherche (SERVAL), à l'Université de Cocody-Abidjan, qui malgré ses lourdes tâches a pu nous faire bénéficier de ses critiques pertinentes pour la finalisation de ce travail de recherche.

Nous sommes reconnaissant envers Monsieur le Professeur Michel ZOUZOU, Directeur du laboratoire de physiologie végétale pour son encouragement permanent.

Nous remercions très sincèrement Monsieur le Professeur Justin Kouadio YATTY, Maître de conférence, Directeur du Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales de l'Université d'Abobo-Adjamé pour avoir accepté que nos expérimentations sur le terrain se passe au sein sa structure. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude pour le soutien apporté.

Nous remercions également les Docteurs Mongomanké KONE et Hilaire TANO, Maître assistant au Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales de l'Université d'Abobo-Adjamé, pour les suggestions, les conseils et les encouragements.

Nos remerciements vont également à l'endroit du Docteur Daouda KONE, Maître assistant au Laboratoire de Physiologie végétale, pour son esprit d'ouverture et ses judicieuses remarques qui nous ont aidées lors de nos essais en champ.

Aux enseignants chercheurs du Laboratoire de Physiologie Végétale qui à divers degrés, ont contribué à ce travail, nous exprimons notre profonde gratitude. Il s'agit des Docteurs Kaddy KAMATE, Fatogoma SORHO, Mamadou SHERIF, Jacques ATTOUMGRE, Emmanuel DICK, Privat KOUASSI et Laurent BIEGOT. Nous les remercions pour leurs encouragements et leurs nombreux conseils.

Notre reconnaissance va à Messieurs Joseph AKA et Kouamé KOUASSI et Nabé SORO Techniciens au Laboratoire de Physiologie Végétale dont l'efficacité et l'esprit d'équipe nous ont permis de réunir les résultats qui sont exposés dans ce présent travail.

Nous adressons nos sincères remerciements au Docteur, Dodiomon SORO, pour ses conseils judicieux et ses remarques avisées.

Que nos collègues du Laboratoire de Physiologie Végétale en particuliers Faustin Dago SOKO, Joseph M'PIKA, Brahim CAMARA, reçoivent nos sincères remerciements pour leur soutien moral et matériel.

Nous adressons nos remerciements aux membres de la fraternité Cœur Miséricorde de Jésus et à la communauté Catholique Missionnaire de Villaregia pour le soutien matériel et spirituel qu'ils nous ont apporté dans les plus durs moments de cette thèse.

A notre petit frère Jacques Beugré BOYE, qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude pour son soutien moral, financier et sa présence permanente à nos côtés.

Nous accordons une mention spéciale à notre Epouse Madame Damase BOYE et nos enfants Grâce Marie Emmanuella M. BOYE et Affoua Ange Edna BOYE, pour leur soutien tout au long de ces années de recherche. Nous n'avons souvent pas été à leur côté occupés que nous étions par nos travaux de laboratoire. Cette thèse est l'expression de notre affection de toujours. Que Dieu vous bénisse.

Cette thèse est également le fruit de longues années d'études, mais surtout des efforts et des sacrifices de notre famille. Nous exprimons toute notre reconnaissance à notre père, Monsieur Beugré BOYE et notre mère, Madame BOYE née Gnabani Rose ALIA.

Enfin, nous rendons grâce à la TRINITE SAINTE pour tous Ses bienfaits. Que Sa Gloire soit proclamé à jamais. Amen !

SOMMAIRE

	Pages
LISTE DES ABREVIATIONS	VII
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES TABLEAUX	XV
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	6
1.1 GENERALITES SUR LE BANANIER	7
1.1.1 Origine et systématique	7
1.1.2 Géographie et écologie	8
1.1.2.1 Géographie	8
1.1.2.2 Ecologie	12
1.1.3 Biologie	12
1.1.3.1 Description de la plante	12
1.1.3.2 Caractéristiques du sous-groupe de plantain	16
1.2 Système de culture BANANIER	18
1.2.1 Cultures traditionnelles sans intrants	18
1.2.2 Culture intensive	18
1.2.2.1 Plantation en culture pure	19
1.2.2.2 Plantation en culture intercalaire	19
1.3 VALEUR NUTRITIVE ET SOCIO-ECONOMIQUE DU BANANIER PLANTAIN.....	19
1.3.1 Au niveau nutritionnel	19
1.3.2 Au niveau socio-économique	20
1.4 REGENERATION ET CONSERVATION DES UNITES DE PROPAGATION.....	22
1.4.1 Eléments de régénération des bananiers.....	22
1.4.2 Conservation des unités de propagation	23
1.5 NOTION DE STRESS HYDRIQUE	24

1.5.1 Détection et mesure du stress hydrique	24
1.5.2 Conséquences du stress hydrique	25
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	27
2.1 MATERIEL VEGETAL	28
2.1.1 Rejet-écailles	28
2.1.2 Rejets baïonnettes.....	28
2.2 METHODES	30
2.2.1 Choix des sites d'étude.....	30
2.2.2 Culture des rejets en conditions contrôlées au laboratoire	30
2.2.2.1 Prélèvement et calibrage des rejets	30
2.2.2.2 Déshydratation des rejets	31
2.2.2.3 Culture hydroponique des rejets.....	33
2.2.3 Mesure expérimentale en champ.....	34
2.2.3.1 Données climatiques et pédologiques	34
2.2.3.2 Sevrage des jeunes plants de bananiers.....	36
2.2.3.3 Culture en champ	38
2.2.3.4 Expression des résultats sur la croissance et le développement des bananiers plantain en champ.....	40
2.2.3.4.1 Croissance du bananier plantain.....	40
2.2.3.4.2 Paramètres de développement	41
2.2.3.4.3 Paramètres de rendement	41
2.2.4 Etude anatomique et histologique	42
2.2.4.2 Observation anatomique.....	42
2.2.5 Analyse statistique.....	43

CHAPITRE III : RESULTATS.....	45
3.1 COMPORTEMENT DES REJET-ÉCAILLES ET DES REJETS BAÏONNETTES SOU MIS A DIFFERENTS REGIMES DE DESHYDRATATION ET DE CULTURE HYDROPONIQUE	45
3.1.1 Rejets non déshydratés	45
3.1.1.1 Morphogenèse en culture hydroponique	45
3.1.1.2 Caractéristiques du système racinaire	52
3.1.1.3 Production de matière fraîche végétale	52
3.1.1.4 Effectifs des racines formées.....	52
3.1.2 Rejets déshydratés	55
3.1.2.1 Morphogenèse des rejets déshydratés	55
3.1.2.2 Evolution des caractéristiques pondérales et hydriques en condition de déshydratation	56
3.1.2.2.1 Variation de la masse fraîche des rejets	56
3.1.2.2.2 Variation du déficit hydrique	63
3.1.3 Rejets déshydratés en culture hydroponique	65
3.1.3.1 Morphologie des rejets en condition de culture hydroponique	65
3.1.3.2 Production de matière fraîche végétale	71
3.1.3.3 Effectifs des racines formées.....	74
3.1.4 Evaluation de la survie en pépinière des rejets soumis à différents temps de déshydratation et éveillés en culture hydroponique	76
3.1.5 Conséquences des temps de déshydratation sur le rhizome des rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1	80
3.1.5.1 Observation en coupe transversale.....	80
3.1.5.2 Description des tissus et cellules du bulbe des rejet-écailles déshydratés	82
3.2 ETUDE DES PARAMETRES AGRONOMIQUES DES BANANIERS ISSUS DES REJETS SOUMIS A DIFFERENTS TEMPS DE STRESS HYDRIQUES.....	85
3.2.1. Caractéristiques pédoclimatiques de la zone de culture.....	85

3.2.2 Paramètres agronomiques des bananiers plantain.....	88
3.2.2.1 Paramètres de croissance et de développement.....	88
3.2.2.1.1 Bananiers issus des rejets non déshydratés	88
3.2.2.1.2 Bananiers issus des rejets déshydratés pendant un mois.....	91
3.2.2.1.3 Bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant de 2 à 4 mois.....	93
3.2.2.2 Classification des bananiers issus des rejet-écailles en rapport avec leurs paramètres de croissance et de développement.....	95
3.2.2.3 Paramètres de production	98
3.2.2.3.1 Bananiers issus des rejets non déshydratés	98
3.2.2.3.2 Bananiers issus des rejets déshydratés pendant un mois.....	105
3.2.2.3.3 Bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant de 2 à 3 mois.....	110
3.2.2.4 Identification des bananiers à meilleurs potentiels agronomiques.....	115
CHAPITRE IV : DISCUSSION	119
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	132
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	137
ANNEXES	158

LISTE DES ABREVIATIONS

Organismes internationaux et structures nationales

FAO : food and agriculture organization (fond des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)

CNRA : centre national de recherche agronomique

SODEXAM : société d'exploitation et de développement aéroportuaire aéronautique et météorologique

INPHB : institut national polytechnique Houphouet Boigny

Statistique

ANOVA : analyse of variance (analyse de variance)

ACP : analyse en composante principale

CAH : classification ascendante hiérarchique

R^2 : coefficient de détermination

a : pente de la droite de régression

r : coefficient de corrélation

p : niveau de probabilité

Paramètres agronomiques

H : hauteur

C : circonférence

FE : nombre de feuilles émises

FF : nombre de feuilles à la floraison

FR : nombre de feuilles à la récolte

IPF : intervalle plantation floraison

IPR : intervalle plantation récolte

Rm : masse du régime en kg

M : masse de la main en g (indices 1 à 4 = rang de la main)

NM : nombre de mains du régime

Dt : nombre total de doigts

Dm : masse du doigt central par main en g, (indices 2 et 4 = rang de la main)
Lem : longueur externe du doigt central par main en cm (indices 2 et 4 = rang de la main)
Lim : longueur interne du doigt central par main en cm (indices 2 et 4 = rang de la main)
Cm : circonférence du doigt central par main en cm (indices 2 et 4 = rang de la main)
Hc : circonférence du de la hampe florale en cm
Hp : masse de la hampe florale en g
Hl : longueur de la hampe florale

Codes des rejets et bananiers

Ec_{x,y} : rejet-écaille (indice x = temps de déshydratation en mois et indice y = temps de réhydratation en j)
Ba_{x,y} : rejet baïonnette (indice x = temps de déshydratation en mois et indice y = temps de réhydratation en j)

Sigles

t : tonne
% : pourcentage
Mt : million de tonne
K : potassium
P : phosphore
Mg : magnesium
Ca : calcium
C : carbone
JL : jour long
ha : hectare
cv : cultivar
méq : milliéquivalent
l : litre
ppm : partie par million
AIB : acide 3-indolyl butyrique

Autres

Mt : masse des rejets frais

Ms : masse des rejets déshydratés

Te : teneur partielle en eau

Nt : nombre de rejets frais

Nn : nombre de rejets nécrosés

Ts : taux de survie des rejets

ra : racine principale

fl : feuille lancéolée

rh : rhizome ;

efn : écaille foliaire nécrosée

ef : écaille foliaire

ba : bourgeon apical

f : fente latéral

rs : racines secondaires

rai : racine intermédiaire

ra : racines principales

rh : rhizome

ne : nécrose

rsn : racine secondaire nécrosée

rn : racine nécrosée

ba : bourgeon apical

ra : racine principale

rs : racine secondaire

ba : bourgeon apical

br : bourgeon racinaire

rh : rhizome

p : pétiole

am : axe mâle

af axe femelle

l : longueur au cours des prises de mesures

g : gaine foliaire enveloppante

bc : bulbe central

bp : le bulbe périphérique séparé
M : ligne de *Mangin*
n : nécrose
f : fibres de liber
de : décoloration
pa : parenchyme lacuneux
ma : méristème apical
l : lacune
bp : bulbe périphérique
zn : zone nécrosée
ci : cellules indifférenciées
oc : cristaux d'oxalate sous forme de raphide
cd : cellules désorganisées
ETP : l'évapotranspiration potentielle
ETR : l'évapotranspiration réelle
SES : le stock d'eau du sol
SEI : stock d'eau initial
AEA : plus les apports d'eau annexes
PE : des pertes d'eau
Fo : feuille origine
FV : feuilles vivantes
Rj : jeune rejet
Ra : rejet adulte
Ff : feuilles fanées à limbes lacérés

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1. Systématique des bananiers plantain	9
Figure 2. Aires de répartition des bananiers plantain en Afrique.....	10
Figure 3. Zones de culture des bananiers plantain en Côte d'Ivoire	11
Figure 4. Représentation schématique d'un bananier plantain cv Corne 1	13
Figure 5. Polymorphisme des feuilles de bananiers plantain qui passent du stade écailles foliaires à celui de feuilles lancéolées	15
Figure 6. Première feuille fonctionnelle d'un rejet en phase adulte.....	15
Figure 7. Caractéristiques des cultivars de bananiers plantain de type Corne 1 et French	17
Figure 8. Rejets frais de bananier plantain cv Corne 1 débarrassés de leurs racines	29
Figure 9. Rejet-écaille de bananier plantain cv Corne 1 déshydraté un mois et débarrassé de ses écailles foliaires nécrosées.....	35
Figure 10. Croissance des rejets de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés un mois et en culture hydroponique 15 j	37
Figure 11. Bananiers plantain âgés d'un mois issus des rejet-écailles déshydratés 1 mois et éveillés en culture hydroponique pendant 15 j.....	39
Figure 12. Schéma du bloc expérimental mis en place sur le site de culture au champ	39
Figure 13 A-B. Apparition de bourgeons racinaires sur le rhizome des rejets de bananiers plantain en culture hydroponique.....	46
Figure 14 A-B. Disposition des racines principales sur le rhizome des rejets de bananiers plantain cv Corne 1 en culture hydroponique	46
Figure 15 A-B. Présence de racines secondaires sur les racines principales des rejets de bananiers plantain cv Corne 1 en culture hydroponique pendant 15 j	47
Figure 16. Formation d'une touffe de racines après section de la racine principale chez un rejet-écaille en culture hydroponique pendant 21 j	49
Figure 17. Nécrose des racines principales et des racines secondaires formées sur un rejet-écaille de bananier plantain après 30 j de culture hydroponique	49
Figure 18. Emergence du bourgeon apical d'un rejet-écaille de bananier plantain cv Corne 1 en culture hydroponique durant 15 j.....	50

Figure 19 A-B. Feuilles lancéolées de 1 ^{er} , 2 ^e et 3 ^e ordre d'un rejet en culture hydroponique durant 30 j	51
Figure 20. Cinétique d'évolution de la masse des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique	53
Figure 21. Evolution de la vitesse journalière de production de matière végétale de rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique	53
Figure 22. Cinétiques d'évolution du nombre de racines formées chez les rejet-écailles et les rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique	54
Figure 23. Symptômes sur les rejets baïonnettes déshydratés de bananier plantain cv Corne 1, après 1 mois de déshydratation.....	57
Figure 24. Symptômes sur les rejet-écailles déshydratés de bananier plantain cv Corne 1, après 1 mois de déshydratation	57
Figure 25. Symptômes sur les rejet-écailles déshydratés de bananier plantain cv Corne 1 après 2 à 4 mois de déshydratation.....	58
Figure 26. Cinétique d'évolution de la masse des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 1 mois	59
Figure 27. Evolution des vitesses journalières de déshydratation des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananiers plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 1 mois.....	61
Figure 28. Evolution de la masse fraîche des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'une déshydratation de 2 à 4 mois.....	62
Figure 29. Evolution des vitesses de déshydratation des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 2 à 4 mois.....	62
Figure 30 A-B. Morphologies des rejets de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés un mois, en culture hydroponique durant 15 j.....	66
Figure 31. Bourgeons racinaires après 3 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté un mois	66
Figure 32. Racines principales et racines secondaires après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté un mois.....	67

Figure 33. Emergence du bourgeon apical après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille déshydraté un mois	67
Figure 34. Racines principales et secondaires après 15 j de culture hydroponique sur un rejet baïonnette de bananier plantain déshydraté un mois.....	69
Figure 35. Disposition des racines principales après 15 j de culture hydroponique sur le rhizome d'un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté 2 mois	69
Figure 36. Grossissement de l'apex après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté durant 2 mois	70
Figure 37. Evolution en culture hydroponique de la masse fraîche des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 déshydratés un mois	72
Figure 38. Evolution des vitesses de croissance pondérale des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananiers plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés 1 mois en culture hydroponique.....	72
Figure 39. Evolution en culture hydroponique de la masse de matière fraîche des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 déshydratés pendant 2 à 4 mois.....	73
Figure 40. Evolution des vitesses de croissance pondérale en culture hydroponique des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés pendant 2 à 4 mois	75
Figure 41. Evolution du nombre de racines formées en culture hydroponique sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes déshydratés 1 mois	75
Figure 42. Evolution du nombre de racines formées sur des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 en culture hydroponique déshydratés durant 2 à 4 mois.....	77
Figure 43. Symptômes de la déshydratation sur le rhizome des rejet-écailles en coupe transversale chez le bananier plantain cv Corne 1	81
Figure 44. Description des cellules du bulbe d'un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté durant 1 à 4 mois	83
Figure 45. Evolution mensuelle annuelle des précipitations de la température et de l'hygrométrie à Abidjan de 2004 à 2006.....	87
Figure 46. Analyse en composante principale sur les caractéristiques de croissance et de développement des bananiers issus des rejets préalablement soumis à un traitement hydrique et transférés en champ	97
Figure 47. Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés en culture hydroponique	99

Figure 48. Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	103
Figure 49. Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	106
Figure 50. Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	109
Figure 51. Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 et 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30j.....	111
Figure 52. Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	114
Figure 53. Analyse en composante principale sur les données morphologiques et de rendement des bananiers issus des rejets non déshydratés et déshydratés durant 1 à 3 mois puis éveillés en culture hydroponique	117

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I. Valeur alimentaire et nutritionnelle de la banane	21
Tableau II. Effectifs des racines formées par les rejet-écailles et les rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique	54
Tableau III. Perte en eau des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananiers plantain cv Corne 1 après déshydratation d'un mois	64
Tableau IV. Perte en eau des rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1 après déshydratation de 2 à 4 mois	64
Tableau V. Comparaison des effectifs moyens de racines formées à 15 j et 30 j de culture hydroponique sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes déshydratés un mois	77
Tableau VI. Comparaison des effectifs moyens des racines formées sur des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 4 mois à 15 j et 30 j de culture hydroponique	78
Tableau VII. Taux de survie en pépinières des rejets soumis à différents temps de déshydratation	79
Tableau VIII. Caractéristiques chimiques et granulométriques du site expérimental sis à Abobo-Adjamé	86
Tableau IX. Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejets non déshydratés éveillés en culture hydroponique durant 15 et 30 j	89
Tableau X. Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejets déshydratés un mois	92
Tableau XI. Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 3 mois	94
Tableau XII. Masses et nombre de mains de régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	101
Tableau XIII. Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	101
Tableau XIV. Mensurations des doigts de bananes chez bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j	103

Tableau XV. Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	104
Tableau XVI. Masses et nombre de mains de régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	106
Tableau XVII. Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés pendant mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	108
Tableau XVIII. Mensurations des doigts de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés pendant un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	108
Tableau XIX. Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	109
Tableau XX. Masses et effectif des mains chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 et 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	111
Tableau XXI. Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	113
Tableau XXII. Mensurations des doigts de bananes chez les bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	113
Tableau XXIII. Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j.....	114

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le bananier est une plante dont la culture intéresse de nombreux pays situés dans la zone intertropicale à cause de son importance alimentaire et économique (ORELLANA et al. 2002). Originaires d'Asie du Sud, elle est cultivée dans plus de 120 pays du monde (JONES, 2000). La production mondiale de bananes a été estimée à 102,687 Mt dont 40 Mt de bananes plantain en 2003 (ANONYME 1, 2004). Deux sous-groupes de cultivars de cette plante sont impliqués dans cette exploitation. Il s'agit des bananiers à fruits consommés après cuisson (Plantain Corne, Plantain French) et ceux à fruits consommés crus, dont la banane de dessert (Figue sucrée, Pomme). Cette production est répartie sur les 5 continents. L'Inde avec 24 % de la production mondiale en est le premier producteur. Par ailleurs, 75 % de la production de plantain ont été récoltés en Afrique (ANONYME 2, 2004). Du point de vue commercial la banane de dessert est incluse dans un système commercial mondial très florissant (Mc NEIL, 1995 ; ANONYME 3, 2004), alors que la banane plantain est reléguée à une culture traditionnelle et à un commerce certes très important mais avec une forte consommation locale (YAO, 1988). Ainsi donc, l'industrie de la banane engendre une source importante de revenus et d'emplois pour la majeure partie des pays exportateurs (FOURE et TEZENAS, 2000). Outre ses diverses implications dans le domaine économique, la banane constitue un fruit riche en hydrates de carbone, en minéraux tels que le phosphore, le calcium, le potassium et aussi en vitamines A et C pouvant combler les insuffisances nutritionnelles (KLOTZ et GAU, 2002).

En Côte d'Ivoire, la banane plantain occupe la 3^e place des productions vivrières après l'igname (3 Mt) et le manioc (1,7 Mt), avec une production annuelle estimée à 1,42 Mt (DUCROQUET, 2002 et ANONYME 4, 2005). Sa consommation moyenne annuelle par personne (75 à 90 kg) combinée à celle du manioc et de l'igname permet de fournir 30 % des besoins journaliers calorifiques estimés à 2525 kcal (ANONYME 5, 1997 ; ANONYME 6, 2004). Les superficies occupées par cette culture sont difficiles à estimer car, très souvent, les bananiers plantain sont cultivés aux abords des maisons (culture dite de case) pour profiter au maximum des déchets ménagers. Ils sont également associés à certaines cultures pérennes (caféier, cacaoyer) et à la plupart des cultures vivrières (manioc, taro, maïs, haricot, arachide) (MOLINA, 1987 ; N'DABALISHYE, 1995). Toutefois, la monoculture de bananier plantain démarre timidement et le système de production est extensif avec une faible productivité.

Cette production insuffisante par rapport à la demande reste saisonnière. Elle est marquée par une période d'abondance de Septembre à Mars et une période de pénurie d'Avril à Août.

La production bananière est malheureusement menacée par de nombreuses contraintes. Il s'agit de problèmes liés à la prolifération d'agents pathogènes (champignons, nématodes, virus et bactéries) qui provoquent d'énormes dégâts au niveau des feuilles, des racines et du régime de bananes, ce qui entraîne une baisse de la production (TUSHEMEREIREWE *et al.* 2003 ; RANDY, 2004). Une autre limite à la culture bananière réside dans l'utilisation des rejets baïonnettes réduits à l'unité par pied-mère. Cet effectif réduit crée des problèmes de disponibilité des unités de propagation pour la création ou le renouvellement des exploitations bananières (TURQUIN, 2005). Par ailleurs, l'inhibition naturelle observée chez les rejets baïonnettes après leur séparation du bulbe parental constitue aussi un obstacle à la mise en place des plantations (ANNO, 1981). La résolution de ce problème passe par une levée de dormance de ces unités de propagation.

L'approche paysanne consiste à utiliser des rejets baïonnettes en quantité importante au détriment des rejet-écailles de petite taille et à les maintenir après récolte en séjour prolongé de 2 semaines avant leur plantation. Cette pratique culturelle réalisée de façon empirique a pour but de résoudre la problématique de disponibilité et de dormance des rejets baïonnettes. Habituellement, les rejets baïonnettes sont récoltés et stockés dans le champ afin de constituer une réserve d'unité de plantation. Cette conservation entraîne un départ d'eau des tissus par déshydratation. Ensuite les rejets baïonnettes sont mis en culture. La pratique de cette méthode traditionnelle trouve sa justification dans l'utilisation courante des graines de céréales séchées (mil, maïs, sorgho etc.) pour la mise en place des exploitations céréalières dans le cadre d'une production normale ou de contre-saison. En effet, les graines de céréales de façon courante ne sont pas immédiatement plantées après récolte. Un séchage traditionnel ou artificiel de ces graines se fait par la chaleur ou l'action des rayons solaires (la déshydratation) (WINFIELD et HART, 1983 ; CRUZ *et al.* 1988). Le tout étant de permettre à la graine de perdre suffisamment d'eau afin de rentrer dans un état de vie ralentie. Car Plus l'eau est libre dans la graine, plus elle y est disponible pour les réactions (biochimiques) d'altération. Par contre si elle est absente ou liée dans la graine, l'activité des substances chimiques (enzymes) est arrêtée. Le retour à la normalité nécessite pour certaines semences un traitement de levée de dormance et pour d'autres une plantation directe après un court trempage dans de l'eau (COME et al. 1984). De même, les plantes à tubercule telles que l'igname subissent un temps de déshydratation avant leur transfert en champ (KOUAKOU et DUMONT 1998 ; DUMONT *et al.* 2005). Cette pratique a pour but de lever l'inhibition dans

le matériel végétal et ainsi facilité l'émission du bourgeon axillaire organe régénérateur du pied chez l'igname (ZOUNDJIHEKPON *et al.* 1995 ; TOSTAIN *et al.* 2003). Tout ceci révèle l'importance de la conservation des tubercules pour la levée de dormance des boutures d'igname (ZOUNDJIHEKPON, 1997 ; DANSI *et al.* 1998).

Le choix de la déshydratation comme procédé de conservation des semences de céréales et des boutures d'igname est motivé par les avantages que présente cette méthode naturelle. En effet, l'utilisation de cette méthode ne nécessite pas de ressources financières. Elle est donc moins onéreuse. De plus, elle permet un taux de survie élevé des semences ou boutures tout en évitant une dénaturation brutale des tissus et des métabolites cellulaires.

Corrélativement à l'utilisation des rejets baïonnettes d'autres éléments de propagation de la plante ont été créés et valorisés à savoir : les vitroplants acclimatés et mis en champ (GUBBUK et PEKMEZCI, 2006 ; CHA-UM *et al.* 2007) ; les vivoplants issus d'une stimulation préférentielle du rhizome (MANZUR, 2001) et les méristèmes apicaux enrobés dans une matrice d'alginate (SADIK *et al.* 2007). Mais les coûts de revient onéreux et les comportements différenciés au champ ont rendu difficile la vulgarisation de ces unités de plantation en Côte d'Ivoire. Par conséquent, la rareté des semences demeure toujours et constitue aujourd'hui un des problèmes majeurs de la mise en place de nouvelles plantations.

Depuis la découverte des potentialités agronomiques des rejet-écailles, de leur importance (nombre élevé de 5 à 8) sur le rhizome du bananier plantain (SEGUIN et ANNO, 1986) ainsi que l'étude de leur morphogénèse (TURQUIN, 2005 et 2007) une nouvelle opportunité s'est offerte à la culture bananière. Ces rejet-écailles constituent un matériel nouveau de plantation possédant un fort potentiel agronomique. Toutefois, ils sont puissamment inhibés une fois détachés du bulbe parental. A l'instar des graines de céréales et des tubercules d'igname que se passerait-il si les rejet-écailles étaient stockés en champ après la récolte avant d'être mis en culture ? Autrement dit, comme cela est le cas pour les rejets baïonnettes ne serait-il pas possible de lever cette inhibition par la déshydratation des rejet-écailles ? Un des moyens pour contourner cette dormance naturelle des rejet-écailles serait de les conserver pendant un temps qu'il restera à déterminer. Cette approche permettra de disposer d'unités de plantation en quantité suffisante. En Côte d'Ivoire, la recherche sur la conservation des unités de propagation est encore fragmentaire. Les seuls travaux réalisés se rapportent aux essais sur la caractérisation pathologique *in vivo* du stress hydrique appliqué aux rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1 (BOYE *et al.* 2008).

La présente étude a pour objectif de contribuer à la résolution des contraintes de production du bananier plantain, dues à la faible disponibilité des semences, à travers la

valorisation et l'utilisation des rejet-écailles en passant par une déshydratation et des conditions d'éveil contrôlées.

L'hypothèse générale de notre travail peut être formulée comme suit : Il est possible de valoriser les unités de plantation que constituent les rejet-écailles en mettant en œuvre une déshydratation et des conditions d'éveil contrôlées.

Les sous hypothèses sont les suivantes :

1. la déshydratation des rejet-écailles est possibles jusqu'à 4 mois ;
2. l'éveil des rejets après des temps de déshydratation peut être conduit dans des conditions de cultures hydroponiques minimales ;
3. il est possible de mesurer les caractéristiques morphologiques, la diversité et la dynamique racinaires qui sont exprimées au cours de l'éveil en culture hydroponique minimale ;
4. les performances au champ des bananiers issus des rejet-écailles sont meilleures par rapport à celles des rejets baïonnettes.

Les résultats attendus sont les suivants :

- les rejet-écailles déshydratés sont disponibles ;
- les conditions de culture hydroponique sont maîtrisées ;
- les caractéristiques morphologiques, la diversité et la dynamique racinaires sont connus ;
- les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés sont performants au champ.

Ce mémoire comporte quatre chapitres. Après l'introduction, la revue bibliographie est présentée dans le chapitre I. Le matériel et la méthodologie de recherche utilisés sont abordés dans le chapitre II. Les résultats obtenus sont exposés dans le chapitre III. La discussion constitue le chapitre IV. Enfin, une conclusion et les perspectives terminent le document.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 GENERALITES SUR LE BANANIER

1.1.1. Origine et systématique

Les cultivars actuels de bananiers proviennent d'espèces sauvages séminifères originaires d'Asie du Sud-Est (de l'Inde à l'Ouest aux Philippines à l'Est, de la Malaisie au Nord à l'Australie au Sud), où se situe le centre primaire de diversification du genre. Son introduction en Afrique occidentale remonte, à l'instar d'autres plantes, au 16^e siècle (N'DABALISHYE, 1995). Ces cultivars se sont répandus dans toutes les régions intertropicales humides et chaudes, des plaines jusqu'à 2000 m d'altitude, débordant parfois dans certaines zones subtropicales. Des centres de diversification secondaire existent en Afrique de l'Ouest et Centrale (bananiers plantain) et sur les hauts plateaux d'Afrique de l'Est (bananes à cuire et à bière) (AKED et KYAMUHANGIRE, 1996).

La taxonomie des bananiers est assez complexe. Plusieurs auteurs s'y sont intéressés (EMBERGER, 1960 ; SIMMONDS, 1962 ; CHAMPION, 1963 ; BRICKELLE, 1980 ; ANNO, 1981 ; TEZENAS, 1985 ; HORRY, 1989 ; BAKRY *et al.* 2002).

D'après ces travaux, les bananiers sont des plantes herbacées, de la classe des Monocotylédones et de l'ordre des Scitaminales dans lesquels sont inclus les Cannaceae, les Maranthaceae, les Zingibéraceae, les Strelitziaceae et les Lowiaceae. Les bananiers appartiennent à la famille des Musaceae qui se compose de deux genres (*Musa* et *Ensete*) caractérisés par la présence d'un androcée non pétaloïde à 5 et 6 étamines. Les feuilles et les bractées sont en spirales, les fleurs mâles et femelles ou hermaphrodites sont séparées à l'intérieur d'une inflorescence ; les fruits (séminifères) possèdent plusieurs graines. Le genre *Musa* renferme à la fois des espèces séminifères à fruits comestibles et des espèces à fruits charnus sans graines (parthénocarpiques). Il se divise en quatre sections : Australimusa, Rhodochlamys, Callimusa et Eumusa. Parmi les *Musa* séminifères, deux espèces de la section Eumusa (*Musa acuminata* et *Musa balbisiana*) sont à la base de l'apparition des bananiers à fruits parthénocarpiques selon divers processus génétiques (CHEESMAN, 1933 ; KURZ, 1965 ; BAKRY *et al.* 2002) (Figure 1). Ces bananiers contiennent à la fois des génomes de l'une ou l'autre espèce selon l'hypothèse suggérée par SIMMONDS et SHEPERD (1955).

Les plantain sont, ainsi, des hybrides triploïdes ayant deux génomes de *Musa acuminata* et un génome de *Musa balbisiana*. Ce sont des cultivars du groupe AAB.

Les bananiers plantain du groupe AAB, se composent de deux sous groupes qui se distinguent par la présence de ou l'absence de l'axe floral mâle (ANNO, 1981) :

- si l'axe mâle est persistant, habituellement revêtu de survivances persistantes de fleurs mâles ou de bractées, ce sont des "French"
- si l'axe mâle est absent ou très tôt dégénérescent, ce sont des "Corne".

Les travaux de DE LANGHE (1961) sur les plantain du Congo ont contribué à mettre en relief la distinction entre ces sous-groupes. Les variétés exploitées, communément cultivées, sont appelées "Cultivars".

Le cultivar, qui fait l'objet de notre étude, appartient au groupe de triploïde (hybride de *M. acuminata* et de *M. balbisiana*) AAB de type *Corne*. Il s'agit du bananier plantain cultivar Corne1.

1.1.2 Géographie et écologie

1.1.2.1 Géographie

Le genre *Musa* se rencontre depuis les Indes jusqu'au Népal. Mais également en Birmanie, en Indochine, en Malaisie, en Indonésie, aux Philippines, en Nouvelle Guinée et dans quelques archipels de l'Est-Pacifique. Cependant, les travaux de JAIN (1965) sur les Musacées fossiles semblent montrer que cette répartition serait plus étendue. En Afrique, il se rencontre particulièrement dans la zone côtière du Golfe de Guinée et à l'intérieur de la forêt mésophile humide (FLINN, 1976), autour de l'équateur entre 10° de latitude, Nord et Sud (Figure 2). En Côte d'Ivoire, la zone de production du bananier correspond à la zone forestière. Elle s'étend entre le 5° et le 8° degré de latitude sud et entre le 3° et le 8° degré de longitude sud. La production de plantain a lieu particulièrement sur la bande côtière du Golf de Guinée (Figure 3).

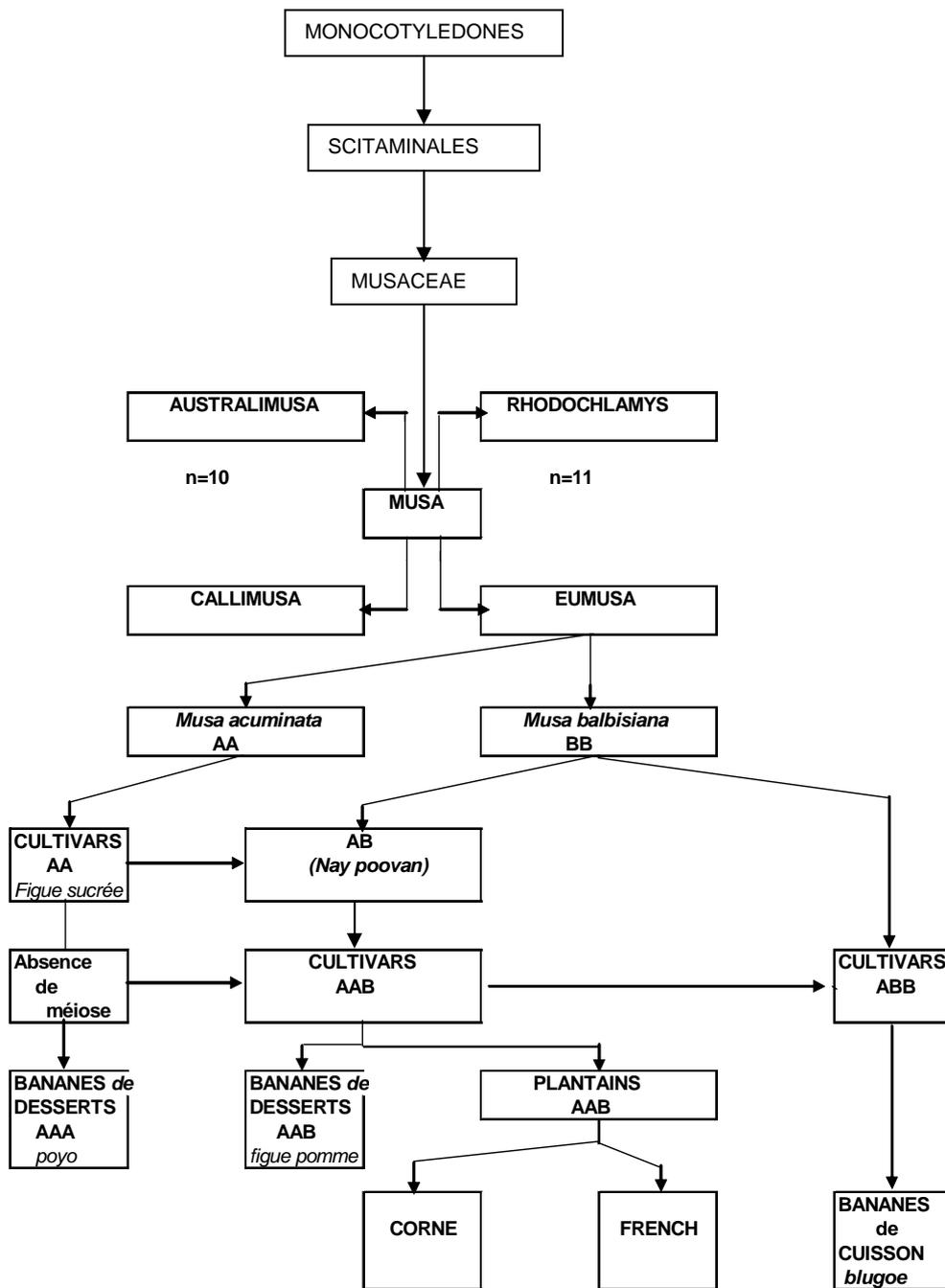


Figure 1 : Systématique des bananiers plantain

Source : Anno (1981)



Figure 2 : Aire de répartition des bananiers plantain en Afrique (à l'intérieur des latitudes 10 °Nord et 10 ° Sud).

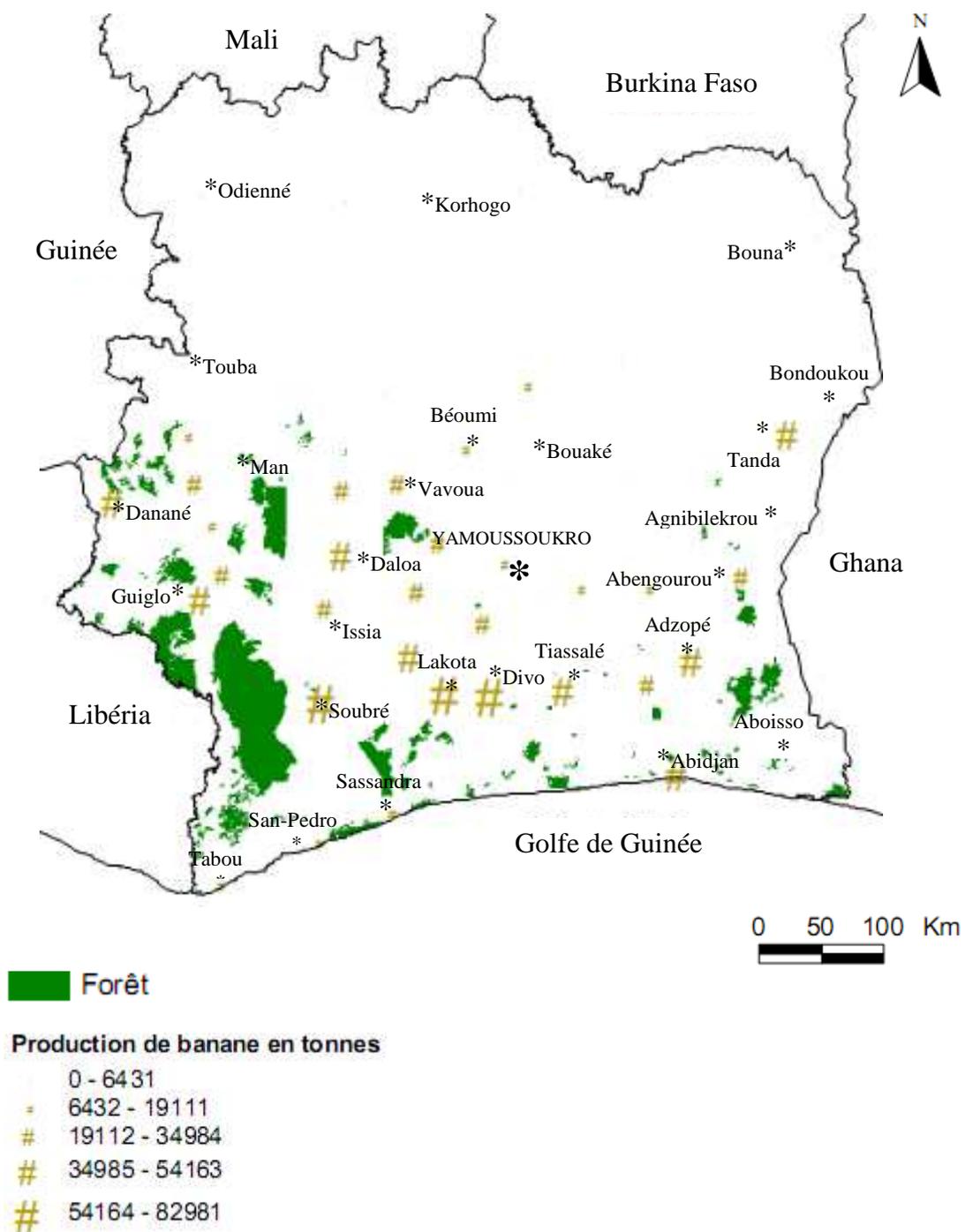


Figure 3 : Zones de culture du bananier plantain en Côte d'Ivoire

Source : données CCT-BNETD, 2002

1.1.2.2 Ecologie

Des conditions climatiques et pédologiques favorables sont nécessaires pour une bonne production (BAKRY *et al.* 2002). La pluviométrie pour la culture du bananier plantain doit être importante et bien répartie sur tous les mois de l'année. Elle varie de 1800 mm à 2000 mm par an, en général. Une température optimale annuelle voisine de 28 °C est favorable à la croissance bananière. Au-delà de 35 - 40 °C, des anomalies surviennent. En dessous de 24 °C, la vitesse de croissance baisse pour s'annuler entre 10 - 12 °C. Le bananier a besoin pour grandir d'un ensoleillement variant de 2000 à 2400 h / an. Une insolation brutale ou faible provoque un ralentissement de la croissance. De préférence, l'on recherche des zones protégées du vent, pour éviter des chutes dans les plantations. Si possible, l'on utilise des haies brise-vent.

Le sol des terrains en culture bananière doit être meuble, bien aéré La nappe doit se trouver au moins à 80 cm de profondeur. Le bananier supporte des pH de 3,5 à 8 en général, on essaye de l'amener entre 5,5 et 7,5 par des amendements. Le bananier a des besoins importants en azote et en potassium. A l'opposé, il est peu exigeant en magnésium (Mg), phosphore (P) et calcium (Ca) (TEZENAS, 1985).

1.1.3 Biologie

1.1.3.1 Description de la plante

La description du bananier, en général, a été faite par plusieurs auteurs (CHAMPION, 1963 ; SIMMONDS, 1966 ; ANNO, 1981 ; SERY, 1983 ; KWA, 1993 ; KOBENAN *et al.* 1997 ; SCHOOPS, 1997). Les bananiers plantain ne s'écartent pas de cette description (Figure 4). La description générale présentée ici du système souterrain et aérien du bananier est effectuée d'après celle d'ANNO (1981) et TEZENAS (1985).

- Système souterrain

Le système souterrain est composé essentiellement d'un organe souterrain appelé rhizome souche ou pied-mère. Ce dernier, désigné improprement sous le terme de tige souterraine, émet jusqu'à la floraison de nombreuses racines qui restent groupées dans la couche des 30 cm superficiel du sol. La nutrition en eau et en éléments minéraux dépend du système racinaire.

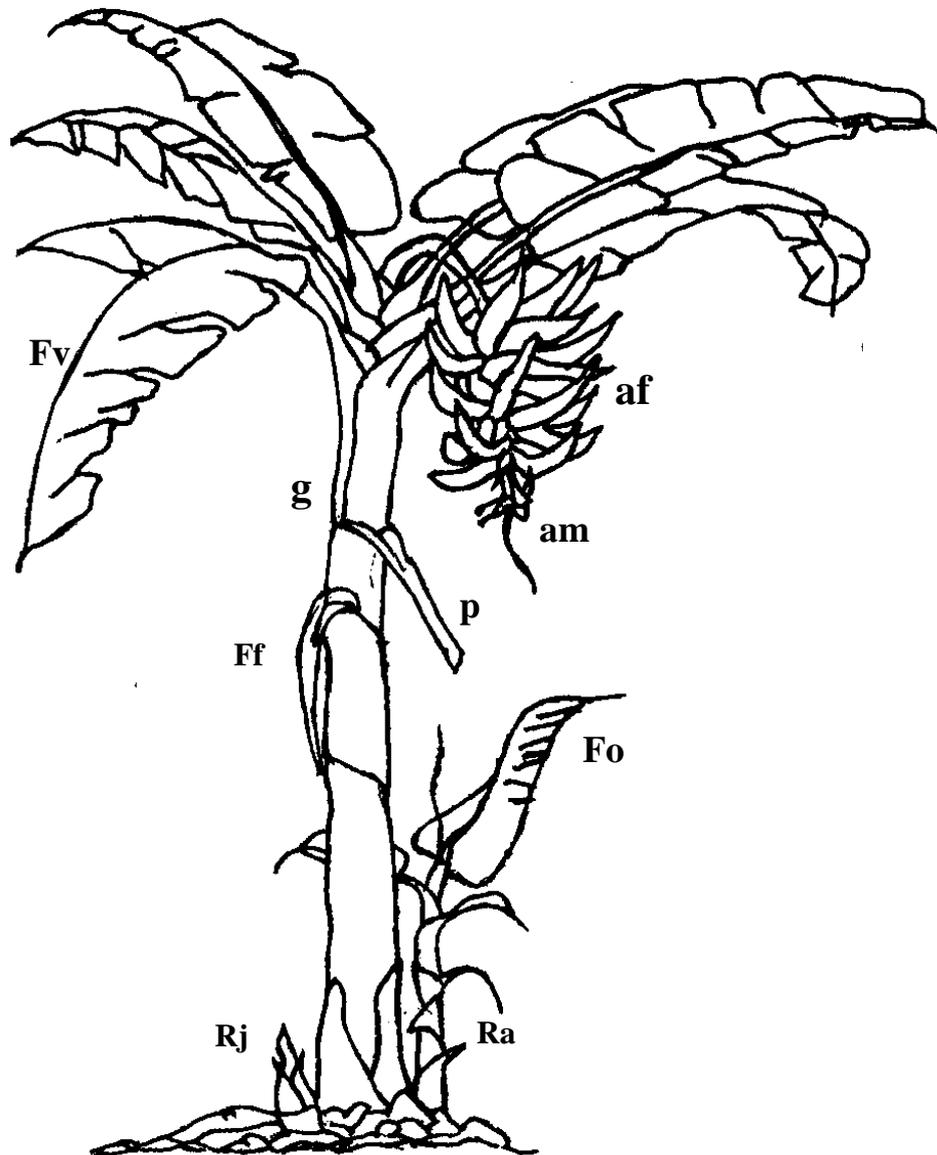


Figure 4 : Représentation schématique d'un bananier plantain, cultivar Corne 1

Source : ANNO (1981)

Feuilles vivantes (FV), jeune rejet (Rj), rejet adulte (Ra), feuille lancéolée (Fo),

feuilles fanées à limbes lacérés (Ff), gaines foliaires (g), pétiole (p), axe mâle (am), axe femelle (af)

Plus les racines seront nombreuses, longues et en bon état et plus le bananier absorbera dans le sol les éléments qui lui sont nécessaires. Le rhizome se ramifie également au niveau de la même assise génératrice pour donner des rejets, pour perpétuer le cycle de développement de la plante. Le méristème apical à ce stade émet des feuilles en disposition hélicoïdale (feuilles lancéolées, feuilles adultes ou fonctionnelles) qui appartiennent au système aérien (ANNO et LAMBERT, 1976).

- Système aérien

Les parties basales des feuilles s'élargissent en gaines foliaires, dont l'imbrication, selon une phyllotaxie spiralée, constitue le faux-tronc encore appelé pseudotrunc des bananiers. Il joue un rôle de soutien, de stockage des réserves minérales et hydriques et d'un rôle de conduction de la sève. La rigidité de ce faux-tronc tient essentiellement à sa forte teneur en eau et à la disposition particulière des fibres de ses vaisseaux.

Chez le bananier, la formation des feuilles a lieu au niveau de l'unique méristème du bulbe souterrain. Ces feuilles sont caractérisées par un polymorphisme évolutif (SKUTCH, 1930 ; BARKER, 1969 ; ANNO, 1981). Pour ANNO (1981), ce polymorphisme n'est pas seulement une transformation qualitative mais aussi une modification quantitative qui se propage et se développe au cours du cycle floral. Selon cet auteur, deux phases se distinguent dans l'ontogenèse du bulbe. L'action du polymorphisme se manifeste d'abord de façon apparente sur la forme et les dimensions foliaires du stade juvéniles, puis de façon perceptibles mais caractéristiques sur les dimensions foliaires du stade adulte (ANNO, 1981). De ce qui précède, il ressort que la phase juvénile est caractérisée par un polymorphisme apparent où la feuille passe du stade d'écaille foliaire à celui de feuille lancéolée (Figure 5) par une série de modifications perceptibles jusqu'à la feuille lancéolée de 4^e ordre (Fo). Le terme de lancéolée, se rapporte à l'extrémité distale de la feuille. Après la formation des feuilles lancéolées dont le nombre (1, 2, 3 ou 4) varie avec la vigueur de la plante, apparaît la première feuille fonctionnelle (F1) illustrée par la figure 6. Cette feuille est caractérisée par une troncature gauche au sommet du limbe au niveau du filament précurseur, une nervure centrale, une gouttière pétiolaire et une gaine pétiolaire (Figure 6). La forme de la feuille est alors définitive ; c'est la phase de feuille adulte ou feuille fonctionnelle. Dans les conditions optimales de croissance, le bananier émet un nombre déterminé de feuille (35 à 45 feuilles). Le nombre théorique de feuille dépend du cultivar (TEZENAS, 1985).

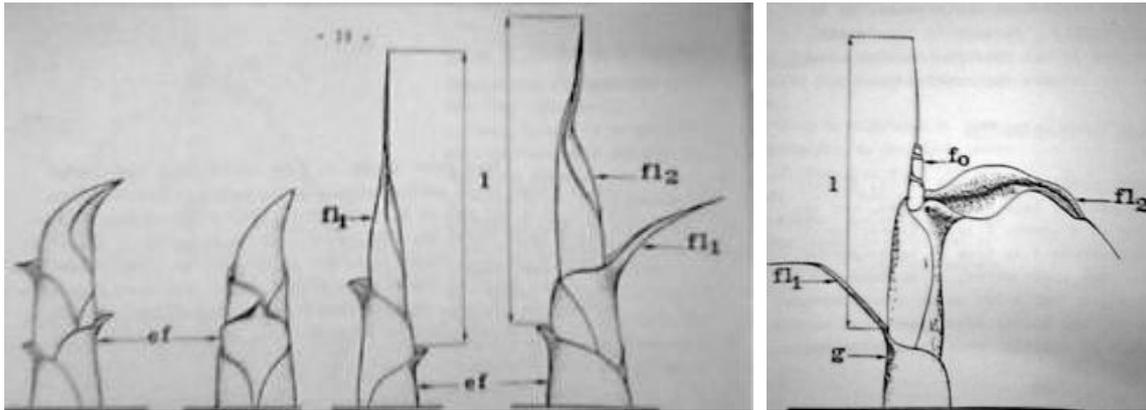


Figure 5 : Polymorphisme des feuilles de bananier plantain qui passent du stade écailles foliaires à celui de feuilles lancéolées

Source : ANNO (1981)

(ef) écaille foliaire ; (fl₁) feuille lancéolée de premier ordre, (fl₂) feuille lancéolée de deuxième ordre, (fo) feuille origine ; l = longueur au cours des prises de mesures ; g = gaine foliaire enveloppante.

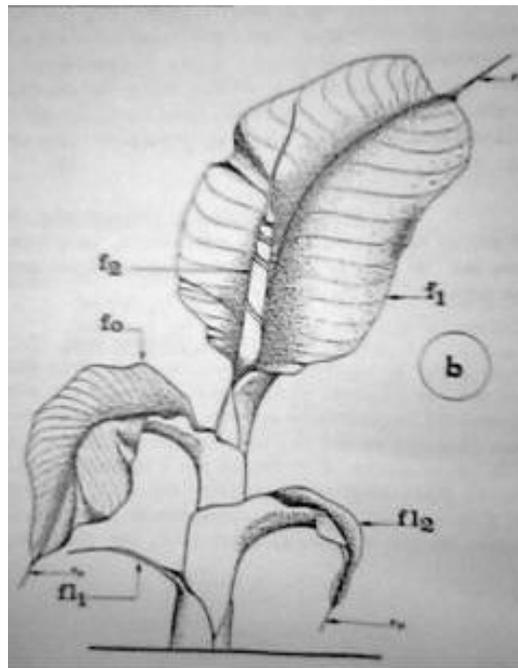


Figure 6 : Première feuille fonctionnelle d'un rejet en phase adulte

Source ANNO (1981)

(ef) écaille foliaire ; (fl₁) feuille lancéolée de premier ordre, (fl₂) feuille lancéolée de deuxième ordre, (fo) feuille origine ; l = longueur au cours des prises de mesures ; g = gaine foliaire enveloppante.

La formation des fleurs qui entraîne la montée de la hampe inflorescentielle a été particulièrement étudiée par BARKER et STEWARD en 1962. L'inflorescence qui apparaît au centre du bouquet foliaire comprend :

- des fleurs femelles, disposées par groupe en deux rangées imbriquées et pressées entre la bractée qui recouvre l'inflorescence et le bourgeon sous-jacent ; un groupe de fleurs femelles s'appelle « main » et par analogie, les fruits sont appelés « doigts ».
- des fleurs mâles, qui apparaissent le long de l'axe inflorescentiel après les fleurs femelles selon la même disposition ; le processus de leur formation se poursuit bien au-delà de la formation des fruits.

A maturité l'ensemble des fruits constitue le régime de bananes. Les plantain étant parthénocarpiques, la transformation des ovaires femelles en fruits se fait sans fécondation préalable. De ce fait, le fruit ne renferme pas de graines. Ce sont des triploïdes stériles (DE LANGHE, 1961) dont la reproduction se fait à partir du bulbe souterrain par bourgeonnement d'éléments reproducteurs que sont les rejets. Dans la vie du bananier, il y a donc une phase végétative durant laquelle le même méristème apical produit des feuilles, puis une phase florale durant laquelle il donnera des pièces florales (bractées, fleurs femelles ou mâles).

1.1.3.2 Caractéristiques du sous-groupe de plantain

Selon ROWE (1976) le sous-groupe des plantain renferme deux types de cultivars représentés par les « French » et les « Corne ».

- Cultivars de type "French"

Les cultivars de type "French" se distinguent par un nombre élevé de mains, (6 à 10), de doigts relativement courts mais nombreux. L'inflorescence est complète, le bourgeon mâle est toujours présent, la hampe florale porte de nombreuses fleurs hermaphrodites et mâles persistants. Les cultivars de type "French" géants (Figure 7 A) émettent plus de 40 feuilles, avant la floraison, leur nombre de mains est supérieur à 10. Les cultivars de type "French" géants ont des cycles relativement longs (15 à 18 mois). Les cultivars de type "French" moyens (Figure 7 B) émettent entre 24 et 38 feuilles avant la floraison. Leurs cycles sont d'une durée moyenne de 12 à 15 mois. L'inhibition des rejets est faible. Le poids des régimes varie entre 15 et 30 kg (ANNO, 1981 ; TEZENAS, 1985).

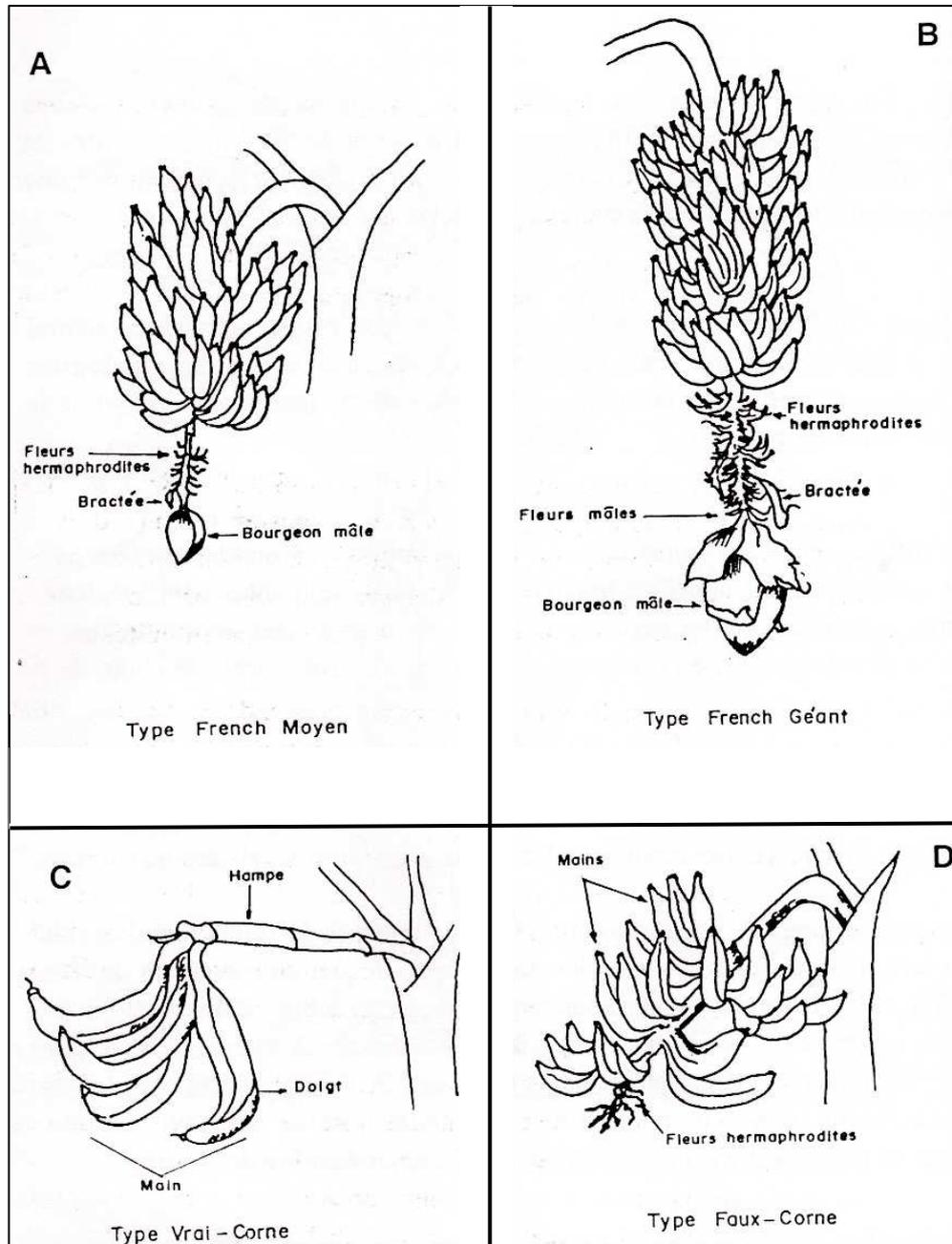


Figure 7 : Caractéristiques des cultivars de bananiers plantain de type Corne 1 et French

Source : TEZENAS Du Montcel (1985) cité par TURQUIN (1998)

- Cultivars de type "Corne"

Les cultivars de type "faux Corne" (Figure 7 C) se distinguent par un nombre peu élevé de mains (3 à 6), des doigts longs et gros mais peu nombreux. L'inflorescence est incomplète ; le bourgeon mâle disparaît à maturité. Après la dernière main de bananes, la hampe porte quelques fleurs hermaphrodites. Les types "faux Corne" ont un cycle relativement court (inférieur ou égal à 12 mois). L'inhibition des rejets est faible et leur nombre est élevé. Le poids des régimes varie entre 5 et 10 kg. Les cultivars de type "vrai Corne" (Figure 7 D) n'ont que 1 à 3 mains. Leurs doigts sont très longs et souvent très gros mais ils sont très peu nombreux (moins de 10). L'inflorescence est incomplète. Les "vrais Corne" ne présentent pas d'intérêt pour l'agriculteur (ANNO, 1981 ; TEZENAS, 1985).

1.2 SYSTEME DE CULTURE DU BANANIER

1.2.1 Cultures traditionnelles sans intrants

La culture dite « de case » consiste à planter des bananiers plantain aux abords des maisons afin que ceux-ci profitent au maximum des ordures ménagères. C'est, en général, dans ce type de culture que l'on voit les plus beaux bananiers. Les cendres provenant du foyer sont dispersées autour des touffes formées par les bananiers apportant des éléments minéraux et, aux dires des paysans, jouant un rôle insecticide contre le charançon du bananier (TEZENAS, 1985)

Avec le développement de l'urbanisation dans de nombreux pays tropicaux, les bananes sont de plus en plus souvent produites dans des arrières cours, le long des routes, et en ville sur des terrains vagues. Cette production péri-urbaine est devenue une source très importante d'énergie et de vitamines pour les citadins (ANONYME, 2001). Le système de culture associée repose sur des combinaisons de différentes cultures, chacune exploitant un espace souterrain et aérien différent. Le bananier est, généralement, cultivé en association avec le piment, le manioc et la tomate.

1.2.2 Culture intensive

Dans ce système de culture, la production bananière est destinée à la vente sur les grands centres urbains les plus proches voire à être exportée (N'DABALISHYE, 1995). Les plantations sont de deux types : plantation en culture pure et plantation en culture intercalaire.

1.2.2.1 Plantation en culture pure

Chaque parcelle est composée d'un seul cultivar. Le matériel sélectionné est aussi homogène que possible. La densité de plantation est fonction des caractéristiques du climat, du sol, du cycle de culture et des cultivars utilisés. Plus la densité sera élevée, plus les cycles seront longs et plus les poids moyens des régimes seront faibles (TEZENAS, 1985)

D'autres dispositifs peuvent être utilisés :

- plantation à faible densité avec remplacement des pieds morts au cours des cycles ;
- plantation à très forte densité avec des cultivars de type "faux Corne" en espérant récolter le maximum de fruits au premier cycle ;
- une technique particulière consiste à planter avec des écartements doubles entre les lignes pour permettre sur la même parcelle une seconde plantation décalée dans le temps, en intercalaire de la première (N'DABALISHYE, 1995).

1.2.2.2 Plantation en culture intercalaire

Les dispositifs de plantation en culture intercalaire sont fonction de la culture principale et l'accent mis par le planteur sur tel ou tel facteur : productivité, ombrage, importance accordée à la culture du plantain par rapport à l'autre culture. Les cultures les plus couramment cultivées avec le plantain sont : cultures vivrières (maïs, manioc, légumineuse, patates douces), cacaoyer ou le caféier, hévéa (N'DABALISHYE, 1995).

1.3 VALEUR NUTRITIVE ET SOCIO-ECONOMIQUE DU BANANIER PLANTAIN

Le bananier plantain est une plante dont l'importance se situe à différents niveaux : nutritionnel et socio-économique.

1.3.1 Au niveau nutritionnel

Les estimations de la FAO ont montré que 842 millions de personnes souffrent de sous-alimentation dans le monde (ANONYME 3, 2004). L'approvisionnement de cette population passe par une diversification des cultures vivrières notamment par l'utilisation de la banane plantain (MOURICHON, 1995).

Certaines parties du bananier, notamment les feuilles sont utilisées pour l'alimentation du bétail (OTEGBAYO, 2002). Le pseudotrunc, la pulpe et la pelure sont utilisés pour la fabrication de la bière et du vinaigre. En Afrique centrale et orientale, le jus des fruits mûrs de certains cultivars est utilisé pour obtenir une bière à faible teneur en alcool (ANONYME 7, 2003). La banane est particulièrement riche en éléments minéraux tels que le fer et le potassium. De même, elle constitue une bonne source de vitamines C, B6 et A et également d'oligoéléments, glucides et fibres (Tableau I). La banane, de ce fait, peut être utilisée pour suppléer les carences minérales chez l'homme. Elle peut être utilisée comme engrais minéral. Dans le même temps, son niveau de protéines est faible et elle ne contient quasiment pas de matières grasses (ANONYME 8, 2007). La banane pourrait donc constituer un complément utile à l'équilibre des rations alimentaires (KOTZ et GAU, 2002), dans les pays en voies de développement.

1.3.2 Au niveau socio-économique

Le bananier est une plante utilisée en phytothérapie, notamment par les tradipraticiens africains contre certaines affections. Son fruit possède des propriétés thérapeutiques, notamment contre les affections digestives, circulatoires et rhumatismales (RABBANI *et al.* 2001 ; 2004 ; PANNANGPETCH *et al.* 2001). Ainsi, la leucocyanidine du bananier protège-t-elle la muqueuse gastrique contre les effets secondaires de l'aspirine (LEWIS & SHOW, 2001). Les bananes, avec leur composition voisine de celle de la muqueuse stomacale, joue un rôle dans le traitement de l'ulcère gastrique. Par ailleurs, le pseudotrunc et la pulpe sont utilisés pour la production de bioéléments comme l'essence et le biogaz. Les bananiers et bananiers plantain fournissent beaucoup de fibres très utilisées dans la fabrication de certains papiers et de cordage (INIBAP, 2001). Le pseudotrunc est également utilisé pour la confection de vêtements, des chapeaux, de filets et de billets de banques. La banane est aussi une plante ornementale. Ses feuilles sont aussi utilisées comme matériau de couverture, colliers, parapluie, assiette biologique. Les fleurs de certains bananiers rentrent dans la confection des bouquets de fleurs (RIAZ et SURRENDE, 1998).

L'industrie de la banane engendre une source importante de revenus, d'emplois et recettes d'exportation pour la majeure partie des pays **exportateurs**. De nombreuses plantations de bananiers réalisées emploient du personnel et utilisent beaucoup d'intrants, d'où son intérêt économique indéniable. La banane et la banane plantain occupent la 4^e place des productions vivrières dans le monde après le riz, le blé, et le maïs.

Tableau I : Valeur alimentaire et nutritionnelle de la banane

Source : FAO, 1972

Constituants	Banane (Cavendish)	Plantain
Eau (g)	71,6	68,2
Glucides (g)	25,5	29,3
Protides (g)	1,2	0,9
Fibres (g)	0,6	0,4
Lipides (g)	0,3	0,2
Cendres (g)	0,8	1
Energie alimentaire(Kj)	425	476
Ca (mg)	12	19
P (mg)	32	38
Fe (mg)	0,8	0,6
K (mg)	401	352
Na (mg)	4	3
Equi. carotène (µg)	225	475
Thiamine (mg)	0,03	0,15
Riboflavine (mg)	0,04	0,06
Acide ascorbique (mg)	0,6	0,7

Elles constituent une ressource alimentaire importante pour la plupart des pays tropicaux et contribuent ainsi à leur sécurité alimentaire. La banane dessert qui fait l'objet d'échanges internationaux, vient en deuxième position après les agrumes (ANONYME 9, 2001). En 2003, la production mondiale de banane et banane plantain était de 102 685 000 t. L'Inde avec 24 % de la production mondiale en était le premier producteur. Les exportations totales de banane ont représenté 15,5 Mt avec l'Equateur qui fournit à lui seul 27 % des exportations mondiales (ANONYME 3, 2004). La Côte d'Ivoire avec 2% de la production mondiale exportait 767.000 t de banane et banane plantain, occupant ainsi le huitième rang mondial devant le Brésil et le Cameroun. La consommation nationale de banane plantain est estimée à 700.000 t par an avec une consommation par tête d'habitant évaluée à 90 kg (ANONYME 5, 1997 et ANONYME 6, 2004).

1.4 REGENERATION ET CONSERVATION DES UNITES DE PROPAGATION

1.4.1 Eléments de régénération des bananiers

La mise ne place des bananeraies traditionnelles se fait avec les rejets baïonnettes (LASSOURDIERE, 1978 ; ANNO, 1981 ; TEZENAS, 1985) qui sont réduits à l'unité par pied-mère ; entraînant du coup un problème de disponibilité des unités de propagation pour le renouvellement de plantation. D'un autre côté la production bananière est constamment menacée par de nombreuses contraintes dont certaines sont liées à des agents pathogènes (champignons, nématodes, virus et bactéries) et d'autres rattachés à des facteurs abiotiques (climat, sol, environnement) ce qui limite le rendement des bananiers (TUSHEMEREIRWE *et al.* 2003 ; RANDY, 2004).

Dans ce contexte délétère, plusieurs aspects de la multiplication végétative ont été étudiés pour assurer la pérennité de la plante (NALINA *et al.* 2006 ; NOUPADJA *et al.* 2007). Ces derniers ont mis en évidence l'utilisation de diverses unités de propagation pour la régénération des bananiers. Ces éléments de plantation ont été créés dans le but de contribuer à l'essor de la culture bananière. Il s'agit entre autre des vitroplants obtenus à partir de la culture *in vitro* de tissus de bananiers. Ces derniers conservés dans des vitrothèques sont acclimatés et utilisés pour la reconstitution des plantations (COX *et al.* 1960 ; BERG et BUSTAMANTE, 1974 ; MOLINA, 1987 ; MATEILLE et FONCELLE, 1989 ; GUBBUK et PEKMEZCI, 2006 ; CHA-UM *et al.* 2007).

La stimulation préférentielle du rhizome à partir des substances hormonales a permis de mettre au point des vivoplants qui sont des œilletons, futurs plants de bananiers, destinés à la plantation (WILSON *et al.* 1987, CORDEIRO et DOS SANTOS, 1991 ; MANZUR, 2001).

Dans le souci de mettre au point des unités de propagation performantes, des essais d'encapsulation des méristèmes apicaux ont conduits les chercheurs à les enrober dans une matrice d'alginate pour servir de " semences " artificielles (RAO *et al.* 1992 ; SADIK *et al.* 2007).

Des études plus poussées au niveau cellulaire ont montré l'intérêt des protoplastes et des embryons somatiques pour l'amélioration variétale et la régénération du bananier (NOVAK *et al.* 1989 ; MAS, 1991. ASSANI *et al.* 2005 ; BAKRY *et al.* 2008).

En Côte d'Ivoire, l'utilisation des rejet-écailles (habituellement éliminés) stimulés par des phytohormones comme unités de propagation pour le démarrage des exploitations bananière a été prouvée (TURQUIN, 1998 ; 2007). Ces unités de propagation peuvent à la fois être utilisées pour les plantain et les bananes de dessert.

1.4.2 Conservation des unités de propagation

Une des difficultés de la culture bananière réside dans la conservation des unités de propagation. Toutefois, des méthodes de conservation ont été mises au point avec des succès variés. Différents chercheurs (BETTENCOURT *et al.* 1992 ; SHARROCK et ENGELS 1997) ont expérimenté la conservation *in situ* ou *ex situ* des plants de bananiers qui consiste en une culture en champ sous forme de parcelle de collections. Mais ces collections ont été souvent détruites par des maladies. Par ailleurs, la conservation génétique au moyen de semences a été utilisée. Cette dernière a été possible uniquement pour les bananiers sauvages, leurs homologues cultivés étant sans graines viables. L'inconvénient, est la germination lente et erratique des semences (CHIN, 1995). RAO *et al.* (1992) ont proposé l'encapsulation des méristèmes apicaux pour servir de semence. Cependant, la longueur du cycle de production a conduit les chercheurs à explorer d'autres voies. Ainsi, la cryoconservation des tissus qui consiste en une conservation à long terme du matériel génétique a été étudiée (INES *et al.* 1998 ; PANIS et THINH, 2001). Elle est basée sur une technique de surgélation qui peut laisser apparaître une désorganisation cellulaire à la reprise. Corrélativement à ces travaux, les collections *in vitro* issues de la culture *in vitro* d'explants de bananiers plantain ont été expérimentés (BAKRY *et al.* 1985 ; INES *et al.* 1998 ; BAKRY, 2008). Toutefois, les coûts de revient onéreux et les comportements différents des vitroplants au champ ont rendu

difficile la vulgarisation de cette technique. En Côte d'Ivoire, la recherche sur la conservation des unités de propagation est encore fragmentaire. Les seuls travaux réalisés se rapportent aux essais sur la caractérisation pathologique *in vivo* du stress hydrique sur les rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1 (BOYE *et al.* 2008).

1.5 NOTION DE STRESS HYDRIQUE

Le stress hydrique se définit comme une pression hydrique dans la plante liée à un manque ou un excès d'eau et qui se traduit par une perturbation du métabolisme. Ainsi, pour GIRARDIN (1999) il y a stress hydrique quand l'état hydrique perturbe le métabolisme. Ce qui a des répercussions directes plus ou moins rapides sur la croissance des organes et leur développement.

1.5.1 Détection et mesure du stress hydrique

Le flétrissement des feuilles dû à une perturbation des fonctions métaboliques peut permettre de détecter le stress hydrique. Il peut également être mesuré par le biais de la variation de l'état hydrique de la plante qui résulte de l'évolution comparée de l'absorption, de la transpiration et de la mise en réserve de l'eau dans la plante. Divers techniques permettent de l'estimer notamment en se référant aux travaux de GIRARDIN (1999) :

- la micromorphométrie consiste à mesurer les micro-variations du diamètre de la tige qui révèle des variations de l'état hydrique du végétal ;
- la mesure de flux de la sève détermine son débit dans le xylème (vaisseaux du bois) ;
- la radiométrie infrarouge mesure la température de surface culturale sachant qu'elle est d'autant plus élevée quand le stress hydrique subi est important.

La détermination de l'état du sol peut aussi être un moyen d'apprécier le niveau du stress hydrique. Connaissant la valeur-seuil au-delà duquel la plante subit un manque d'eau, la mesure des différences de variation de la teneur en eau du sol (ou du potentiel hydrique) permet de révéler l'état de stress de la plante. Un relevé régulier des tensions (2 à 3 jours), à une température donnée du sol permet de suivre la force de liaison de l'eau du sol à la profondeur où est posée une sonde (HELLER *et al.* 2001).

L'évapotranspiration peut révéler l'état d'alimentation en eau de la plante. En effet, on nomme évapotranspiration, l'ensemble de l'eau perdue par la végétation due à la transpiration et par le sol liée à l'évaporation. Elle comprend plusieurs composantes : l'évapotranspiration

potentielle (ETP) déterminée par les conditions climatiques (rayonnement, température, humidité de l'air, vent), l'évapotranspiration réelle (ETR) qui est égale à l'ETP lorsque l'alimentation en eau n'est pas limitante. La différence entre ETR et ETP traduit le déficit hydrique auquel est soumis le végétal. La plupart du temps l'estimation de ces paramètres, par le biais du coefficient cultural, se réfère à une mesure directe de l'humidité du sol ou de l'état hydrique de la plante (VILAIN, 1997), ce qui est souvent une tâche ardue.

D'une autre façon, l'appréciation de l'état d'alimentation en eau d'une culture par le bilan hydrique, est possible. La variation d'eau du sol est en partie liée à la perte d'eau, directement issue de l'évapotranspiration réelle. Il est possible d'apprécier le stock d'eau du sol (SES), qui revient, à la détermination du stock d'eau initial (SEI) et les apports d'eau annexes (AEA) tels que les précipitations, l'irrigation à l'exclusion des pertes d'eau (PE) dues à l'évapotranspiration réelle, l'eau de ruissellement et les flux verticaux. Ce qui, selon TARDIEU et BETHONOD (1990) aboutit à la formule suivante : $SES = (SEI + AEA) - PE$.

Le plus souvent l'ETR se détermine sans tenir compte des pertes d'eau par ruissellement et flux verticaux qui sont négligeables. Selon ces auteurs, il est très difficile d'avoir une réponse claire et nette, basée sur un indicateur hydrique le plus pertinent qui puisse rendre compte d'une possible relation stress hydrique et rendement végétal. Ainsi, les travaux de TARDIEU et BETHONOD (1988) portant sur trois indicateurs du potentiel hydrique (réserve en eau du sol, mesure du potentiel hydrique du sol par tensiomètre, mesure du potentiel hydrique foliaire et conductance stomatique des feuilles), ne donnent-ils pas de résultats concluant dans trois types de situations (essai en pot, essai au champ, essai en champ avec sol tassé).

1.5.2 Conséquences du stress hydrique

La production agricole dans le monde est fortement limitée par des stress abiotiques tels que la température, la salinité et la toxicité minérale (par exemple aluminique). Le principal agent de ces contraintes reste cependant la sécheresse. Elle provoque en effet des chutes très importantes de rendements, et également des variations d'une campagne à l'autre (RUIVENKAMP et RICHARDS, 1994).

La croissance cellulaire est affectée par le manque d'eau. Les feuilles et les autres organes sont davantage concernés que les racines ; pour ces dernières, la réaction est variable suivant le type de racines (les secondaires sont plus touchées que les primaires), et le long de la même racine (extrémité plus touchée). La période pendant laquelle la plante subit les stress

hydriques influe sur les types d'organes affectés. Un stress hydrique, survenu à la floraison, induit, chez les luzernes annuelles du genre *Medicago* L., une réduction importante de la production de gousses et de graines ; alors que cette réduction est moindre pendant la phase végétative (CHEBOUTI *et al.* 2000).

Le développement de la plante est également perturbé par un déficit en alimentation hydrique suivant la période à laquelle il intervient. Pendant la phase végétative, le stress hydrique retarde par exemple la sortie de la panicule et des soies chez le maïs (TARDIEU et BETHONOD, 1988). Un retard à la floraison dû au stress se répercute sur le développement. Aussi, pendant la phase de remplissage des grains, le manque d'eau provoque-t-il une sénescence accélérée des feuilles. Ce qui a une incidence sur la qualité des graines et le rendement. En général, les déficits hydriques longs se traduisent par des changements progressifs dans la structure de la plante, qui visent à réduire sa surface foliaire, mais qui induisent également une baisse de sa production. Au début du cycle végétatif, la plante ajuste sa taille à l'eau disponible dans le milieu en réduisant la surface et/ou le nombre de ces feuilles, et le nombre des organes d'accumulation. Ainsi, ses besoins en eau sont-ils plus faibles et sa biomasse réduite ; elle reste capable de produire des semences, mais moins nombreuses. Durant la seconde partie du cycle végétatif, c'est par une sénescence accélérée des feuilles et l'avortement de graines que les réductions des tailles des organes s'opèrent (LELIEVRE, 1999).

La capacité de survie des plantes est leur aptitude à rester vivantes pendant une sécheresse sévère et prolongée (plusieurs semaines à plusieurs mois), et à reprendre leur croissance et leur développement en cas de réhydratation. Chez les plantes herbacées vivaces, les longues sécheresses provoquent un arrêt rapide de la croissance et de l'initiation d'organes nouveaux, puis survient la sénescence des feuilles ; la survie n'est ensuite assurée que par le maintien de méristèmes aériens (bourgeons) et de racines. Dans les zones sèches des pays tropicaux, les peuplements herbacés remplissent de nombreuses fonctions (paillage, lutte contre l'érosion des sols).

Cette aptitude de survie à la sécheresse est rendue possible par la combinaison de plusieurs mécanismes : adaptation du cycle de développement de la plante au cycle climatique, accumulation de réserves glucidiques en début de sécheresse, tolérance des bourgeons à des niveaux élevés de déshydratation (TARDIEU et DREYER, 1997).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL VEGETAL

L'étude a porté sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes de bananier plantain *Musa* AAB cv Corne 1 (Figure 8) hybride de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana*. Ce choix a été motivé, non seulement par l'utilisation courante des rejets baïonnettes pour la mise en place des champs, mais aussi par l'intérêt agronomique potentiel avéré des rejet-écailles. Ces rejets proviennent des plantations bananières du centre national de recherche agronomique (CNRA) d'Azaguié. Un code intégrant les initiales des rejets, le temps de déshydratation et la durée de culture hydroponique a été attribué à chaque rejet (Exemple Ec1,15). Ce code a également servi à distinguer les lots de rejets. Pour la conduite de l'expérimentation, le code identifiant chaque lot d'individus a été maintenu.

2.1.1 Rejet-écailles

Les rejet-écailles sont des bourgeons au stade de feuilles réduites à la nervure principale et enroulées sur elles-mêmes sans limbe différencié. Il y a deux catégories de rejet-écailles selon leur insertion sur le rhizome souterrain parental (ANNO, 1981). Le type "a" est superficiel, tandis que le type "b" est inséré profondément. Les rejets de type "b" (rejets *b*) ont une origine souterraine et apparaissent toujours en surface au voisinage du pied-mère. Les rejet-écailles se transforment en plantes adultes en passant par divers stades de développement. La partie aérienne est bien développée, le bulbe est pourvu de racines pouvant atteindre 20 cm. Du fait de leur fréquence élevée, et de leur bonne tenue en champ (TURQUIN, 1998) seuls les rejets *b* ont été retenus pour les expérimentations d'amélioration végétale.

2.1.2 Rejets baïonnettes

Les rejets baïonnettes sont des rejets attenants au pied-mère et ayant produit plusieurs feuilles lancéolées (CHAMPION, 1966 ; ANNO, 1981). Ce sont des rejets au stade de feuilles lancéolées dont la taille est variable (30 à 150 cm de hauteur) (SPEIJER et DE WAELE, 1997). Ce stade est caractérisé par un allongement beaucoup plus important des gaines écailleuses. Celles-ci présentent à leur extrémité apicale des limbes étroits sous forme de «pincés lancéolées». La pigmentation de ces limbes écailleux passe progressivement du vert violacé au vert pâle, caractéristique de la jeune feuille du bananier. Ils passent par une phase évolutive qui les amène au terme de la production de feuilles lancéolées à la feuille origine (Fo) à limbe large.

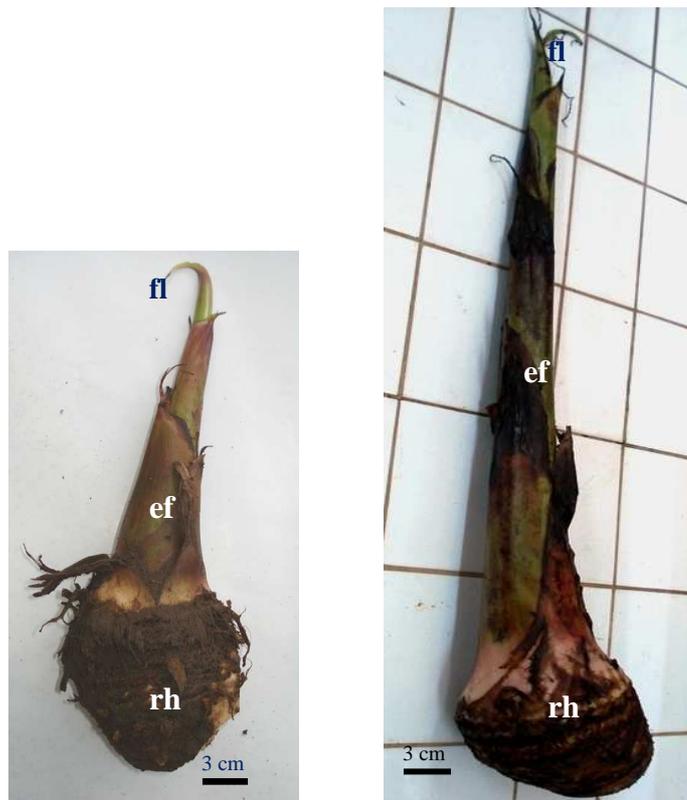


Figure 8 : Rejets frais de bananier plantain cv Corne 1 débarrassés de leurs racines

écaille foliaire (ef); rhizome (rh); feuille lancéolée de premier ordre (fl)

A) Rejet-écaille

B) Rejet baïonnette

2.2 METHODES

2.2.1 Choix des sites d'étude

Le choix des sites a été guidé par la nécessité d'établir des conditions contrôlées pour l'étude de la déshydratation et le souci de disposer d'un terrain potentiellement favorable à la culture bananière.

Le Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Université de Cocody a été retenu pour le traitement hydrique des rejets. Les cultures se sont déroulées sous conditions contrôlées, en salle climatisée de jours longs (JL), à une photopériode de 14 h. La température de la salle a été maintenue à 22 ± 2 °C avec un degré hygrométrique de 60 %, mesuré par un thermohygromètre de type TFA Dostmann/wertheim. L'intensité lumineuse était d'environ 7000 lux.

Une prospection sur le terrain a permis de localiser les contours de la parcelle expérimentale sise au sein de l'Université d'Abobo-Adjamé à l'aide d'un GPS 72 GARMIN. Les études au champ se sont déroulées sur ce site localisé entre 5 ° 23 ' de latitude Nord et 4 ° 11 ' de longitude Ouest. Elle s'étend sur une superficie d'environ 0,5 ha. Cette portion de terre a été cultivée depuis plusieurs années en bananiers. Le sol est un plateau sablo-latéritique (ANNO, 1981 ; BAMBA, 2002 ; SERY, 2005).

2.2.2 Culture des rejets en conditions contrôlées au laboratoire

2.2.2.1 Prélèvement et calibrage des rejets

Les rejets ont été prélevés dans la matinée aux heures fraîches et soumis à un parage (élimination des particules terreuses et des racines). Ils ont été ensuite rincés abondamment et disposés sur du papier absorbant pendant 10 min afin d'éliminer l'eau de rinçage.

Après séchage, les échantillons biologiques ont été pesés sur une balance de précision de type Sartorius MC1+LC2201 (B17519). Ces mesures ont permis le calibrage qui consiste en un regroupement des rejets de bananiers plantain de masses proches. Elles varient de 300 g à 600 g pour les rejet-écailles et 600 g à 1000 g pour les rejets baïonnettes conformément aux travaux de TURQUIN (1989). Une corrélation existe en effet entre le stade de développement et le paramètre masse des rejets.

2.2.2.2 Déshydratation des rejets

La déshydratation a été obtenue par évaporation normale de l'eau contenue dans les rejets. Elle a consisté en extraire tout ou partie de l'eau de l'organisme végétal et à été considérée comme un stress hydrique. Les échantillons ont été regroupés en 2 lots : les rejets non déshydratés et les rejets déshydratés après expérience. Ces derniers ont été disposés sur un support sec, en condition contrôlée au laboratoire.

Régime d'un mois de déshydratation

Les rejet-écailles et les rejets baïonnettes ont été comparés pour ce temps de déshydratation. Cette étude a été conduite dans le cadre de travaux préliminaires visant à étendre cette technique. Les rejets baïonnettes étant le matériel habituel de propagation des bananiers ils sont normalement conservés sur le pied-mère comme rejet successeur près de 6 mois. Au cours de cette expérience, les rejet-écailles et baïonnettes non déshydratés constituant 2 lots de 36 rejets ont été pesés et leurs masses évaluées à l'aide d'une balance de précision pour servir de référence. Ils ont été ensuite mis en pépinière dans des sachets plastiques contenant un substrat sol issu de la parcelle expérimentale puis transférés en champ. Les rejets à déshydratés ont été disposés par série (lot) et identifiés à l'aide d'un code : Ecx, Bax (Ec : rejet-écaille, Ba : rejet baïonnette, avec indice x = temps de déshydratation en mois). Ce sont 6 lots de 36 rejets qui ont été constitués dont 3 lots de rejet-écailles et 3 lots de rejets baïonnettes. Au terme du temps de déshydratation, 1 lot de rejet-écailles et 1 lot de rejets baïonnettes ont été directement mis en pépinière. Les autres lots ont été sélectionnés pour la culture hydroponique. La masse de matière fraîche des rejets déshydratés a été mesurée tous les 3 j entre 7 h et 10 h du matin sur une balance de précision balance de type Sartorius MC1+LC2201 (B17519). La vitesse de déshydratation journalière a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Vd = \frac{|Mf - Mi|}{\Delta t} \quad (1)$$

Vd = vitesse de déshydratation journalière

Δt = temps de déshydratation en j

Mi = masse initiale des rejets

Mf = masse finale des rejets après déshydratation

La perte en eau des rejets a été déterminée au terme du temps de déshydratation. Elle a été calculée en faisant le rapport de la différence de masse entre les rejets frais et les rejets déshydratés sur la masse des rejets frais. La valeur obtenue a été ramenée en pourcentage à partir de la formule suivante :

$$Te = \frac{Mf - Mi}{Mf} \times 100 \quad (2)$$

Te = taux de perte en eau

Mi = masse initiale des rejets

Mf = masse finale des rejets après déshydratation

La perte en eau a été comparée à la valeur de 0 % indiquée comme absence de perte en eau des rejets frais.

Régime de 2 à 4 mois de déshydratation

Dans cette étude, les effets des temps de déshydratation beaucoup plus long (2 à 4 mois) ont été expérimentés uniquement sur les rejet-écailles. Les rejet-écailles ont été regroupés en 9 lots de 36 rejets sur un support sec. 3 lots ont été mis à déshydrater jusqu'à 2 mois. 3 autres lots ont été déshydratés pendant 3 mois et enfin 3 lots ont été déshydratés durant 4 mois. Ils ont été identifiés à l'aide d'un code : Ecx (Ec : rejet-écaille avec indice x = temps de déshydratation en mois). Au terme des temps de déshydratation, 1 lot de chaque série a été prélevé, mis dans des sachets plastiques noirs contenant un substrat sol issu de parcelle expérimentale pour le suivi en pépinière. Les 2 autres lots de chaque série ont été sélectionnés pour la culture hydroponique. Les paramètres masses de matière fraîche et perte en eau des rejets ont été déterminés. La masse de matière fraîche des rejets déshydratés a été mesurée tous les 3 j entre 7 h et 10 h du matin sur une balance de précision balance de type Sartorius MC1+LC2201 (B17519). La vitesse de déshydratation journalière a été calculée à partir de la formule (1) :

$$Vd = \frac{|Mf - Mi|}{\Delta t}$$

De même la perte en eau a été déterminée au terme de chaque temps de déshydratation par la formule (2) :

$$Te = \frac{Mf - Mi}{Mf} \times 100$$

2.2.2.3 Culture hydroponique des rejets

La culture hydroponique des rejets a permis d'évaluer l'éveil des rejets non déshydratés et des rejets déshydratés. Elle a fourni des informations sur la morphologie, la diversité et la dynamique racinaires des unités de plantation. Les cultures se sont déroulées dans des bacs de 60 cm de côté et 15 cm de hauteur sous conditions contrôlées, en salle climatisée de jours longs (JL), à une photopériode de 14 h. La température de la salle a été maintenue à 22 ± 2 °C avec un degré hygrométrique de 60 % mesuré par un thermohygromètre de type TFA Dostmann/wertheim. L'intensité lumineuse était d'environ 7000 lux. Le milieu de culture a été constitué de l'eau courante sans apport d'éléments nutritifs.

Les rejets déshydratés ont été préalablement débarrassés de leurs écailles nécrosées. Le bourgeon apical a été mis à nu (Figure 9). Les échantillons dénudés ont été pesés afin de déterminer la masse initiale et ensuite mis en culture hydroponique par effectif de 9 à 12 dans les bacs en plastiques contenant 10 l d'eau. Les rejets ont été immergés en partie. Les rejets non déshydratés quant à eux ont été pesés et directement mis en culture hydroponique dans les mêmes conditions que plants déshydratés. L'eau a été régulièrement renouvelée tous les 3 j. Pour ce faire, les rejets ont été soigneusement retirés des bacs puis essorés à l'aide d'une pochette. Ensuite l'eau a été vidée et remplacée par une nouvelle quantité d'eau puis les plants ont été remis en culture. Le même procédé a été répété jusqu'au terme du temps de culture hydroponique. Les effets des durées de culture hydroponique de 15 j et 30 j ont été analysés. Les rejets déshydratés et non déshydratés en culture hydroponique ont été identifiés comme suit : $E_{c,x,y}$ et $B_{a,x,y}$ (E_c : rejet-écaille, B_a : rejet baïonnette, indice y = temps de déshydratation en mois, indice x = temps de réhydratation en j).

La cinétique d'évolution de la masse de matière fraîche a été déterminée. La mesure de l'évolution de la masse de matière fraîche a été effectuée tous les 3 j pendant toute la durée de la culture hydroponique. La vitesse de croissance pondérale des rejets a été calculée à partir de la formule suivante :

$$V_c = \frac{M_f - M_i}{\Delta t} \quad (3)$$

V_c = vitesse de croissance pondérale

M_i = masse initiale des rejets

M_f = masse finale des rejets après culture hydroponique

Δt = temps de culture hydroponique en j

L'apparition des racines a été visible à l'aisselle des insertions foliaires sur le rhizome par un renflement. Il y a apparition de racines lorsqu'un primordium racinaire perce l'assise cellulaire externe du rhizome. Les racines ont été comptées au fur et à mesure de leur apparition. Le comptage des racines a été effectué une fois par jour dans la matinée, durant 30 j. Cette mesure se faisant sur la première catégorie de racines apparues, ce sont les racines dites principales (ra). La dynamique de croissance racinaire a été déterminée à partir de la formule :

$$Rac/rejet = \frac{Total\ rac}{x\ rejets} \quad (4)$$

rac/rejet = nombre de racines par rejet

rac = nombre de racines

La morphologie de l'apex des rejets en culture hydroponique a été étudiée à travers la description de l'apparition du primordium foliaire. La position des écailles foliaires par rapport au rhizome a été décrite aussi, ainsi que la coloration du bourgeon apical.

2.2.3 Mesures expérimentales en champ

2.2.3.1 Données climatiques et pédologiques

Les données climatiques enregistrées ont été la température, la pluviométrie et l'hygrométrie. En l'absence de station météorologique installée sur la parcelle d'étude. Les données relevées ont été ceux réalisées par la société d'examen et d'analyse météorologique (SODEXAM) sur toute la durée de l'expérimentation dans la ville d'Abidjan.

Les données pédologiques de la parcelle de cultures considérées ont été la granulométrie, le pH et les éléments minéraux. L'étude des caractéristiques pédologiques de la parcelle expérimentale a été réalisée en tenant compte de la profondeur maximale de pénétration des racines de bananiers plantain. Notre approche a été de réaliser un profil pédologique de 1,5 m de profondeur, sur un carré de prélèvement d'aire 16 m²; présentant une faible pente (0,2 %). Une mesure régulière des niveaux de profondeurs à partir du flanc de bordure de la fosse pédologique liée à une variation de la couleur des couches en extraction ont permis d'identifier 3 couches : une couche superficielle (0 - 30 cm), une couche moyenne (30 - 50 cm) et une couche profonde (50 - 150 cm). La couche superficielle a été prélevée et stockée dans des sacs en polyéthylène de 100 l.

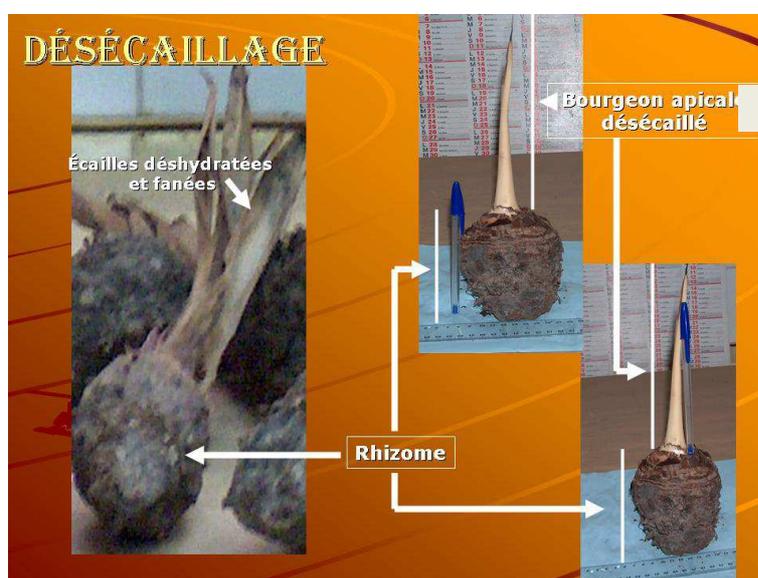


Figure 9 : Rejet-écaille de bananier plantain cv Corne 1 déshydraté un mois et débarrassé de ses écailles foliaires nécrosées

Le sol transporté en serre a été séché sur des couvertures plastiques de dimensions 2 / 3 m. Une fois sec, il a été passé au tamis de maille égale à 5 mm de diamètre. Cette opération a permis l'élimination des racines, la litière et les particules grossières (cailloux, pierres). L'échantillon de sol a été analysé et sa composition physico-chimique (granulométrie, pH, éléments minéraux) a été déterminée à partir d'une fraction de 1 kg de sol selon les méthodes utilisées par GNAHOUA (2007).

2.2.3.2 Sevrage des jeunes plants de bananiers

Cette étape de l'étude expérimentale a permis aux rejets non déshydratés, rejets déshydratés et rejets déshydratés et mis en culture hydroponique de passer par une phase d'acclimatation. En effet, les différents lots de rejets traités ou non ont été mis en pépinière (Figure 10) dans des sachets plastiques (20 cm / 15 cm) sur du terreau provenant de la parcelle expérimentale et ont été disposées dans une serre constituée d'un abri fait de feuilles de palme. Les jeunes plants ont reçu un apport d'eau tous les 3 j. Cette technique est une modification du protocole de sevrage des vitroplants de bananier plantain établi par SEGUIN (ANNO et SEGUIN, 1986). Le comportement des plants a été suivi pendant 14 j. Au bout de 7 j de sevrage l'apparition d'une nouvelle écaille foliaire sur les jeunes plants marque le retour à la vitalité des plants. Ceux-ci sont alors sélectionnés au 14^e j pour la plantation. On dira qu'un rejet a repris sa croissance lorsqu'il apparaît au moins une feuille lancéolée. Les essais réalisés ont montré qu'il est possible d'utiliser directement les rejets sevrés ou non pour l'étude en champ. Toutefois, la voie du sevrage a été privilégiée d'une part, pour protéger les rejets plus particulièrement les racines qui peuvent se rompre au moment du transfert. D'autre part, pour disposer d'un matériel facilement transportable. Le taux de survie a été calculé à partir de la formule suivante :

$$Ts = \frac{Nt - Nn}{Nt} \times 100 \quad (5)$$

Ts = taux de survie

Nt = nombre total de rejets

Nn = nombre de rejets nécrosés

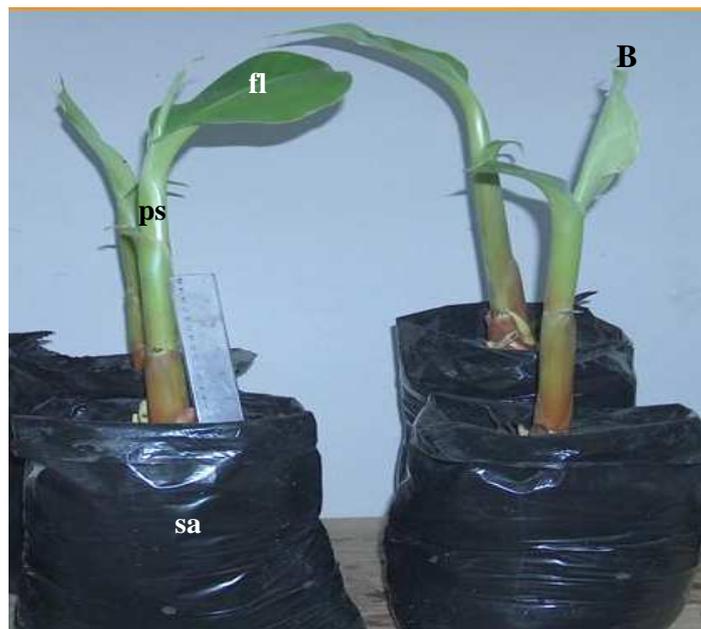
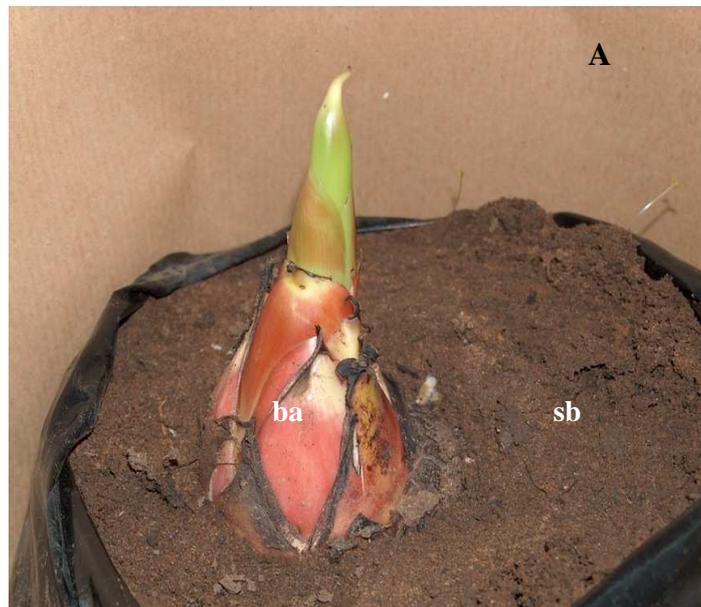


Figure 10 : Croissance des rejets de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés 1 mois et en culture hydroponique 15 j

Bourgeon apical (ba), substrat sol (sb), sachet (sa), pseudotrac (ps), feuille lancéolée (fl)

A) Rejet-écaille au stade 0 j en pépinière

B) Rejet-écailles au stade 7 j en pépinière

2.2.3.3 Culture en champ

La culture en champ sur substrat solide a été réalisée dans le but d'apprécier la croissance et le développement des bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejets non déshydratés ou déshydratés et mis en culture hydroponique au laboratoire.

Un échantillon de 564 rejets, a été préalablement soumis à l'influence de différents temps de déshydratation et/ou de culture hydroponique puis transférés au champ sur une superficie de ½ ha. La parcelle expérimentale est située sur un terrain plat en culture bananière depuis de longues années (1976). Elle a été divisée en 3 blocs (ou parcelles) distants de 2 m les uns des autres. Le terrain a été défriché et les débris végétaux ont été mis en andains entre les lignes prévues. Le piquetage a été réalisé dans chaque bloc suivant un dispositif de plantation de 18 lignes contenant 12 piquets chacune. Une distance de 2,5 m entre les lignes et de 2,5 m entre les pieds a été aménagée (Figure 11), donnant une densité de 1700 pieds ha⁻¹. Tous les rejets ont été plantés dans des trous de 40 x 40 x 40 cm (SEBUWUFU *et al.* 2005), en suivant un dispositif en bloc de Fisher complètement randomisé à 3 répétitions (blocs) avec un écartement de 2,5 x 2,5 m (Figure 12). Les rejets ont été plantés à raison de 36 pieds par traitement. Après la mise en terre, le sol a été soigneusement paillé. Un traitement herbicide de contact contre l'enherbement au Grammoxone **molécule ?** (SOFACO groupe AGREVO) 3 l/h a été effectué au début de l'expérimentation. Durant la culture au 3^e et au 10^e mois, le désherbage manuel a été effectué. Une irrigation mensuelle a été réalisée pendant 2 h en saison sèche. La dose a été de 15 mm d'eau par arrosage. Un traitement mensuel systématique contre la cercosporiose (0,4 l de Tilt pour 20 l d'huile) a été effectué à partir du deuxième mois. Les expérimentations en champ ont démarré en novembre 2004 et se sont achevées en septembre 2006. Les bananiers issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes non déshydratés ont été utilisés comme témoins dans cette expérimentation. Les observations ont porté sur l'appareil végétatif et sur l'inflorescence. Elles ont démarré à un mois de culture et se sont achevées à la récolte. Les mesures des paramètres de croissance, de développement et de rendement ont été mensuelles. Trois niveaux d'analyse ont été retenus pour l'étude au champ :

- **le niveau 1** a concerné l'étude comparative des bananiers issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés en culture hydroponique, identifiés par le code Ecx,y et Bax,y ;



**Figure 11 : Bananiers plantain âgés d'un mois issus des rejet-écailles déshydratés
1 mois et éveillés en culture hydroponique pendant 15 j**

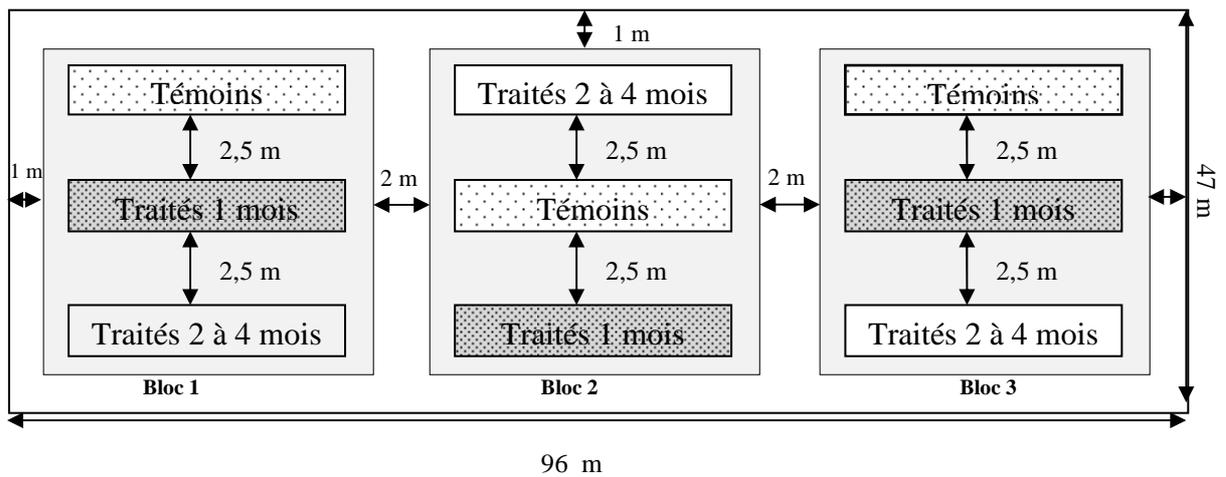


Figure 12 : Schéma du bloc expérimental mis en place sur le site de culture

- **le niveau 2** a intéressé, l'étude comparative des bananiers issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et ceux issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois ayant subi une culture hydroponique, identifiés par le code $Ec_{x,y}$ et $Ba_{x,y}$ (Ec : rejet-écaille et Ba : rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j) ;

- **le niveau 3** a concerné l'étude des bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 4 mois ainsi que ceux ayant subi l'éveil par la culture hydroponique et codifié $Ec_{x,y}$ (Ec : rejet-écaille, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de réhydratation en j). Pour ces rejets, les plants déshydratés 4 mois (Ec_4) ont montré un taux de reprise nul.

2.2.3.4 Expression des résultats sur la croissance et le développement des bananiers plantain en champ

Trois paramètres ont permis d'analyser la croissance et le développement des bananiers plantain : les paramètres de croissance, des paramètres de développement et de rendement.

Les caractéristiques de croissance et développement mesurés sont ceux proposés par ANNO (1981) avec quelques modifications (BADGUJAR *et al.* 2003 ; HERRERA *et al.* 2003 ; INIBAP, en 2003).

2.2.3.4.1 Croissance du bananier plantain

La hauteur (H) et la circonférence (C) du pseudotrunc ont été mesurées une fois par mois, dans la matinée, à partir du premier mois de plantation jusqu'à la floraison des pieds de bananier plantain. La hauteur du pseudotrunc a été mesurée à partir du collet jusqu'au sommet de la plante au niveau du V formé par les deux dernières feuilles fonctionnelles, ou pour un rejet au stade écaille, au sommet du rejet. La circonférence du pseudotrunc (C) a été mesurée à 10 cm du niveau du sol. La hauteur (H) et la circonférence (C) ont été exprimées en cm.

2.2.3.4.2 Paramètres de développement

Les paramètres de développement ont été mesurés conjointement à celles de la croissance, une fois par mois dans la matinée, dès le premier mois après la mise en champ jusqu'à la récolte des régimes de bananes. Les mesures ont concerné :

- le nombre de feuilles vivantes à la floraison (FF),
- le nombre de feuilles vivantes à la récolte (FR),
- le nombre de feuilles émises (FE),
- l'intervalle plantation-floraison (IPF) qui est le temps écoulé de la plantation à l'émergence de la fleur au sommet du pseudotrunc exprimé en j,
- l'intervalle floraison-récolte (IFR) qui représente la durée du cycle de maturité physiologique du régime. Il est exprimé en j,
- l'intervalle plantation-récolte (IPR) qui est la durée du cycle de développement est exprimé en j.

2.2.3.4.3 Paramètres de rendement

La mesure des paramètres de rendement a été effectuée à la récolte. Les mesures observées ont concerné le régime. Les masses ont été exprimées en g, la hauteur, les longueurs et les grades en cm :

- masse du régime (R) en kg,
- masse de la main en g, M (indices 1 à 4 = rang de la main),
- masse du doigt central par main en g, Dm (indices 2 et 4 = rang de la main),
- nombre de mains du régime (NM),
- nombre total de doigts (Dt),
- nombre de doigts par main, D (indices 2 et 4 = rang de la main),
- longueur externe du doigt central par main en cm, Lem (indices 2 et 4 = rang de la main),
- longueur interne du doigt central par main en cm, Lim (indices 2 et 4 = rang de la main),
- masse de la hampe florale (Hp) en g,
- circonférence du de la hampe florale (Hc) en cm,
- longueur de la hampe florale (Hl) en cm.

2.2.4 Etude anatomique et histologique

Cette étude a été menée en vue d'analyser l'action de la déshydratation sur la texture interne et externe des rejets. L'impact de la déshydratation sur la compartimentation cellulaire et tissulaire permettra certainement de comprendre le comportement agronomique ultérieur des rejets stressés.

2.2.4.1 Observation anatomique

Le principe de cette méthode est basé sur l'observation visuelle et tactile. Pour l'étude des symptômes externes, les rejets ont été observés attentivement et la structure du bulbe et des écailles a été analysée par la vue et le toucher. Au niveau des symptômes internes un lot de rejets a été délicatement nettoyés afin d'éliminer d'éventuels débris nécrosés. Ensuite, sur le premier lot de rejets une coupe transversale a été effectuée au niveau des cicatrices d'insertion des gaines foliaires.

2.2.4.2 Analyse histologique

L'observation au microscope photonique Olympus CX 31 de l'effet de la déshydratation au niveau cellulaire à consister en une étude comparative de l'architecture tissulaire du rhizome des rejets stressés et des rejets non stressés. La méthode utilisée est celle décrite par BRYRD *et al.* (1983) et modifié par le laboratoire de botanique. Les observations des tissus en microscopie photonique ont été effectuées à partir des coupes confectionnées manuellement sur tissus frais. Un fragment de bulbe de chaque type de rejet a été prélevé et introduite dans une moelle de sorgho. Les coupes ont été réalisées à l'aide d'une lame. Les échantillons ont été immergés dans une solution d'hypochlorite de sodium (8 %) pendant 10 min. Les tissus ont été rincés à l'eau avant de séjourner dans un bain d'acide acétique à 10 % pendant 5 min. Après un second rinçage par l'eau, les échantillons ont été imprégnés par une solution de carmino-vert (colorant). Enfin les coupes ont été rincées et montées entre lame et lamelle dans une goutte d'eau glycinée pour l'observation (Annexe 1).

2.2.5 Analyse statistique

Toutes nos mesures expérimentales ont été soumises à l'analyse statistique. Ainsi, la corrélation entre les variables masses et temps de déshydratation a été mise en évidence par la droite de régression linéaire d'équation $y = ax + b$ et son coefficient de détermination R^2 à l'aide du logiciel Excel, version 97 & 5.0/95 de Microsoft. Les différentes moyennes des mesures du nombre de racines, des caractéristiques de croissance, de développement et de rendement ont été soumises à l'analyse de variance afin de voir s'il y a une différence significative entre les traitements hydriques étudiés. En cas de différence, le test de Student-Newman-Keuls du logiciel Statistica 5.0 au seuil de 5 % a été utilisé pour comparer simultanément les différentes moyennes des mesures du nombre de racines, des caractéristiques de croissance et de développement. Le test de Tukey au seuil de 5 % réalisé à l'aide du logiciel XLSTAT 7.0 a servi à comparer les moyennes des mesures du rendement. Cette étude nous a permis également de tester l'homogénéité de l'ensemble des séries étudiées. Par ailleurs, nous avons procédé à une analyse en composante principale (ACP) pour déterminer les corrélations qui existent entre les différents paramètres agronomiques et ainsi caractérisé les rejets et les bananiers plantain transférés en champ. Enfin, une classification ascendante hiérarchique (CAH) du logiciel XLSTAT 7.0 a permis de mettre en évidence l'existence de groupes de bananiers plantain issus des rejets traités qui présentaient les mêmes caractéristiques morphophysiologiques.

CHAPITRE III : RESULTATS

CHAPITRE III : RESULTATS

3.1 COMPORTEMENT DES REJET-ECAILLES ET DES REJETS BAÏONNETTES SOUMIS A DIFFERENTS TEMPS DE DESHYDRATATION ET DE CULTURES HYDROPONIQUES

Introduction

Pour créer des exploitations bananières il faut des unités de propagation. L'utilisation des boutures de bonnes qualités intrinsèques et saines est une garantie pour obtenir un meilleur rendement. Cependant l'utilisation des rejets baïonnettes réduits à l'unité par pied-mère et le cout onéreux des vitroplants ajoute à la rareté des "semences". Ce chapitre présente la valorisation d'un nouveau matériel de plantation : les rejet-écailles. Les résultats concernent les effets des différents temps de déshydratation sur les caractéristiques morphophysiologiques des rejet-écailles et des rejets baïonnettes. La description de leur morphogenèse en culture hydroponique sera aussi présentée.

3.1.1 Rejets non déshydratés

3.1.1.1 Morphogenèse en culture hydroponique

- Rejet-écailles

Les bourgeons racinaires initiés en profondeur dans la ligne de Mangin, ont émergé du rhizome des rejets au troisième jour de culture (Figure 13). Ils ont été, soit alignés sur le plan vertical en une rangée de 2 ou 3 points, soit dispersés sur le rhizome. L'ordre d'alignement n'a été clairement visible qu'à l'apparition des racines (Figure 14). Ces bourgeons sont blanchâtres avec une pointe apicale. Ceux-ci ont rapidement donné des racines dites principales. Après avoir atteint une certaine taille (50 mm), variable en fonction de la racine, les racines principales se sont ramifiées pour donner des racines secondaires (Figure 15). Celles-ci sont apparues aux 15^e j de culture. Ces types de racines ont été plus petits et beaucoup plus nombreux. Sur une seule racine principale, il pouvait apparaître de nombreuses racines secondaires.

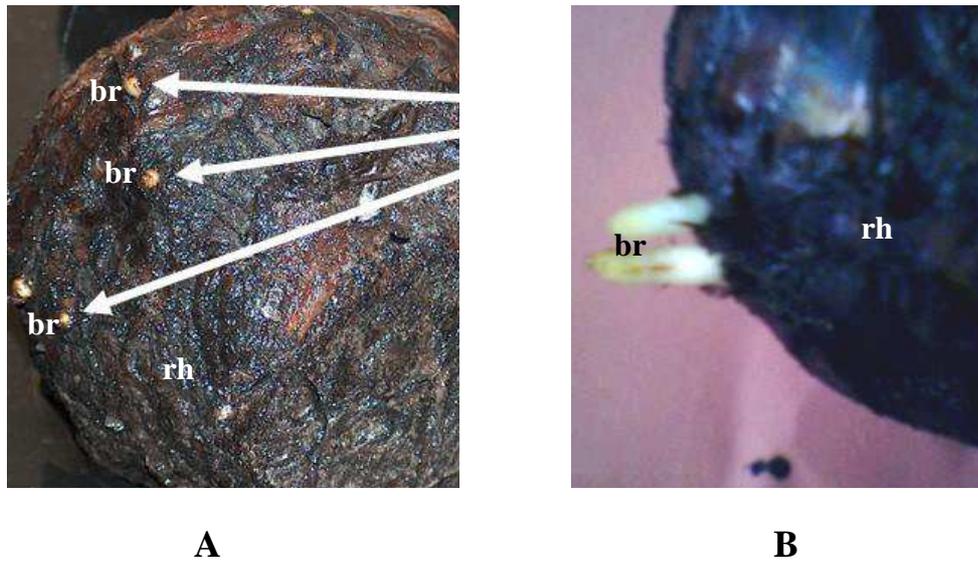


Figure 13 A-B : Apparition de bourgeons racinaires sur le rhizome des rejets de bananiers plantain en culture hydroponique

A) Aspect du rejet-écaille après 5 j de culture

B) Aspect du rejet baïonnette après 5 j de culture
bourgeon racinaire (br) ; rhizome (rh)

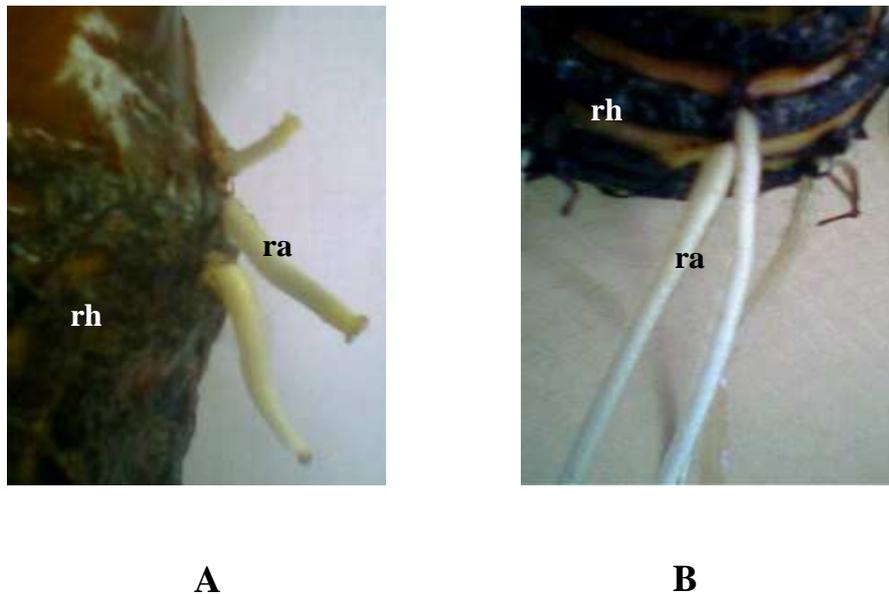


Figure 14 A-B : Disposition des racines principales sur le rhizome des rejets de bananier plantain cv Corne 1 en culture hydroponique à 10 j

A) Racines sur le rhizome d'un rejet-écaille

B) Racines sur le rhizome d'un rejet baïonnette
Racines principales (ra) ; rhizome (rh)



A



B

Figure 15 A-B : Présence de racines secondaires sur les racines principales des rejets de bananier plantain cv Corne 1 en culture hydroponique pendant 15 j

A) Rejet-écaille

B) Rejet baïonnette

racine principale (ra) ; racines secondaires (rs) ; rhizome (rh)

En cas de section d'une racine principale, une touffe de 3 à 5 racines de diamètre et de longueur intermédiaire entre les racines principales et secondaires s'est développée (Figure 16). Par ailleurs, de nouvelles racines sont apparues entre 25 et 30 j (Figure 17). D'une façon générale, l'apparition de racines a été fonction du stade de développement selon un rythme propre à la plante.

Les écailles foliaires se sont également desséchées de manière progressive pendant la phase de culture hydroponique formant un cône écailleux. Après la formation d'un certain nombre de racines, un grossissement de cône écailleux a été remarqué du rhizome au 10^e et 12^e j de culture. Celui-ci s'est fendillé laissant apparaître un bourgeon apical d'aspect verdâtre (Figure 18). Ce dernier s'est développé en s'allongeant progressivement. Au bout de 30 j de culture, le bourgeon apical a différencié une feuille lancéolée (Figure 19) de premier ordre (fl1).

- Rejets baïonnettes

L'initiation des bourgeons racinaires s'est déroulée de façon similaire à celle des rejet-écailles (Figure 13). Cependant, le nombre moyen de bourgeons émis a été supérieur à celui des rejet-écailles (5 contre 3). Ces derniers ont donné des racines principales, plus longues que les précédentes. Les racines principales se sont ramifiées pour donner des racines secondaires (20^e j). Elles ont été nombreuses, et de petites tailles. A la différence de leurs homologues écailleux, le nombre de racines principales émises a rapidement augmenté avec le temps. Lorsqu'une racine est sectionnée celle-ci développe à la base une touffe de racines dont le diamètre est intermédiaire entre celui de la racine principale et les racines secondaires.

Corrélativement à la production de racines, le cône écailleux du rhizome a augmenté en volume. Ce grossissement a été accompagné de lésions verticales sur le pourtour latéral des écailles foliaires et a laissé apparaître une gaine enveloppante (bourgeon apical) d'aspect brun violacé. Ce dernier s'est développé et a différencié une feuille lancéolée de premier ordre (fl1), de second ordre (fl2) de troisième ordre (fl3) et ce jusqu'à la fin de l'expérience de 30 j (Figure 20).



Figure 16 : Formation d'une touffe de racines après section de la racine principale chez un rejet-écaille en culture hydroponique pendant 21 j
Rhizome (rh) ; bourgeon apical (ba) ; touffe de racines (tr)



Figure 17 : Nécrose des racines principales et des racines secondaires formées sur un rejet-écaille de bananier plantain après 30 j de culture hydroponique
Rhizome (rh) ; nécrose (ne) ; racine principale (ra) ; racines secondaires (rs) ; racines secondaires nécrosées (rsn) ; racines nécrosées (rn)



1



2



3

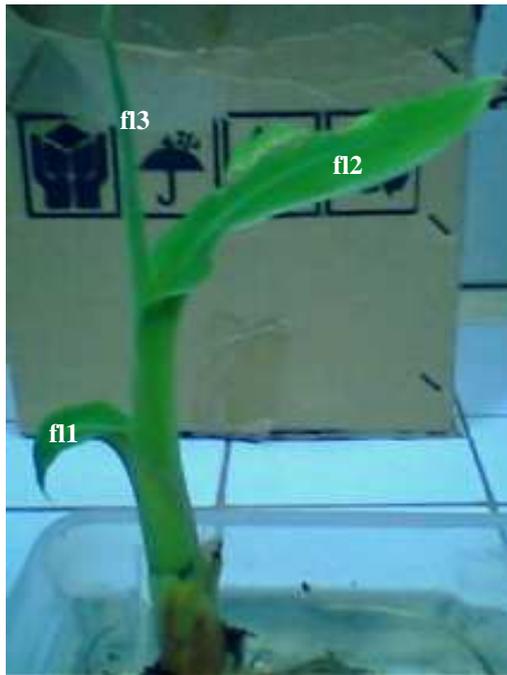
**Figure 18 : Émergence du bourgeon apical d'un rejet-écaille de bananier plantain
cv Corne 1 en culture hydroponique durant 15 j**

Bourgeon apical (ba) ; fente latéral(f) ;racine principale (ra)

1) Grossissement de l'apex

2) Émergence du bourgeon apical

3) Élongation du bourgeon apical



A



B

Figure 19 A-B : Feuilles lancéolées de 1^{er}, 2^e et 3^e ordre d'un rejet de bananier en culture hydroponique durant 30 j

A) Rejet-écaille

B) Rejet baïonnette

feuille lancéolée de 1^{er} ordre (f1) ; feuille lancéolée de second ordre (f2), feuille lancéolée de troisième ordre (f3).

3.1.1.2 Caractéristiques du système racinaire

Trois catégories de racines ont été identifiées. Les racines d'ordre 1 (ou racine primaire ou racine principale) initiées dans la ligne de *Mangin*. Elles sont apparues par groupe de deux à trois racines (rejet-écailles) et cinq racines au moins (rejets baïonnettes). Elles ont présenté une forme cylindrique avec une extrémité distale, de couleur blanche et de nature ligneuse. L'émission racinaire a généralement commencé le 3^e j de culture. Les racines primaires ont présenté une orientation plagiotrope. Les racines secondaires, supportées par les racines principales ont été caractérisées par une extension plagiotrope et ont présenté une forme cylindrique ; elles ont été fines et courtes. Les racines tertiaires, supportées par les racines secondaires ont été plus fines. Le système racinaire a été plus dense pour les rejets baïonnettes que pour les rejet-écailles.

3.1.1.3 Production de matière fraîche végétale

Les rejet-écailles et les rejets baïonnettes ont eu une croissance pondérale normale (Figure 20). La masse des rejets a augmenté durant la phase de culture hydroponique. Toutefois, l'examen des vitesses de croissance pondérale (Figure 21) a montré une fluctuation chez les deux types de rejets. Les rejet-écailles ont présenté une vitesse de croissance pondérale supérieure à celle des rejets baïonnettes jusqu'au 27^e j de culture. Celle des rejets baïonnettes a commencé à baisser au 15^e j jusqu'à une valeur minimale (4 g j^{-1}) à 23 j puis elle a subi une légère remonté.

3.1.1.4 Effectifs des racines formées

Les rejets en culture hydroponique ont continuellement produit des racines jusqu'au terme de l'expérience (Figure 23). Les résultats obtenus ont montré que le nombre de racines formées a augmenté au cours de la croissance pondérale. Toutefois, une variation significative a été observée au niveau du nombre de racines produites par les deux types de rejets. Les rejets baïonnettes ont donné un effectif de racines supérieur à celui des rejet-écailles tout au long de l'expérience. En considérant l'effectif des racines obtenu en fin d'étude, il ressort que les rejets baïonnettes avec 20 racines ont produit le double de celui des rejet-écailles (11 racines) (Tableau II).

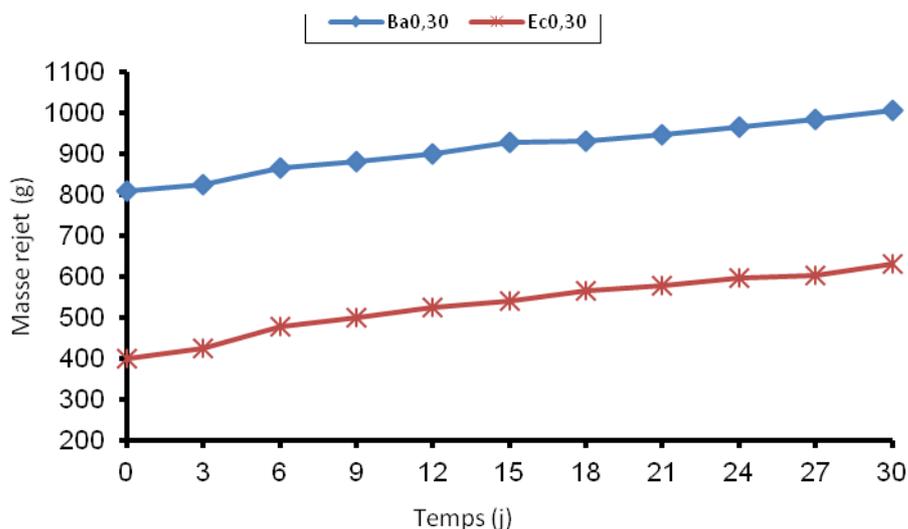


Figure 20 A-B : Cinétique d'évolution de la masse des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique
 Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de réhydratation en j

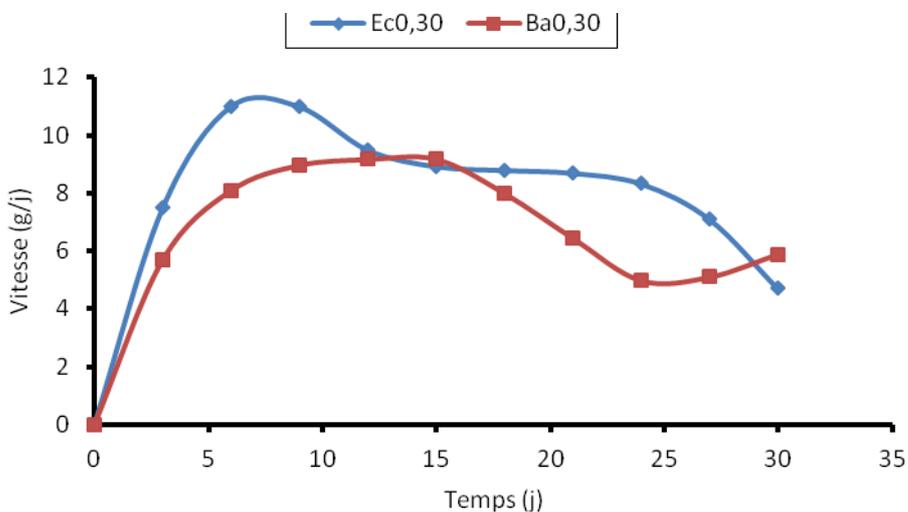


Figure 21 A-B : Evolution de la vitesse journalière de production de matière végétale de rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique
 Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

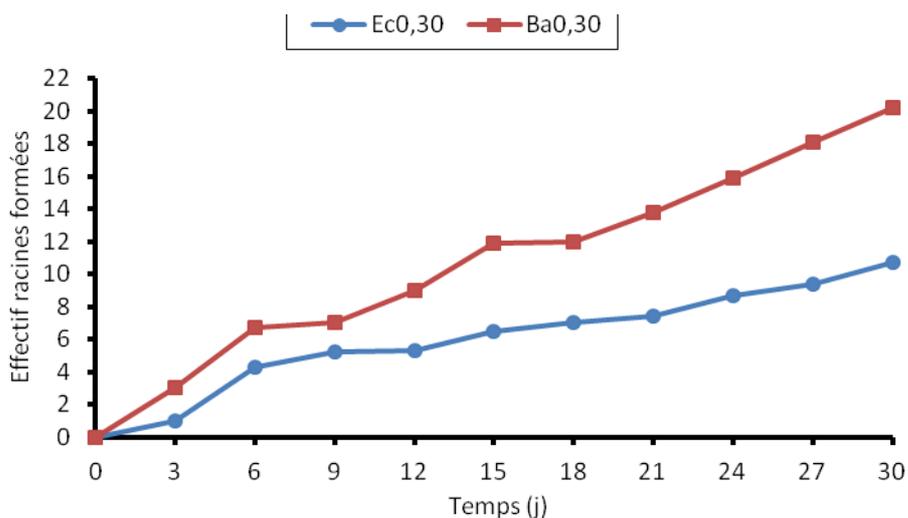


Figure 23 A : Cinétiques d'évolution du nombre de racines formées chez les rejet-écailles et les rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

Tableau II : Effectif des racines formées par les rejet-écailles et les rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 préalablement non déshydratés en culture hydroponique

Types de rejets	Nombre de racines formées	
	15 j	30 j
Rejet-écailles non déshydratés (Ec0)	6a	11 b
Rejets baïonnettes non déshydratés (Ba0)	13 b	20 c

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différents au test LSD de Fisher à $\alpha = 0,05$.

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

3.1.2 Rejets déshydratés

Dans ce chapitre, l'influence de la déshydratation sur la masse de matière fraîche et la perte en eau au cours de divers régimes de déshydratation ont été étudiées. Les effets de la déshydratation ont été analysés à la fois sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes pour le stress hydrique d'un mois, puis pour les stress hydriques beaucoup plus long allant de 2 à 4 mois uniquement sur les rejet-écailles.

Pour l'ensemble de l'expérience, les rejets ont été mis à déshydrater au laboratoire sous conditions contrôlées. La température de la salle a été maintenue à 22 ± 5 °C en photopériode de 14 h d'intensité de 7000 lux et le degré hygrométrique a été de 60 à 70 %.

3.1.2.1. Morphogenèse des rejets déshydratés

A - Déshydratation d'un mois

La morphologie générale des rejets soumis à la déshydratation d'un mois a été décrite. (Figure 23) Les écailles foliaires des rejets baïonnettes ont subi une décoloration progressive en passant du vert au vert pâle. Au 10^e j de déshydratation, une décoloration des écailles a été observé pendant que le bulbe n'a pas présenté de signes de dessèchement apparent. Au 20^e j de déshydratation, la décoloration s'est intensifiée et les feuilles ont présenté un aspect brunâtre, friable et desséché. Le bulbe, à cette période a présenté des signes de dessèchement. Au 30^e j d'incubation, les écailles foliaires ont été complètement nécrosées et la présence de plages de nécroses ont été signalées sur le bulbe (Figure 23).

Pour les rejet-écailles, au bout de 4 à 5 j de culture, la coloration des écailles foliaires a viré du vert au vert pâle. Au 10^e j de déshydratation, la décoloration des écailles foliaires a été accentuée. Elles ont pris une couleur jaune avec des bandes de nécroses par endroit, signe de la dégradation des chlorophylles. Le bulbe a alors présenté des signes apparents de dessèchement. Il a présenté sur son pourtour un aspect brunâtre. Au 20^e j de déshydratation, la décoloration et le dessèchement des écailles se sont intensifiés. Seules ont persisté quelques plages jaunes au niveau des écailles internes. Des zones de nécroses sont apparues par endroit au niveau du bulbe. Au 30^e j de culture, le dessèchement des écailles foliaires externes a été total, les nécroses ont atteint tout le bulbe (figure 24).

B - Déshydratation de 2 à 4 mois

Au 2^e mois de déshydratation les nécroses ont touché les écailles foliaires qui entourent le bourgeon apical puis se sont accentuées avec le temps pour envahir totalement le bulbe qui a pris un aspect poreux et chétif (Figure 25 b). La morphologie externe des échantillons a présenté alors des signes apparents d'anomalies.

Au cours du 3^e mois de stress hydrique, un décollement des écailles nécrosées a été observé. De même le bulbe est devenue de plus en plus spongieux (Figure 25 c).

Au terme de la déshydratation (4^e mois), les rejets ont été complètement nécrosés et ont montré l'aspect d'une éponge, les écailles ont été détruites, lacérées (Figure 25 d) contrairement aux rejet-écailles frais dont le bulbe a été ferme avec des écailles foliaires bien entremêlées, de couleur vert pâle. Le dessèchement des rejets a commencé par les écailles foliaires pour atteindre le bulbe dont la structure anatomique a été complètement bouleversée.

3.1.2.2 Evolution des caractéristiques pondérales et hydriques en condition de déshydratation

Les résultats présentés concernent les variations de la masse de matières fraîches et du déficit hydrique des rejets.

3.1.2.2.1 Variation de la masse fraîche des rejets

A - Déshydratation d'un mois

La figure 26 présente l'évolution de la masse des rejet-écailles et de rejets baïonnettes au cours d'une déshydratation d'un mois. Les courbes ont présenté une allure décroissante décrivant une baisse de la masse des rejets.

Pour les rejet-écailles, une baisse de 280 g de la masse initiale des rejets a été observée en un mois de déshydratation. Au niveau des rejets baïonnettes en un mois de culture la masse moyenne des rejets a varié de 800 g à 400 g. Par ailleurs, cette diminution a été plus importante chez les rejets baïonnettes que chez les rejet-écailles pour un même temps de déshydratation.

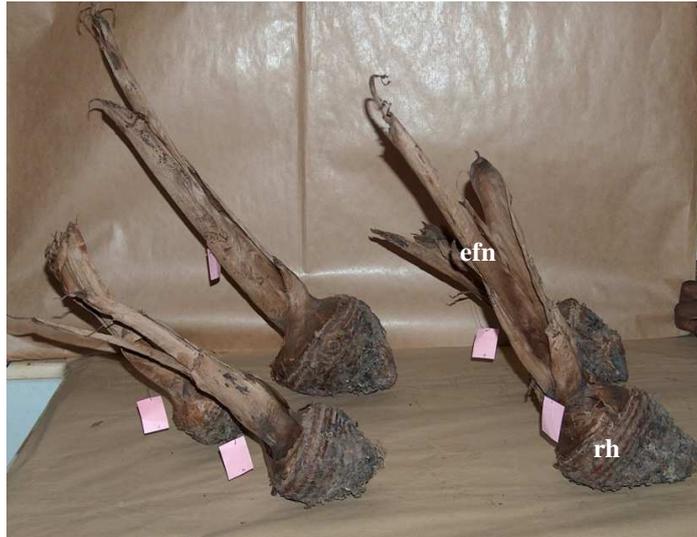


Figure 23 : Symptômes sur les rejets baïonnettes déshydratés de bananier plantain cv Corne 1, après 1 mois de déshydratation
Rhizome (rh) ; écaille foliaire nécrosée (efn) ; écaille foliaire (ef)



Figure 24 : Symptômes sur les rejet-écailles déshydratés de bananier plantain cv Corne 1, après 1 mois de déshydratation
Rhizome (rh) ; écaille foliaire nécrosée (efn) ; écaille foliaire (ef)



**Figure 25 :Symptômes sur les rejet-écailles déshydratés de bananier plantain cv Corne 1
bananier plantain après 2 à 4 mois de stress hydrique**

L'examen des rejets met en évidence une désorganisation des écailles (ef) et du bulbe (rh) qui apparaissent nécrosés.

- A) Rejet-écaille non déshydratés B) Rejet-écaille déshydraté pendant 2 mois
C) Rejet-écaille déshydraté pendant 3 mois D) Rejet-écaille déshydraté pendant 4 mois

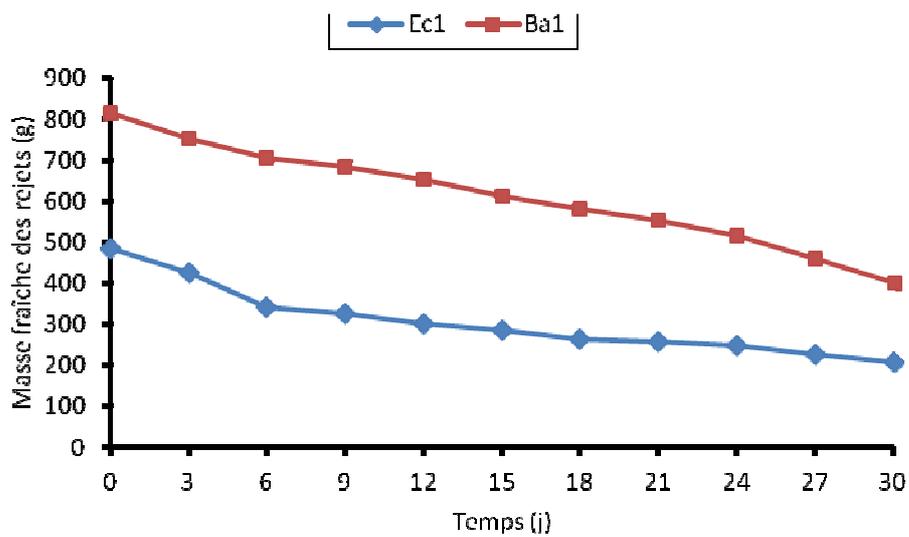


Figure 26 : Cinétique d'évolution de la masse des rejet-écailles et des rejets baionnettes de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 1 mois

La vitesse de déshydratation ou vitesse de perte pondérale a traduit la perte journalière de masse fraîche des rejets. Son expression a permis de quantifier le niveau journalier de perte de masse fraîche des rejets. Les courbes de vitesse de déshydratation (Figure 27) ont conduit aux observations suivantes :

1) l'allure de la courbe de variation des vitesses de déshydratation des rejet-écailles a présenté 3 phases. Une phase ascendante ou phase d'accélération où il a été noté un changement important de la vitesse de déshydratation pour atteindre un maximum (21 g j^{-1}) au 7^e jour de culture. Puis survient une phase descendante ou phase de ralentissement du processus du 7^e j au 15^e j qui traduit une baisse de la vitesse de déshydratation. Enfin, une phase stationnaire (à partir du 15^e j de culture) où une relative stabilité de la vitesse de déshydratation a été observée jusqu'à la fin de l'expérience.

2) la vitesse de déshydratation des rejets baïonnettes a légèrement baissé entre le 8^e et 12^e j de déshydratation, puis s'est stabilisée jusqu'au 24^e j au-delà duquel elle a augmenté légèrement jusqu'à la fin de l'expérience. Pour les rejets baïonnettes la vitesse maximum a été atteinte au 8^e j de déshydratation alors que celle des rejet-écaille a été obtenue au 7^e j de déshydratation et a été supérieure à la précédente. Cependant, après le 9^e j un inversement de la tendance a été signalé et les vitesses de déshydratation des rejets baïonnettes ont été supérieures à celles des rejet-écailles.

B - Déshydratation de 2 à 4 mois

La masse fraîche des rejet-écailles a baissé au cours des différents temps de déshydratation (Figure 28). Les rejet-écailles déshydratés 2, 3 et 4 mois ont présenté une évolution similaire pour ce qui concerne leurs masses fraîches respectives. Elles ont varié de 478 g à 152 g pour le traitement 2 mois de déshydratation, de 239 g pour le traitement 3 mois de déshydratation et de 414 g pour le traitement 4 mois de déshydratation.

L'examen des courbes de vitesses de déshydratation a mis en évidence la fluctuation du processus de déshydratation des rejet-écailles (Figure 29). Quel que soit la durée de stress hydriques appliqués les graphes ont présenté deux phases : une phase croissante ou d'accélération au cours de laquelle la masse des échantillons traités a rapidement baissé et une phase décroissante ou de ralentissement du processus se traduisant par une baisse plus ou moins lente de la masse des rejets traités.

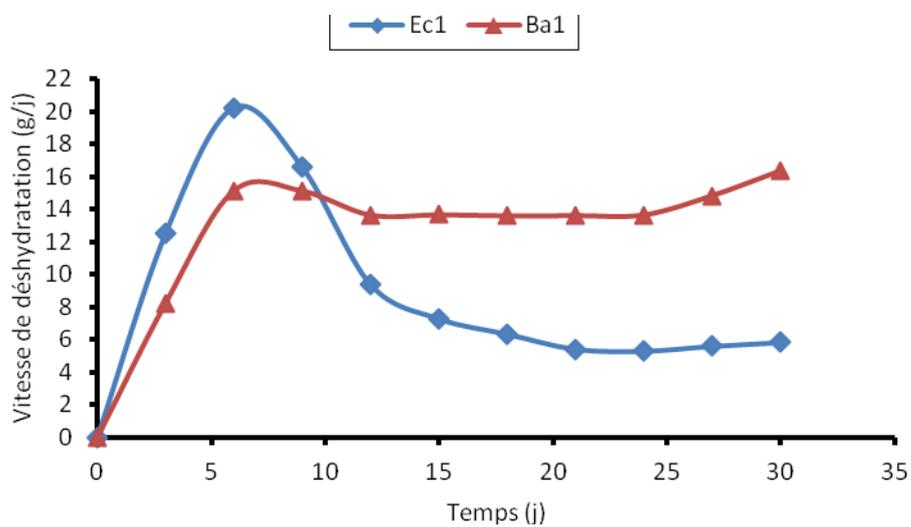


Figure 27 : Evolution des vitesses de déshydratation journalières des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 1 mois

Ec1 = rejet-écaille déshydraté 1 mois

Ba1 = rejet baïonnette déshydraté 1 mois

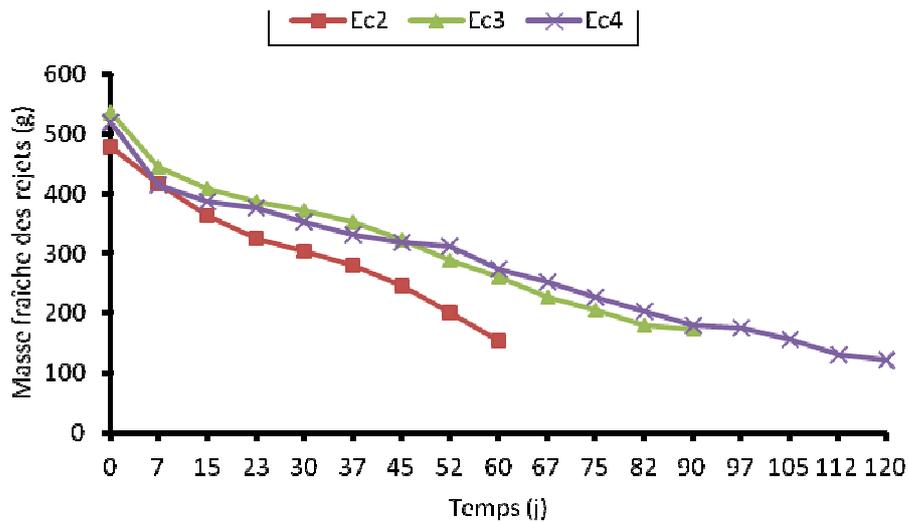


Figure 28 : Evolution de la masse fraîche des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'une déshydratation de 2 à 4 mois.

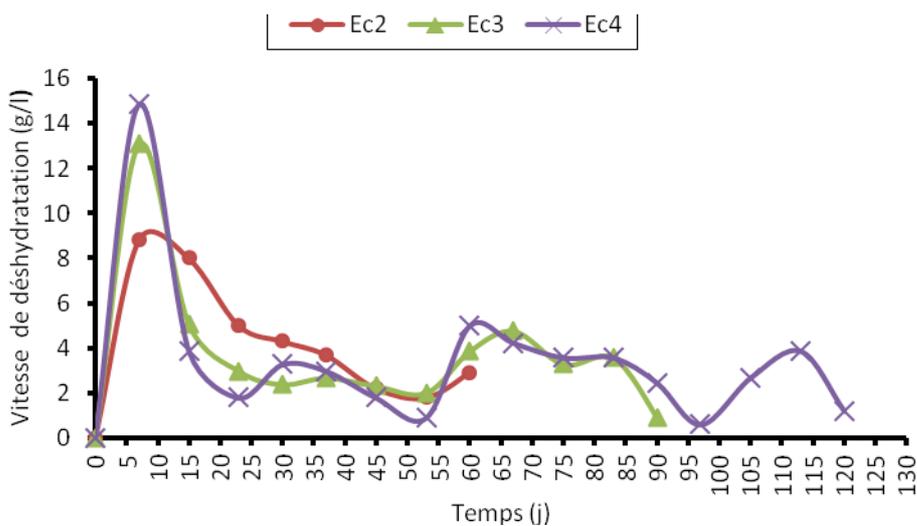


Figure 29 : Evolution des vitesses de déshydratation des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 au cours d'un régime de déshydratation de 2 à 4 mois

- Ec2 = rejet-écaille déshydraté 2 mois
- Ec3 = rejet-écaille déshydraté 3 mois
- Ec4 = rejet-écaille déshydraté 4 mois

Ce ralentissement a surtout été sensible à partir du 7^e j de déshydratation. Cependant, en fonction des durées de déshydratation des particularités ont été observées dans l'évolution des vitesses. L'analyse détaillée des graphes des vitesses de déshydratation a révélé :

1) une allure sinusoïdale des courbes de vitesse de déshydratation liées aux différentes durées de déshydratation :

2) à partir du 7^e j de déshydratation la phase de ralentissement a été plus importante pour les rejets Ec2 que pour les rejets Ec3 et Ec4, ce qui s'est traduit par les valeurs élevées des vitesses jusqu'au 53^e j :

3) les vitesses des rejets Ec3 et Ec4 ont augmenté légèrement à partir du 53^e j puis ont baissé au 60^e j (rejets Ec4) et 67^e j (rejets Ec3) jusqu'au 90^e j. Une légère remontée des vitesses des rejets Ec4 a été observée au 97^e j suivi encore d'une nouvelle baisse au 113^e j jusqu'à la fin de l'expérimentation.

3.1.2.2.2 Variation du déficit hydrique

A - Déshydratation d'un mois

La perte en eau des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain est consignée dans le tableau III.

La perte en eau a été plus élevée chez les rejet-écailles (57,5 %) que chez les rejets baïonnettes (50,75 %). Il semble que, les rejet-écailles qui sont de très petites tailles ont tendance à perdre beaucoup plus d'eau avec le temps par rapport aux rejets baïonnettes qui sont plus volumineux, lorsqu'ils sont soumis aux mêmes conditions expérimentales.

B - Déshydratation de 2 à 4 mois

Les rejet-écailles ont donné des teneurs de perte en eau élevée (Tableau IV). La perte en eau des rejets déshydratés 2 mois (Ec2) a été similaire à celle des rejets déshydratés 3 mois (68 %). Quant aux rejets déshydratés 4 mois (Ec4) ils ont donné une valeur de perte en eau très élevée de 77 %. Cette analyse a indiqué que la perte en eau a augmenté avec le temps puisqu'elle est passée de 0 à 58 % pour les rejets déshydratés 1 mois (Ec1) à 77 % pour leurs homologues déshydratés 4 mois (Ec4). D'une façon générale, la perte en eau des rejets traités a été supérieure à 50 % des valeurs moyennes quel que soit le temps de déshydratation. Elle a augmenté avec le temps. La durée de déshydratation a accéléré la perte en eau des rejet-écailles de bananier plantain.

Tableau III : Perte en eau des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananiers plantain cv Corne 1 après déshydratation d'un mois

Types de rejets	Perte en eau (%)
Ec1	58
Ba1	51
Ec0	00

Tableau IV : Perte en eau des rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1 après déshydratation de 2 à 4 mois

Types de rejets	Perte en eau (%)
Ec0	00
Ec2	68
Ec3	68
Ec4	77

Ec1 (rejet-écaille déshydraté 1 mois), Ec2 (rejet-écaille déshydraté 2 mois), Ec3 (rejet-écaille déshydraté 3 mois), Ec4 (rejet-écaille déshydraté 4 mois), Ba1 (rejet baïonnette déshydraté 1 mois)

3.1.3 Rejets déshydratés en culture hydroponique

3.1.3.1 Morphologie des rejets en condition de culture hydroponique

A - Plants issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois

Il s'agit des observations morphologiques faites sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes déshydratés en culture hydroponique de 15 j et 30 j (Figure 30). Elles ont porté sur la reprise de croissance suivie des phénomènes de développement par l'apparition d'organes.

Rejet-écailles

Les bourgeons racinaires déjà initiés dans la ligne de *Mangin* sont apparus sur le rhizome des rejets. Ces bourgeons sont blancs avec une pointe apicale (Figure 31). Généralement, ce sont ceux qui prennent naissance à la base du bulbe émergeant à l'aisselle des cicatrices foliaires. Au 3^e j de culture, un seul bourgeon est apparu puis d'autres sont apparus sur le rhizome aux 5^e et 7^e j de culture et ont été disposés en ligne verticale ou dispersés sur tout le rhizome. Ces bourgeons ont cru rapidement pour donner des racines principales. L'apparition de racines a été fonction du stade de développement selon un rythme propre à la plante.

Aux 8^e et 10^e j de culture les racines principales se sont ramifiées pour donner des racines secondaires. Ces racines ont été plus petites et nombreuses (Figure 32).

En cas de section accidentelle d'une racine principale une touffe de racines intermédiaires entre la racine principale et les racines secondaires s'est développée. Par ailleurs, de nouvelles racines sont apparues beaucoup plus tard (25 et 30 j).

Parallèlement à la formation de racines, un grossissement de l'apex du rhizome a été observé. Il a débuté entre le 10^e et le 12^e j de culture. L'apex a été ouvert sur les côtés et a laissé paraître un bourgeon apical d'aspect verdâtre (Figure 33) présentant le caractère d'une "gaine écailleuse". Ce dernier s'est développé en s'allongeant progressivement. Au bout de 30 j de culture, le rejet a différencié une feuille lancéolée de premier ordre (fl1).

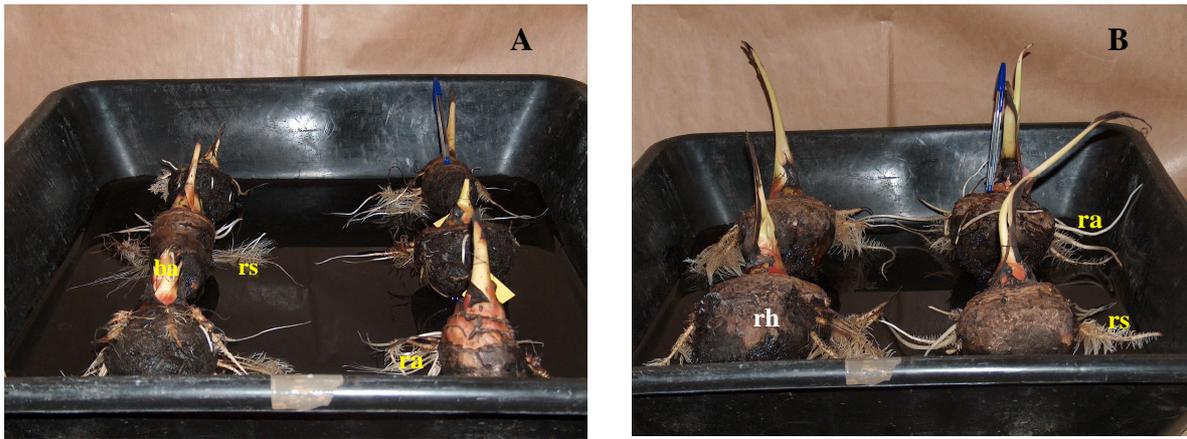


Figure 30 A-B : Morphologies des rejets de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés un mois, en culture hydroponique durant 15 j

Apparition de racines principales (ra), de racines secondaires (rs) et émission du bourgeon apical (ba)

A) rejet-écailles

B) rejet baïonnettes



Figure 31 : Bourgeons racinaires après 3 jours de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté un mois

Bourgeon racinaire (br)

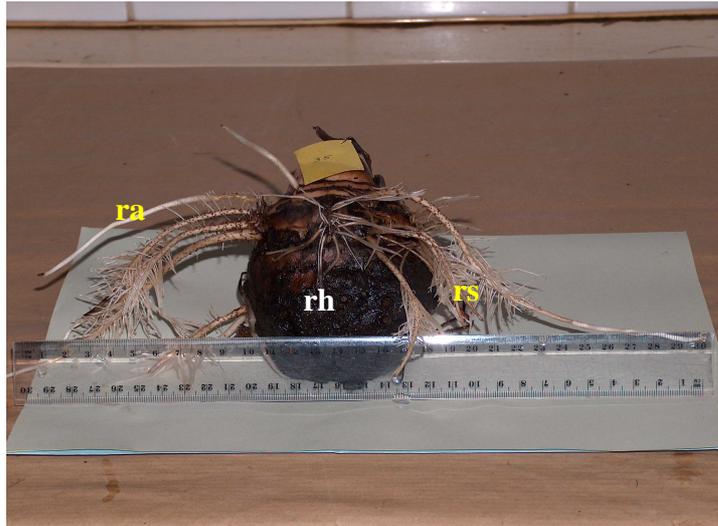


Figure 32 : Racines principales et racines secondaires après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté un mois
Rhizome (rh) ; racine principale (ra) ; racines secondaires (rs)



Figure 33 : Emergence du bourgeon apical après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille déshydraté un mois
Rhizome (rh) ; racine principale (ra) ; racines secondaires (rs)
bourgeon apical (ba)

Rejets baïonnettes

L'initiation des bourgeons racinaires s'est déroulée de façon similaire à celle des rejet-écailles. Ces bourgeons ont eu le même aspect que précédemment. Cependant, au 3^e j de culture, le nombre moyen de bourgeons émis a été supérieur (7 racines) à celui des rejet-écailles. Ces derniers ont évolué pour donner des racines principales, plus longues que les précédentes. Les racines principales se sont ramifiées pour donner des racines secondaires au 10^e j de réhydratation. Elles ont été également nombreuses et fines (Figure 34).

Corrélativement à la production de racines, l'apex du rhizome a augmenté en volume (8^e et 10^e j). Ce grossissement a été accompagné de lésions sur le pourtour latéral des écailles foliaires et a laissé apparaître une gaine enveloppante (bourgeon apical) d'aspect brun violacé. Ce dernier a cru avec le temps et différencie une feuille lancéolée de premier ordre (fl1), de second ordre (fl2) ou de troisième ordre (fl3) et ce jusqu'à la fin de l'expérience (30 j).

B - Plants issus des rejet-écailles préalablement déshydratés de 2 à 4 mois

Il s'agit des observations morphologiques faites sur les rejet-écailles préalablement déshydratés 2 à 4 mois en culture hydroponique durant 15 et 30 j. L'examen des observations effectuées sur les rejets déshydratés 4 mois (Ec4) a montré que ces derniers ont été complètement nécrosés et n'ont montré aucune reprise en phase de culture hydroponique.

Par ailleurs, les observations effectuées en culture hydroponique de 15 et 30 j sur les rejet-écailles déshydratés 2 mois et 3 mois (Figures 35 et 36) ont été similaires à celles des rejet-écailles déshydratés 1 mois dans les mêmes conditions. Toutefois, les rejet-écailles déshydratés pendant de 2 à 4 mois ont présenté des rhizomes de plus en plus nécrosés.



Figure 34 : Racines principales et secondaires après 15 j de culture hydroponique sur un rejet baïonnette de bananier plantain déshydraté un mois
Rhizome (rh) ; racine principale (ra) ; racines secondaires (rs)

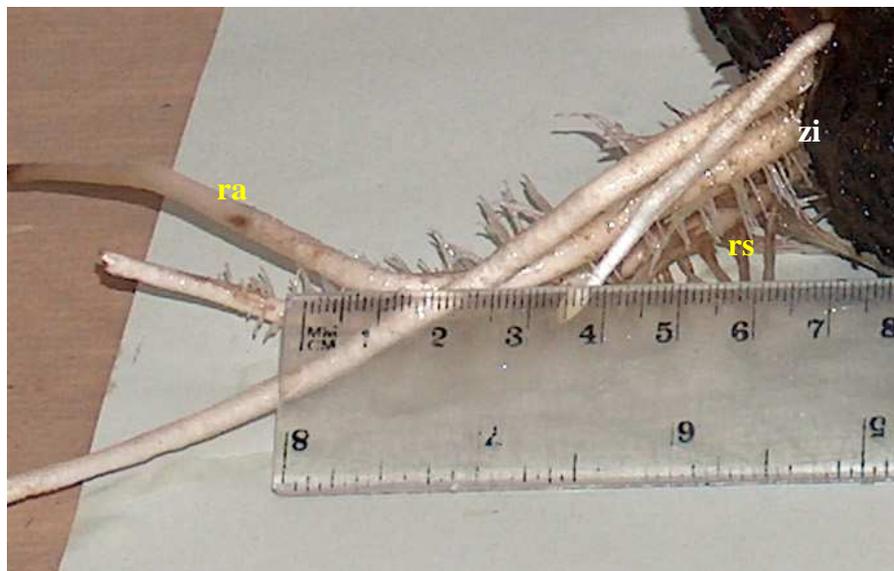


Figure 35 : Disposition des racines principales après 15 j de culture hydroponique sur le rhizome d'un rejet-écaïlle de bananier plantain déshydraté 2 mois

Les racines principales sont pourvues de racines secondaires

Rhizome (rh) ; racine principale (ra) ; racines secondaires (rs) ; zone d'insertion verticale des racines principales (zi)

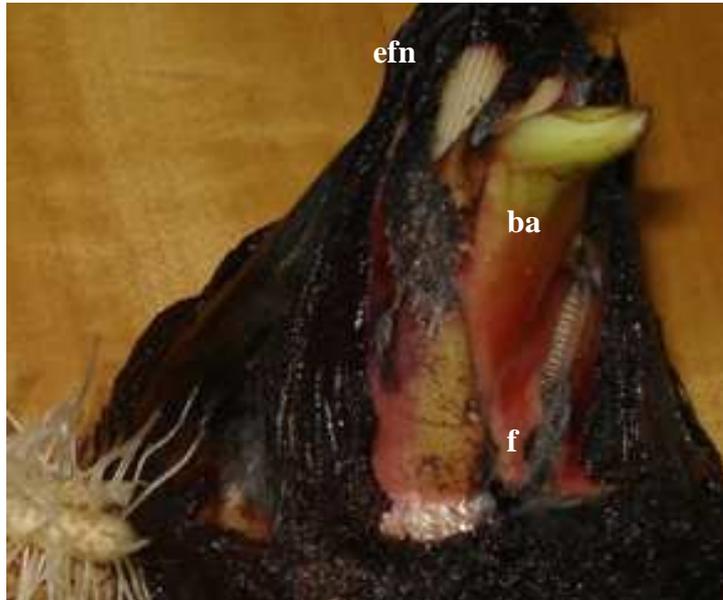


Figure 36 : Grossissement de l'apex après 15 j de culture hydroponique sur un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté durant 2 mois

Présence des ouvertures latérales qui laissent passer le bourgeon apical

Ecaille foliaire nécrosée (efn) ; bourgeon apical (ba) ; ouverture latérale (ol)

3.1.3.2 Production de matière fraîche végétale

La production de matière fraîche est appréciée par la mesure de la masse des rejets.

A - Plants issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois

L'évolution en culture hydroponique de la masse fraîche des rejet-écailles et rejets baïonnettes a été relevée (Figure 37). Les résultats ont montré que la masse des rejets déshydratés a augmenté au cours de la culture. Celle des rejet-écailles déshydratés 1 mois (Ec1) a augmenté de 218 g en 15 j de culture hydroponique alors que celle des rejets baïonnettes déshydratés 1 mois (Ba1) a été de 211 g pour la même période. De même, au terme du temps de culture hydroponique (30 j), la masse fraîche générale de rejet-écailles a été supérieure à celles des rejets baïonnettes.

L'analyse de la vitesse de croissance pondérale (V_c) a montré une fluctuation dans la croissance pondérale des rejets (Figure 38). Les rejet-écailles déshydratés ont présenté une vitesse de croissance pondérale élevée tout au long de la culture hydroponique comparativement aux rejets baïonnettes déshydratés. Les moyennes des vitesses ont varié de 14 à 7 g/j pour les rejet-écailles contre 9 à 3 g/j pour les rejets baïonnettes. Il ressort également de ces résultats que les deux types de rejets en culture hydroponique ont présenté un ralentissement de leur croissance pondérale en liaison avec la durée de culture hydroponique.

B - Plants issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 4 mois

L'évolution comparée de la masse de matière fraîche des rejet-écailles de bananier plantain a été étudiée (Figure 39). La masse des rejets déshydratés pendant 2 et 3 mois (Ec2 et Ec3) a augmenté au cours de la culture hydroponique tandis que celle des rejets déshydratés pendant 4 mois (Ec4) a été stationnaire. La comparaison des masses fraîches a montré que la masse des rejets Ec2 a augmenté de 134 g en 15 j de culture hydroponique contre 129 g pour les rejets Ec3 dans la même période. Au terme du temps culture le gain de masse des rejets Ec2 a également été supérieur à celui des rejets Ec3 (222 g contre 205 g). La croissance pondérale des rejet-écailles a donc baissé avec la durée de déshydratation. Les rejet-écailles déshydratés pendant 3 mois ont présenté une cinétique d'évolution des masses fraîches réduite par rapport à leurs homologues déshydratés 2 mois.

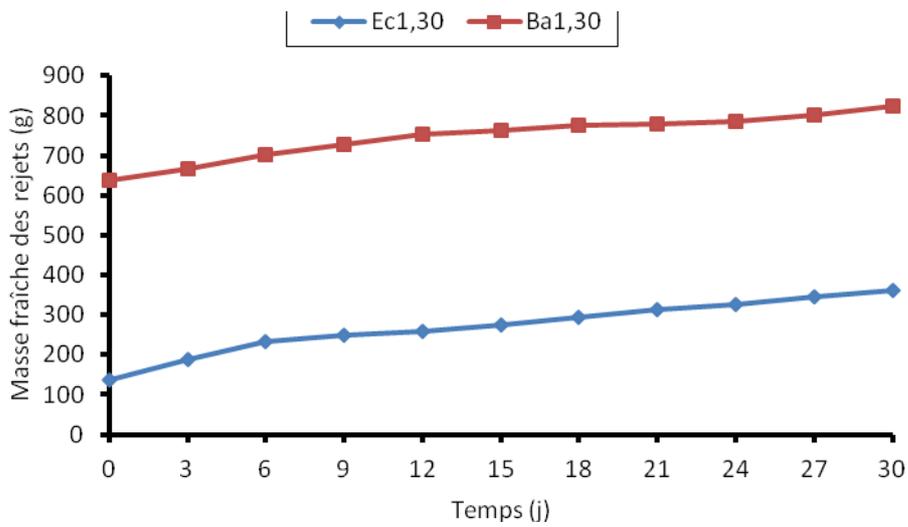


Figure 37 : Evolution en culture hydroponique de la masse fraîche des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananier plantain cv Corne 1 déshydratés un mois

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

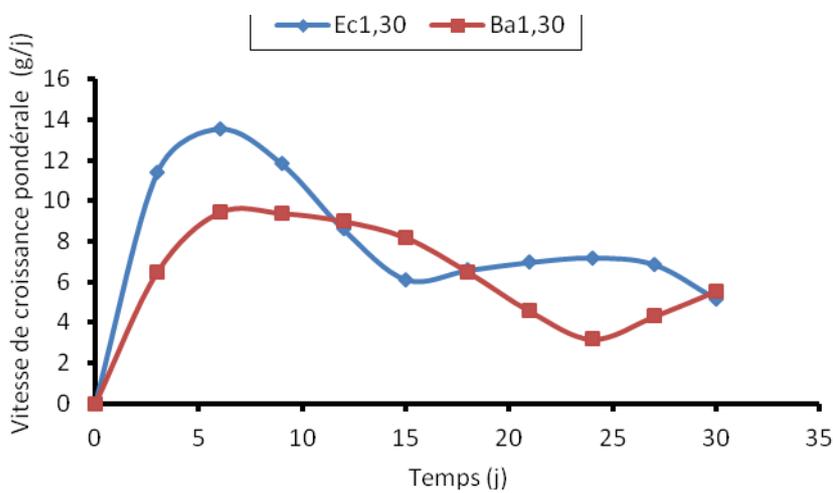


Figure 38 : Evolution des vitesses de croissance pondérale des rejet-écailles et des rejets baïonnettes de bananiers plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés 1 mois en culture hydroponique

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

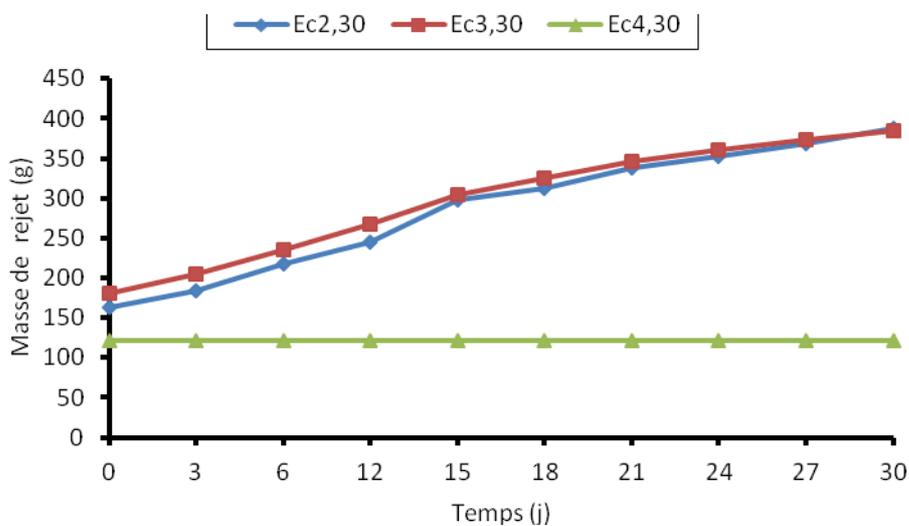


Figure 39 : Evolution en culture hydroponique de la masse de matière fraîche des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 déshydratés pendant 2 à 4 mois

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

Les vitesses de croissance pondérale (V_c) ou vitesses de production de matières fraîches végétales des rejets déshydratés 2 et 3 mois ont présenté une allure cloche (Figure 40). La première phase de 0 à 15 j de culture a montré une augmentation des vitesses de croissance pondérale jusqu'à un maximum au 15^e j qui a correspondu à 10 $g\cdot j^{-1}$ pour les rejets Ec3 contre 11,5 $g\cdot j^{-1}$ pour les rejets Ec2. La deuxième phase de 15 à 30 j de culture a montré une baisse des vitesses de production de matières fraîches végétales. Celles-ci ont été de 5 $g\cdot j^{-1}$ pour les rejets Ec2 contre 3 $g\cdot j^{-1}$ pour les rejets Ec3 au 30^e j de culture hydroponique. Les rejets Ec2 ont donné en général une vitesse de croissance pondérale supérieure à celle des rejets Ec3, ceci traduit une pleine croissance des rejets Ec2 par rapport aux rejets Ec3.

3.1.3.3 Effectifs des racines formées

Dans ce paragraphe, sont présentés les résultats relatifs à l'effectif des racines formées pendant la culture hydroponique des rejets.

A - Plants issus des rejets préalablement déshydratés un mois

Au cours de la croissance en culture hydroponique des rejets déshydratés, la fréquence de sortie de nouvelles racines a été variable. Elle a été liée à l'état physiologique du rejet, à la durée de déshydratation et au type de rejet. Pour apprécier la production de racines en fonction du temps, nous avons relié des mesures de croissance pendant les émissions successives de racines en culture hydroponique.

La figure 41 représente l'évolution du nombre de nouvelles racines formées des rejets en fonction du temps (j). Les courbes ont montré une allure croissante. Avec le temps il y a donc eu production de racines chez les rejet-écailles et les rejets baïonnettes. Mais cette production a été inversée avec le temps.

Deux étapes ont été remarquées dans la production racinaire. L'étape 1, de 0 à 12 j de culture au cours de laquelle les rejets baïonnettes ont produit plus de racines que les rejet-écailles (11 contre 9). Ensuite l'étape 2 de 12 à 30 j de culture où il a été noté un inversement de la production racinaire (21 contre 25). Une grande variabilité dans l'étude de la formation des racines des rejets déshydratés a été notée.

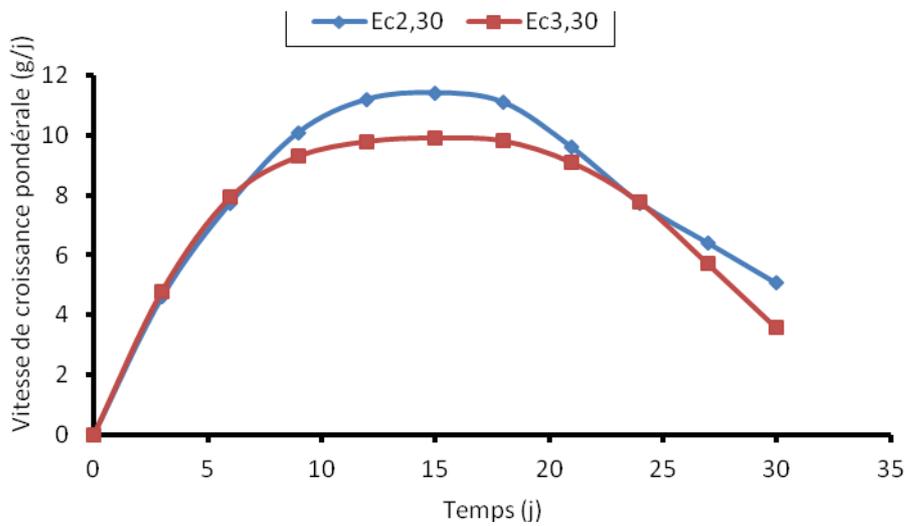


Figure 40 : Evolution des vitesses de croissance pondérale en culture hydroponique des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 préalablement déshydratés pendant 2 à 4 mois

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

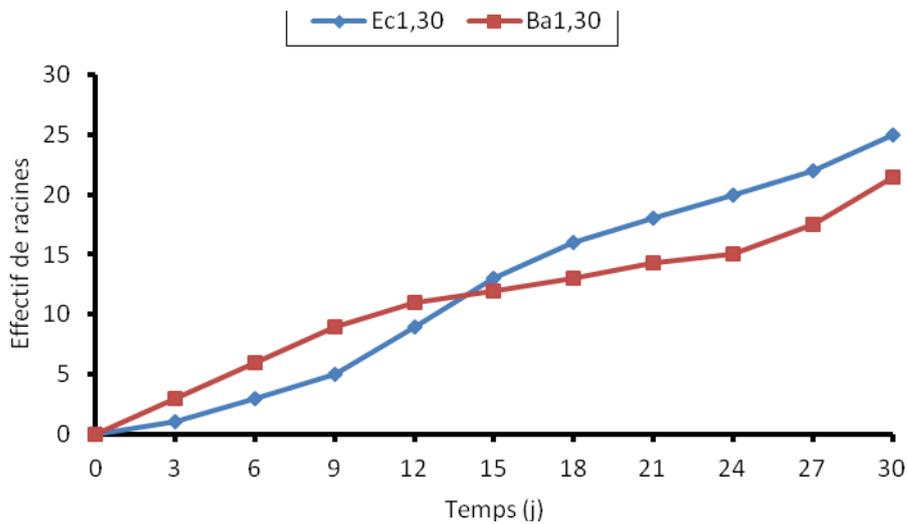


Figure 41 : Evolution du nombre de racines formées en culture hydroponique sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes déshydratés 1 mois.

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j.

La comparaison du nombre de racines formées n'a révélé aucune différence significative entre les rejets déshydratés (Tableau V). En considérant un temps de culture hydroponique donné aucune différence entre les rejets traités n'a été observée. Toutefois, une différence significative a été mise en évidence dans la production de racines entre les stades 15 j et 30 j de culture hydroponique des rejet-écailles et des rejets baïonnettes.

B - Plants issus des rejet-écailles préalablement déshydratés pendant 2 à 4 mois

Le nombre de racines formées a varié suivant le temps de déshydratation (Figure 42). Au terme des 15 j de culture hydroponique, le nombre de racines formées a augmenté aussi bien chez les rejets déshydratés pendant 2 mois (Ec2) que durant 3 mois (Ec3) par rapport aux rejets non déshydratés (6 racines). Mais, cette augmentation a été plus importante pour les rejets Ec2 que les rejets Ec3 (22 contre 16 racines). Aussi une différence entre les moyennes des racines formées par les rejets Ec2 et Ec3 a été observée (Tableau VI). La durée de culture hydroponique n'a pas perturbée la tendance de l'augmentation. Les rejets Ec2 ont produit plus de racines que les rejets Ec3 (34 contre 27 racines) à la fin de la culture hydroponique (Tableau VI). Par ailleurs, quel que soit le temps de déshydratation, la durée de culture hydroponique a eu un effet significatif sur la production racinaire.

3.1.4 Evaluation de la survie en pépinière des rejets soumis à différents temps de déshydratation et éveillés en culture hydroponique

Les rejets non déshydratés ont donné un taux de survie de 100 % (Tableau VII). Ils ont tous émis une nouvelle écaille foliaire avant leur transfert en champ. Concernant les rejets soumis à une déshydratation d'un mois le taux de survie a été similaire à celui des rejets non déshydratés. La déshydratation d'un mois n'a pas perturbé la croissance en pépinière des rejet-écailles comparativement aux rejets baïonnettes déshydratés. En ce qui concerne les rejets soumis aux déshydratations de 2 à 4 mois, les taux de survie ont varié de 100 à 0 %. La durée de 2 mois de déshydratation a donné 100 % de taux de survie. Les taux les plus faibles ont été affichés avec le traitement 3 mois de déshydratation pour des valeurs qui ont varié de 30,6 à 16,7 % (Tableau VII). L'effet de la déshydratation au quatrième mois est devenu plus sévère sur les rejets en provoquant des nécroses. Au quatrième mois de déshydratation les rejet-écailles ont présenté un taux de survie nul. L'éveil par la culture hydroponique n'a pas modifié ce résultat.

Tableau V : Comparaison des effectifs moyens de racines formées à 15 j et 30 j de culture hydroponique sur les rejet-écailles et les rejets baïonnettes déshydratés un mois

Types de rejets	Nombre de racines formées	
	15 j	30 j
Ec1	17 a	25 b
Ba1	15 a	21 b

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,01$ selon le test (HSD) de Tukey. Ecx,y = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

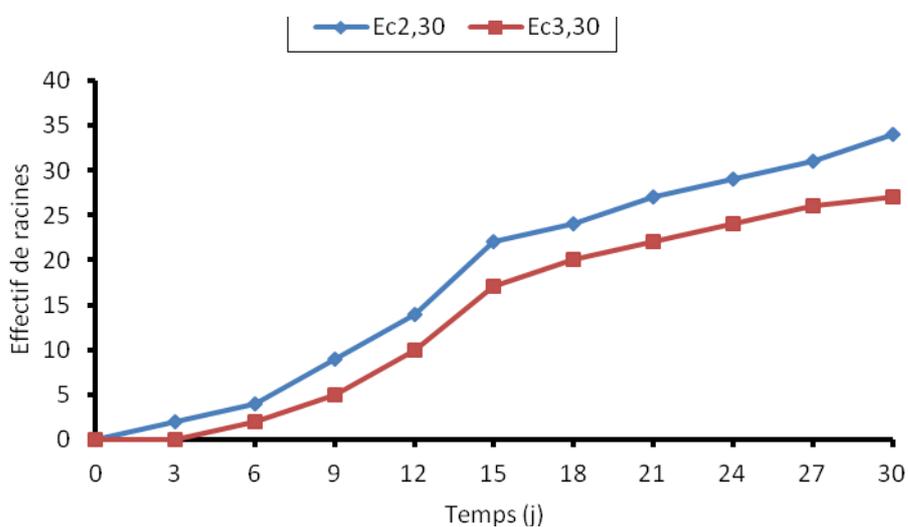


Figure 42 : Evolution du nombre de racines formées sur des rejet-écailles de bananier plantain cv Corne 1 en culture hydroponique déshydratés durant 2 à 4 mois

Ecx,y = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

Tableau VI : Comparaison des effectifs moyens des racines formées sur des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 4 mois à 15 j et 30 j de culture hydroponique

Types de rejets	Nombre de racines formées	
	15 j	30 j
Témoin Ec0	6 a	11 d
Ec2	22 c	34 f
Ec3	16 b	27 e
Ec4	0	0

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,01$ selon le test (HSD) de Tukey

Ec_{x,y} = rejet-écaille, indice x = temps de déshydratation en mois,
indice y = temps de culture hydroponique en j

Tableau VII : Taux de survie en pépinières des rejets soumis à différents temps de déshydratation

Traitements	Taux de survie (%)
Ec0	100
Ba0	100
Ec0,15	100
Ba0,15	100
Ec0,30	100
Ba0,30	100
Ec1	100
Ba1	100
Ec1,15	100
Ba1,15	100
Ec1,30	100
Ba1,30	100
Ec2	100
Ec3	22,2
Ec4	0
Ec2,15	100
Ec3,15	30,6
Ec4,15	0
Ec2,30	100
Ec3,30	16,7
Ec4,30	0

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j

3.1.5 Conséquences des temps de déshydratation sur le rhizome des rejet-écailles de bananiers plantain cv Corne 1

3.1.5.1 Observation en coupe transversale

Une coupe transversale effectuée dans le bulbe du rejet-écaille témoin au niveau de la partie médiane a montré que le bulbe est divisé en deux parties : le bulbe central et le bulbe périphérique séparés par une ligne de *Mangin*. La face transversale a présenté une coloration blanche avec des fibres claires (Figure 43 A). Les symptômes de nécrose ont été différents selon le temps de déshydratation. A un mois de déshydratation il a été noté l'apparition de taches brunes et une décoloration du bulbe qui est devenu rouge-brun (43 B).

En poursuivant la déshydratation à 2 mois les taches brunes sont devenues plus prononcées. De plus, 4 à 5 points de nécroses sont apparus dispersés sur la face transversale (Figure 43 C).

Au bout des 3 mois de stress hydrique les points de nécroses ont été plus nombreux et le bulbe central a présenté un aspect d'éponge (Figure 43 D). La distinction entre le bulbe périphérique et central n'a plus été possible. Aussi, les fibres apparentes ont augmenté en nombre et ont été colorées en rouge-brun.

A 4 mois de déshydratation le bulbe a pris l'aspect général d'une éponge. Il a présenté un aspect friable et noirâtre. La nécrose des tissus a été totale (Figure 43 E).

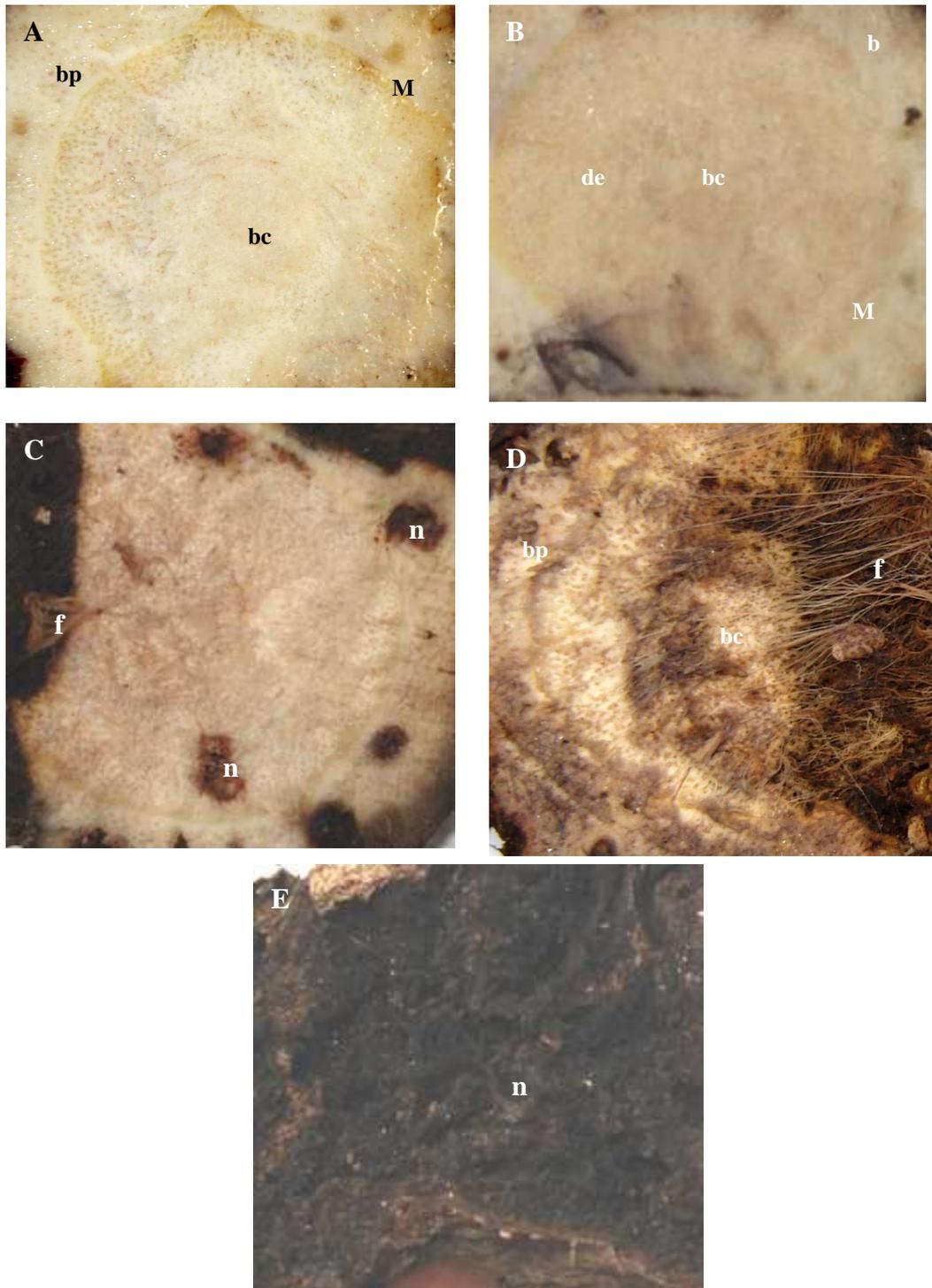


Figure 43 : Symptômes de la déshydratation sur le rhizome des rejet-écailles en coupe transversale chez le bananier plantain cv Corne 1

Bulbe central (*bc*) et le bulbe périphérique (*bp*) séparé par une ligne de *Mangin* (*M*). nécrose (*n*), fibres de liber (*f*), décoloration (*de*)

A - rejet-écaille non déshydraté (Ec0)

B - rejet baïonnette non déshydratés (Ba0)

C - rejet-écaille déshydraté 1 mois (Ec1)

D - rejet-écaille déshydraté 2 mois (Ec2)

E - rejet-écaille déshydraté 3 mois (Ec3)

F - rejet-écaille déshydraté 4 mois (Ec4)

3.1.5.2 Description des tissus et cellules du bulbe des rejet-écailles déshydratés

L'observation au microscope photonique a montré que le bulbe du rejet-écaille non déshydratés est constitué d'un tissu non chlorophyllien. C'est un parenchyme. Il a présenté deux parties séparées par une ligne de *Mangin* riche en faisceaux libéro-ligneux : Le bulbe central, constitué de cellules parenchymateuses de taille croissante et différenciées de l'apex vers la base. Il est entouré par le bulbe périphérique constitué également de cellules parenchymateuses de grande taille (Figure 44 A).

Les cellules du bulbe ont présenté une forme hexagonale et un aspect resserré. A 1 mois de déshydratation ces dernières ont perdu leur fermeté en rapport avec le phénomène de plasmolyse. La présence d'inclusions cellulaires (cristaux de d'oxalate) a été visible au niveau du bulbe périphérique (Figure 44 B).

Au bout de 2 mois de stress hydrique, la dégradation tissulaire a été accentuée avec l'apparition des zones de nécroses (Figure 44 C). La plasmolyse des cellules a été importante et la taille de celles-ci a été plus réduite.

Au niveau du troisième mois de déshydratation la cohésion cellulaire a été moins nette. La désorganisation cellulaire a été très prononcée (Figure 44 D) et les zones nécrosées ont été plus nombreuses.

Chez les rejet-écailles déshydratés 4 mois, les cellules sont apparues très flasques. La distinction des différentes parties du bulbe a été difficile car la ligne de *Mangin* n'a plus été apparente (Figure 44 E). La nécrose et la désorganisation cellulaire ont été totales.

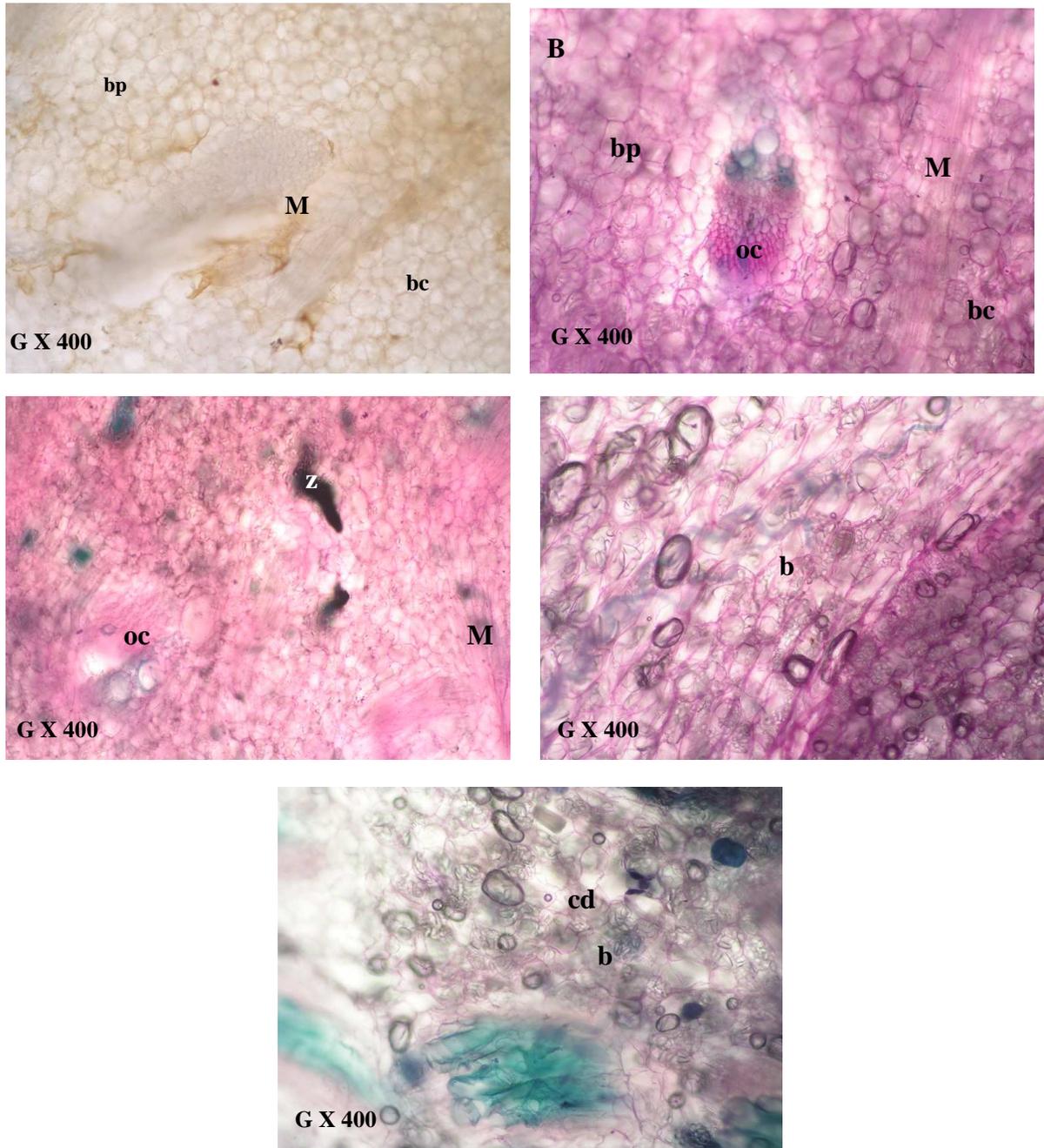


Figure 44 : Description des cellules du bulbe d'un rejet-écaille de bananier plantain déshydraté durant 1 à 4 mois

Lacune (l), bulbe périphérique (bp), bulbe centrale (bc), ligne de Mangin (M) cristaux d'oxalate sous forme de raphide (oc), zone nécrosée (zn), cellules indifférenciées (ci), cellules désorganisées (cd)

A - Rejet-écailles non déshydratés B - Rejet-écailles déshydratés 1 mois
 C - Rejet-écailles déshydratés 2 mois D - Rejet-écailles déshydratés 3 mois
 E - Rejet-écailles déshydratés 4 mois

Conclusion

L'étude des paramètres morphologiques des rejets en condition de déshydratation a mis en évidence une perte de masse importante, un dessèchement des écailles foliaires et du rhizome. La déshydratation des rejets ne s'est pas faite de manière constante au regard de l'allure sinusoïdale des cinétiques de déshydratation. Les échantillons ont perdu plus de 50 % de leur teneur en eau.

L'étude anatomique a permis de voir une structure interne dégradée du rhizome en relation avec les différents temps de déshydratation. Les tâches nécrotiques ont colonisées progressivement le rhizome. Le parenchyme écaille est typique et se désorganise avec le temps de déshydratation.

L'éveil des rejets en condition de culture hydroponique a montré :

- un gain de masse importante, un développement du bourgeon apical et une émission racinaire cyclique, les racines étant apparues par groupe de 2 à 3 racines au moins,
- la survie des rejets et une vitesse variable de croissance des rejets, la cinétique de croissance fluctuant avec le temps,
- le temps maximum de survie des rejets en condition de stress hydrique est de 3 mois et la durée 15 j de culture hydroponique comme temps limite de d'éveil hydroponique pour éviter un stress trophique.

L'augmentation significative du nombre de racines chez les rejets déshydratés pendant 1 et 2 mois par rapport aux rejets non déshydratés a été mise en évidence.

3.2 ETUDE DES PARAMETRES AGRONOMIQUES DES BANANIERS ISSUS DES REJETS SOUMIS A DIFFERENTS TEMPS DE STRESS HYDRIQUES

Introduction

L'étude précédente a permis d'identifier le délai de déshydratation des rejet-écailles et d'évaluer la durée d'éveil en culture hydroponique des rejets déshydratés. L'évaluation du comportement des jeunes plants en pépinière a permis d'apprécier le taux de survie et faciliter le sevrage des pieds de bananiers. Les lots soumis à 4 mois de déshydratation n'ont pas été retenus pour la suite des expérimentations à cause de leur nécrose. Les caractéristiques pédoclimatiques, la hauteur, la circonférence, les paramètres de développement (nombre de feuilles à la floraison, nombre de feuilles émises, nombre de feuille à la récolte, intervalle plantation floraison et récolte) et les caractéristiques de rendement (masse du régime, nombre de mains, masses des mains, nombre de doigts, hampe florale) des bananiers issus des rejets déshydratés et non déshydratés ont été étudiés.

3.2.1. Caractéristiques pédoclimatiques de la zone de culture

Les expériences en champ ont été réalisées dans la parcelle expérimentale sise à l'Université d'Abobo-Adjamé. Le sol de l'Université appartient au groupe des sols ferrallitiques fortement désaturés. Le tableau VIII présente les principales caractéristiques du sol de la parcelle expérimentale. Le sol étudié est un sol sablo-argileux. Les résultats de l'analyse pédologique ont montré que le sol a présenté une texture sableuse avec 58 % de sable grossier et 24 % de sable fin. La teneur en argile a été faible (12 %) et celle en limon très faible avec des valeurs de 6 % (Tableau VIII). Ce type de sol est sujet à des problèmes de lessivage intense des sels minéraux et d'engorgement d'eau. Du point de vue chimique le sol de culture a montré un pH acide (5,4). Il a été caractérisé par un faible niveau en azote (0,09 g / 1000 < 1 g / 1000). Le sol a présenté un niveau en phosphore (P) de 622 ppm et en fer (Fe) de 106 ppm. La teneur en carbone a été de 1,03 %. Concernant les minéraux, potassium (K), magnésium (Mg) et calcium (Ca) les teneurs ont fluctué entre 0,21 et 1,35 meq / 100 g (Tableau VIII). L'analyse chimique du sol a montré qu'il est pauvre d'où la nécessité d'un apport en éléments nutritionnels notamment en azote, en potassium et magnésium.

Tableau VIII : Caractéristiques chimiques et granulométriques du site expérimental sis à Abobo-Adjamé

Caractéristiques	0 - 30 cm
Caractéristiques chimiques	
pH (H ₂ O)	5,40
C (%)	1,03
N (g / 100 g)	0,09
Pt (ppm)	622
Fe (ppm)	106
Ca (meq / 100 g)	1,35
Mg (meq / 100 g)	0,73
K (meq / 100 g)	0,21
Constituants granulométriques	
Argile (%)	12 %
Limon fin (%)	4 %
Limon grossier (%)	2 %
Sable fin (%)	34 %
Sable grossier (%)	58 %

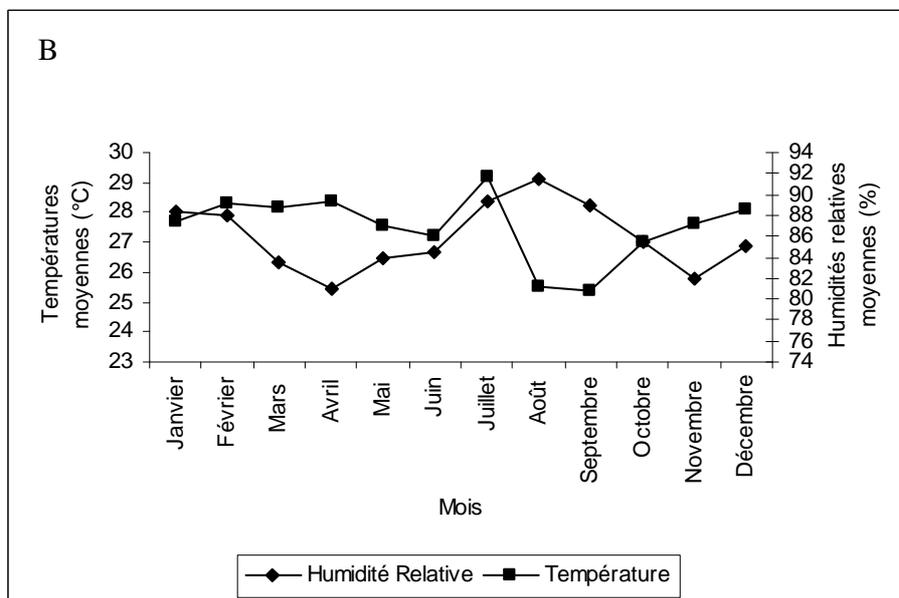
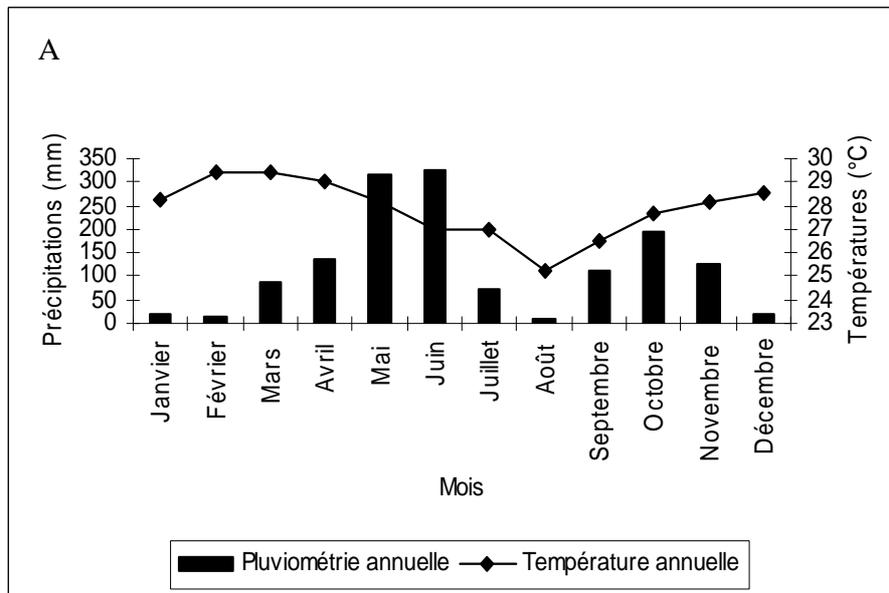


Figure 45 : Evolution mensuelle annuelle des précipitations de la température et de l'hygrométrie à Abidjan de 2004 à 2006

Source : SODEXAM

A - Précipitations et températures

B - hygrométrie

Les données climatiques (Figure 45 A) enregistrées durant la campagne d'étude ont mis en évidence 4 saisons : une grande saison de pluie de mars à juillet, à laquelle succède une petite saison sèche de mi-juillet à la mi-septembre, puis une petite saison de pluie de la mi-septembre à novembre et enfin une grande saison sèche de décembre à février.

La zone d'Abidjan au cours de cette période a été caractérisée par une pluviométrie moyenne mensuelle de 120 mm soit en moyenne 1400 mm d'eau de pluie par an. La pluviosité été de 1400 mm en 2004 ; 1555 mm en 2005 et 1350 mm en 2006.

Les températures oscillaient entre 25 et 30 °C. Le régime thermique a présenté dans l'ensemble de faibles variations mensuelles entre 2004 et 2006. Cette faible variation thermique a été liée à l'influence océanique sur le sud de la Côte d'Ivoire. Toutefois, les mois d'Octobre à Mai ont été les plus chauds de l'année avec des températures qui ont fluctué entre 28 et 30 °C (Figure 45 B). L'hygrométrie de la ville d'Abidjan a été caractérisée par un fort taux toute l'année avec des moyennes au dessus de 70 %. Il faut noter que le déficit hydrique climatique observé durant les saisons sèches de Décembre (2004 et 2005) à Mars (2005 et 2006) a entraîné un retard dans la floraison des bananiers.

3.2.2 Paramètres agronomiques des bananiers plantain

3.2.2.1 Paramètres de croissance et de développement

3.2.2.1.1 Bananiers issus des rejets non déshydratés

Le tableau IX présente les résultats de la croissance et du développement des bananiers issus des rejets non déshydratés. La hauteur du pseudotrunc des bananiers témoins issus des rejet-écailles non déshydratés de 224,5 cm a été atteinte à 425 j. Celle des bananiers témoins issus des rejets baïonnettes non déshydratés de 276,8 cm a été atteinte à 268 j. Une différence significative a été observée entre les deux bananiers. Chez les bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés éveillés en culture hydroponique seuls les bananiers Ec0,15 (196,2 cm) ont donné une hauteur de pseudotrunc significativement inférieure à celle du bananier témoin Ec0 (224,5 cm), alors que les bananiers provenant des rejets baïonnettes éveillés en culture hydroponique pendant 15 et 30 j (Ba0,15 = 280,5 cm ; Ba0,30 = 275,7 cm) n'ont pas présenté de valeurs significativement différentes par rapport au témoin Ba0 (276,78 cm). Par ailleurs, les bananiers issus des rejets baïonnettes ont présenté des hauteurs du pseudotrunc significativement supérieures à celles des bananiers provenant des rejet-écailles.

**Tableau IX : Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejets non déshydratés éveillés en culture
hydroponique durant 15 et 30 j**

Traitements	Paramètres agronomiques						
	H (cm)	C (cm)	FE	FF	FR	IPF (j)	IPR (j)
Témoin écaille (Ec0)	224,5 b	60,3 ab	45 a	8 a	4 a	425 b	497 b
Témoin baïonnette (Ba0)	276,8 a	62,0 a	41 a	9 a	4 a	268 c	355 c
Ec0,15	196,2 c	58,2 b	44 a	7 a	3 a	477 ab	536 ab
Ba0,15	280,5 a	64,0 a	40 a	8 a	5 a	270 c	360 c
Ec0,30	224,5 b	53,5 c	44 a	7 a	3 a	463 ab	568 a
Ba0,30	275,7 a	62,0 a	43 a	7 a	4 a	275 c	367 d

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls à $\alpha = 0,05$

Ecxy = rejet-écaille, Baxy = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de réhydratation en j, Nombre de feuilles vivantes à la floraison (FF), intervalle plantation-floraison (IPF), intervalle floraison-récolte (IFR), nombre de feuilles vivantes à la récolte (FR), intervalle plantation-récolte (IPR), nombre de feuilles émises (FE).

La circonférence (C) des bananiers issues des rejet-écailles a subi une réduction chez les bananiers éveillés en culture hydroponique pendant 30 j ($Ec_{0,30} = 53,5$ cm) par rapport aux bananiers témoins Ec_0 (60,3 cm). Cependant, chez les bananiers issus des rejets baïonnettes les valeurs de la circonférence ont été sensiblement les mêmes (environ 62,5 cm)

L'analyse de variance effectuée sur la circonférence n'a pas montré de différence significative entre ces bananiers. De plus, les bananiers issus des rejets baïonnettes (62 à 64 cm) ont présenté les circonférences les plus élevées. Les valeurs ont variées de 62 à 64 cm pour les bananiers issus des rejets baïonnettes contre 53,5 à 58,5 cm pour ceux issus de rejet-écailles.

Le nombre de feuilles émises (FE), le nombre de feuilles à la floraison (FF) et le nombre de feuilles à la récolte (FR) ont été similaires chez les deux types de rejets. La moyenne de feuilles émises a été de 43, celle de feuilles à la floraison de 8 et celle de feuilles à la récolte de 4.

L'intervalle plantation floraison (IPF) n'a pas varié significativement dans la population de bananiers issus des rejets baïonnettes, avec une valeur moyenne de 270 j. Il a présenté cependant des fluctuations à l'intérieur des échantillons de bananiers issus des rejet-écailles. L'étude comparée des traitements hydriques a montré que l'éveil par culture hydroponique a eu un effet différent sur l'intervalle plantation floraison des rejets. Cette dernière a augmenté de plus de 40 % chez les bananiers issus des rejet-écailles par rapport aux bananiers issus des rejets baïonnettes. Ainsi l'IPF a été de 463 j pour les bananiers $Ec_{0,30}$ contre 275 j pour les bananiers $Ba_{0,30}$; et de 477 j pour les bananiers $Ec_{0,15}$ contre 270 j pour les bananiers $Ba_{0,15}$. L'intervalle plantation récolte (IPR) a présenté des fluctuations similaires à celles observées au niveau de l'intervalle plantation floraison chez les deux types de bananiers. L'éveil en culture hydroponique de 15 j et 30 j a augmenté respectivement de 7 % à 14% le nombre de jours à la récolte chez les bananiers éveillés par rapport aux témoins Ec_0 (497 j) dans la population des rejet-écailles. Les valeurs ont varié de 538 à 568 j. L'analyse de variance a révélée une différence entre les bananiers éveillés en culture hydroponique et le témoin Ec_0 . Cette augmentation est restée pourtant faible (1 % à 2 %) chez les bananiers issus des rejets baïonnettes éveillés en culture hydroponique comparativement au témoin Ba_0 (355 j). Les moyennes ont fluctué entre 360 et 367 j sans différence significative.

3.2.2.1.2 Bananiers issus des rejets déshydratés pendant un mois

Le tableau X présente les résultats de la croissance et du développement des bananiers issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes déshydratés pendant un mois. Les moyennes des hauteurs de pseudotrunc ont varié de 217,7 cm à 278,8 cm. Les bananiers présentant des hauteurs maximales ont été observés chez les pieds issus des rejet-écailles déshydratés et éveillés pendant 15 j (Ec1,15) et les rejets baïonnettes déshydratés et éveillés pendant 15 j (Ba1,15). Les valeurs ont été de 272,8 cm pour les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés et de 278,8 cm pour ceux issus des rejets baïonnettes déshydratés. L'analyse de variance effectuée sur la hauteur n'a révélé aucune différence entre les deux types de rejets.

Au niveau des bananiers issus des rejet-écailles, la déshydratation d'un mois et l'éveil par la culture hydroponique de 15 et 30 j ont provoqué une augmentation significative de la hauteur des bananiers issus des rejet-écailles traités (Ec1,15 = 272,78 cm ; Ec1,30 = 258,7 cm) par rapport au bananier témoin (Ec0 = 224,5 cm). Les bananiers issus des rejets baïonnettes n'ont pas présenté de variation importante. Toutefois, en comparant les sujets traités entre eux, les bananiers issus des rejets baïonnettes ont présenté des hauteurs plus élevées que celles des bananiers issus des rejet-écailles traités. Les bananiers issus des rejets baïonnettes ont montré une hauteur plus grande du pseudotrunc dont les valeurs fluctuaient entre 266,7 et 278,8 cm contre 217,7 et 272,8 cm pour les pieds issus des rejet-écailles. La circonférence du pseudotrunc a faiblement varié dans l'ensemble chez les bananiers issus des deux types de rejets. L'analyse de variance effectuée sur les niveaux des circonférences n'a révélé aucune différence entre les deux types de bananiers. Cependant, la déshydratation d'un mois a provoqué une réduction du nombre de feuilles émises chez les bananiers déshydratés issus des rejet-écailles déshydratés par rapport au témoin Ec0. Il est passé de 45 à 38 feuilles. Aussi, l'analyse de variance effectuée sur le nombre de feuilles émises (FE) a montré une différence entre les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés un mois (Ec1), des rejet-écailles déshydratés un mois éveillés en culture hydroponique (Ec1,15 et Ec1,30) et les bananiers témoins (Ec0). Le FE n'a pas présenté de variation significative dans la population des bananiers issus des rejets baïonnettes. Le nombre de feuilles à la floraison (FF) et le nombre de feuille à la récolte (FR) n'ont pas varié significativement chez les bananiers des deux types de rejets.

**Tableau X : Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejets déshydratés un mois**

Traitements	Paramètres agronomiques						
	H (cm)	C (cm)	FE	FF	FR	IPF (j)	IPR (j)
Témoin écaille (Ec0)	224,5 c	60,3 a	45 b	8 a	4 a	425 b	497 b
Témoin baïonnette (Ba0)	276,8 a	62,0 a	41 a	9 a	4 a	268 a	355 a
Ec1	217,7 c	61,3 a	38 a	7 a	4 a	260 a	347 a
Ba1	268,5 a	61,0 a	42 a	8 a	4 a	256 a	326 a
Ec1,15	272,8 a	63,9 a	39 a	8 a	5 a	259 a	342 a
Ba1,15	278,8 a	65,2 a	38 a	9 a	5 a	255 a	333 a
Ec1,30	258,7 b	62,5 a	43 a	8 a	4 a	263 a	352 a
Ba1,30	266,7 a	61,0 a	40 a	8 a	4 a	263 a	348 a

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls à $\alpha = 5\%$.

Ecxy = rejet-écaille, Baxy = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de réhydratation en j, Nombre de feuilles vivantes à la floraison (FF), intervalle plantation-floraison (IPF), intervalle floraison-récolte (IFR), nombre de feuilles vivantes à la récolte (FR), intervalle plantation-récolte (IPR), nombre de feuilles émises (FE).

La déshydratation d'un mois a entraîné une réduction significative de l'intervalle plantation floraison (IPF) des bananiers issus des rejet-écailles traités avec des moyennes variant de 259 à 263 j par rapport aux témoins (425 j), ce qui n'a pas été le cas chez leurs homologues baïonnettes. Chez ces derniers les valeurs moyennes (255 et 260 j) ont été statistiquement identiques à celles des bananiers témoins Ba0 (268 j). Concernant l'intervalle plantation récolte (IPR) il a présenté des fluctuations similaires à l'intervalle plantation floraison (IPF). La déshydratation des rejets a induit une réduction du cycle de production des bananiers qui en ont été issus. Ce cycle a été par ailleurs comparable à celui des bananiers provenant des rejets baïonnettes témoins (355 j).

3.2.2.1.3 Bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 4 mois

Le tableau XI présente l'effet des stress hydriques de 2 à 3 mois sur les caractéristiques de croissance et de développement des bananiers plantain cv Corne 1.

La hauteur des bananiers issus des rejet-écailles déshydratés 2 mois (161,6 cm) et 3 mois (152,2 cm) a été inférieure à celle des bananiers témoins (issus des rejets non déshydratés) Ec0 (224,5 cm) et Ba0 (276,8 cm). Cette tendance a été maintenue quel que soit les durées d'éveil (15 ou 30 j) en culture hydroponique. Les valeurs ont fluctué entre 143,3 et 158,9 cm. Toutefois, la moyenne de hauteur des bananiers témoins (issus des rejet-écailles témoins) est restée statistiquement inférieure à celle des bananiers témoins (issus des rejets baïonnettes témoins), avec des valeurs de 224,5 cm contre 276,8 cm. Il ressort des résultats une réduction significative de la croissance en hauteur des bananiers en rapport avec la durée de déshydratation. Les circonférences les plus petites valeurs ont été obtenues avec les bananiers issus des rejets Ec3 (45 cm) ; Ec3,15 (43 cm) ; Ec3,30 (42 cm) et Ec2,30 (45 cm) et les plus grandes ont été observées sur les bananiers témoins issus des rejets non déshydratés Ec0 (60,3 cm) et Ba0 (62 cm). Les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 3 mois et ceux issus des rejets éveillés en culture hydroponique ont donné des circonférences de pseudotrunc réduites par rapport aux bananiers témoins. Le nombre de feuilles émises (FE) a varié entre 38 et 45 feuilles. Les plus grandes valeurs ont été obtenues chez les bananiers témoins avec des moyennes de 41 et 45 feuilles émises.

**Tableau XI : Paramètres de croissance et de développement de bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 3 mois**

Traitements	Paramètres agronomiques						
	H (cm)	C (cm)	FE	FF	FR	IPF (j)	IPR (j)
Témoin écaille (Ec0)	224,5 b	60,3 bc	45 b	8 a	4 a	425 b	497 b
Témoin baïonnette (Ba0)	276,8 d	62,0 c	41 ab	9 a	4 a	268 a	355 a
Ec2	161,6 a	47,0 a	38 a	8 a	3 a	503 c	532 bc
Ec3	152,2 a	45,0 a	38 a	7 a	3 a	515 c	547 bc
Ec2,15	158,9 a	45,9 a	39 a	8 a	3 a	470 bc	506 b
Ec3,15	145,1 a	43,0 a	39 a	8 a	4 a	530 cd	568 c
Ec2,30	140,9 a	45,0 a	39 a	8 a	3 a	480 c	608 c
Ec3,30	143,3 a	42,0 a	38 a	7 a	3 a	550 d	612 d

Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls à $\alpha = 5\%$. Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de réhydratation en j. Nombre de feuilles vivantes à la floraison (FF), intervalle plantation-floraison (IPF), intervalle floraison-récolte (IFR), nombre de feuilles vivantes à la récolte (FR), intervalle plantation-récolte (IPR), nombre de feuilles émises (FE).

Le nombre de feuilles à la floraison (FF) et le nombre de feuille à la récolte (FR) ont peu varié avec des valeurs de 8 unités et 4 unités. La durée de l'intervalle plantation floraison (IPF) des bananiers issu des rejet-écailles déshydratés a été positivement corrélée à la durée de déshydratation. Les valeurs les plus élevées (470 j et 550 j) ont été obtenues avec le temps de déshydratation le plus long (2 et 3 mois). L'éveil en culture hydroponique n'a pas modifié ce caractère. Par ailleurs, en comparant les bananiers témoins, ceux issus des rejet-écailles non déshydratés ont montré une croissance végétative plus longue que leurs homologues issus des rejets baïonnettes non déshydratés. L'IPF des bananiers témoins issus de rejet-écailles non déshydratés de 425 j a été significativement supérieur à celui des bananiers témoins issus des rejets baïonnettes non déshydratés (268 j). Le stress hydrique a également montré un effet significatif sur l'intervalle plantation récolte (IPR) des rejet-écailles en allongeant le cycle de production des bananiers. L'IPR des pieds de bananiers a varié entre 342 et 612 j. Les valeurs de l'IPR les plus élevées ont été observées chez les bananiers issus des rejets déshydratés longtemps (Ec2 = 532 j ; Ec2,15 = 506 j ; Ec2,30 = 608 j ; Ec3 = 547 j ; Ec3,15 = 568 j ; Ec3,30 = 612 j).

3.2.2.2 Classification des bananiers issus des rejet-écailles en rapport à leurs paramètres de croissance et de développement

Les données relatives aux paramètres de croissance et de développement ont été soumises à une analyse en composante principale en vue d'identifier les meilleurs bananiers et par extrapolation le meilleur temps de déshydratation et de culture hydroponique caractériser les temps de déshydratation et la durée d'éveil en culture hydroponique.

La matrice de corrélation de Pearson entre les paramètres de croissance et de développement étudiés (Annexe 2) a révélé que les paramètres de la phase végétative ont été tous corrélés entre eux. Deux types de corrélation significative ont été enregistrés : une corrélation positive et une corrélation négative. Concernant la corrélation positive, l'analyse de la table de corrélation a montré que les bananiers présentant une circonférence élevée ont été des individus de grande tailles ($r = 0,94$). Tout comme la hauteur, la circonférence a été dépendante du nombre de feuilles à la récolte ($r = 0,75$). La matrice de corrélation a également montré que le nombre de feuilles émises a été liée à la circonférence ($r = 0,72$). L'intervalle plantation floraison et l'intervalle plantation récolte ont été positivement corrélés ($r = 0,97$).

Au niveau de la corrélation négative les hauteurs enregistrées ont augmenté inversement à l'intervalle plantation floraison ($r = - 0,9$) et l'intervalle plantation récolte ($r = - 0,87$).

Parallèlement à la hauteur, la circonférence a également été corrélée de façon négative à ces facteurs ($r = - 0,9$). Le nombre de feuilles à la récolte a été inversement dépendant du cycle floral ($r = - 0,78$) et du cycle de production ($r = - 0,79$).

L'analyse en composante principale des paramètres d'étude a montré d'après le cercle des corrélations que le plan 1-2 de dispersion (Figure 46) a été retenu pour caractériser les bananiers de cet essai. L'axe 1 a contribué 71,16 % de la variance totale et l'axe 2 a représenté 21,03 % de cette même variance. Le cercle de corrélation a montré que les paramètres circonférence (C), hauteur (H) et nombre de feuilles à la récolte (FR) ont été fortement corrélés de façon positive à l'axe 1 et les paramètres intervalle plantation récolte (IPR) et intervalle plantation floraison (IPF) fortement corrélés de manière négative au même axe. Le paramètre nombre de feuilles émises (FE) a été positivement corrélé à l'axe 2 et le paramètre nombre de feuilles à la floraison (FF) a été négativement corrélé à ce même axe. L'analyse combinée du cercle de corrélation et du plan de dispersion a montré que les bananiers issus des rejets Ec0, Ba0,30 ; Ec1,30 ; Ec1 ; Ba0,15 ; Ec1,15 et Ba0 se sont bien développés. Parmi ces échantillons, l'appartenance des bananiers issus des rejets Ec0 ; Ba0,30 et Ec1,30 au quart de plan contenant les paramètres FE, C et H indiquent qu'en plus du nombre important de feuilles à la floraison et à la récolte, ces bananiers ont été marqués par une grande taille notamment une hauteur et une circonférence élevées plus un nombre de feuilles émises subséquentes. Les bananiers issus des rejets Ec1 ; Ec1,15 ; Ba1,15 ont été disposés dans le quart de plan contenant 2 paramètres (FF, FR). Les individus de ce groupe ont présenté un nombre de feuilles à la floraison et à la récolte relativement élevé par rapport aux précédents bananiers.

Les bananiers issus des rejets Ec0,15 et Ec0,30 ont présenté les mêmes caractères morphologiques mais ils ont surtout été caractérisés par une phase végétative (IPF) et un délai de production (IPR) relativement élevés.

Les bananiers issus des rejets Ec3 ; Ec3,30 ; Ec3, 15 ; Ec2 ; Ec2,15 et Ec2,30 ont montré une particularité. Leur appartenance au plan contenant l'IPF et l'IPR indiquent que ces bananiers ont présenté une longue phase végétative et un long cycle de production. Toutefois, leur localisation dans le quart de plan opposé à ceux contenant l'ensemble des paramètres a montré que les bananiers issus de ces rejets n'ont pas eu un développement végétatif satisfaisant.

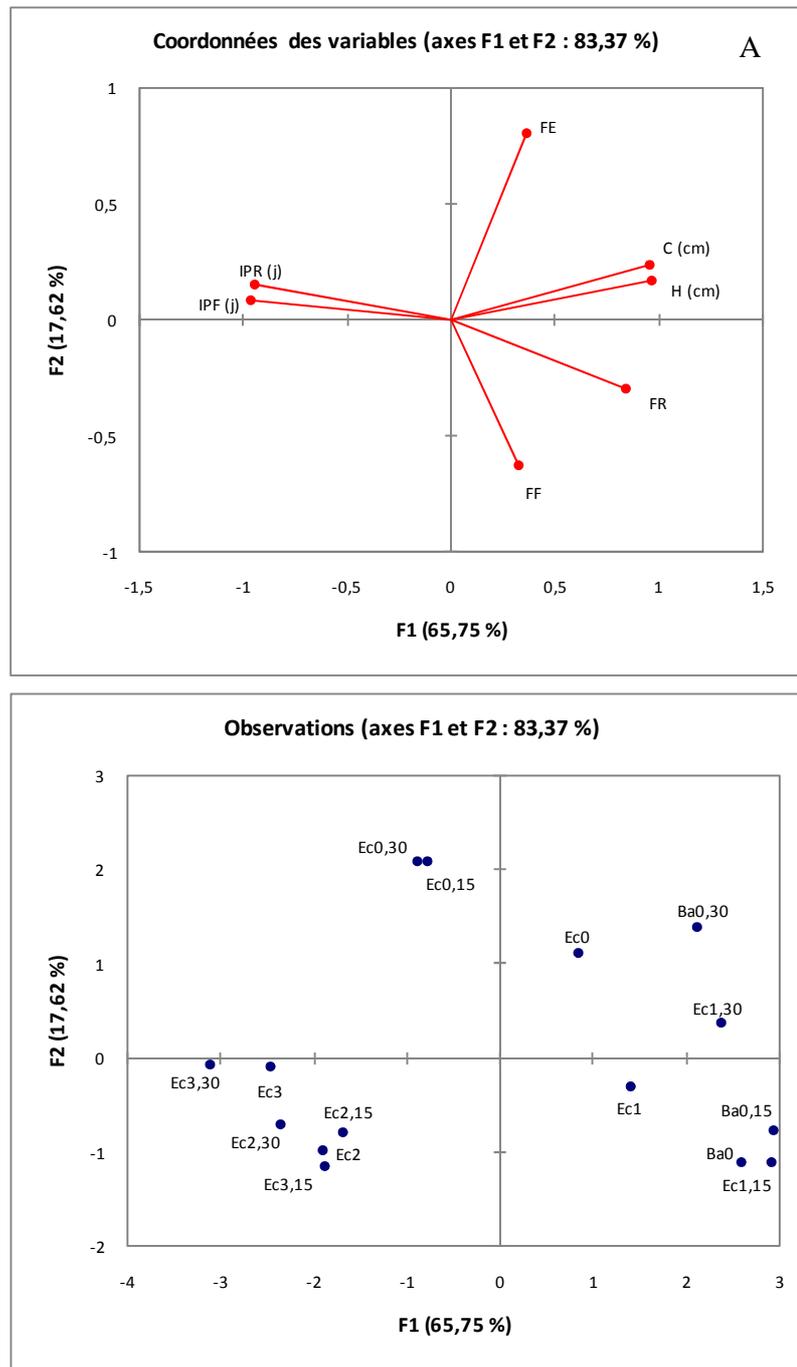


Figure 46 : Analyse en composante principale sur les caractéristiques de croissance et de développement des bananiers issus des rejets préalablement soumis à un traitement hydrique et transférés en champ

A - Cercle des corrélations

B - Dispersion des lots de bananiers

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j.

En définitive, les représentations des variables dans le plan (1-2) ont montré 3 groupes de bananiers liés aux traitements hydriques appliqués. Le premier groupe a été constitué par les bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés et éveillés en culture hydroponique (Ec0 ; Ec0,15 et Ec0,30) qui ont présenté un développement végétatif moyen, suivi du deuxième groupe constitué par les bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique plus les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique (Ba0 ; Ba0,15 ; Ba0,30 ; Ec1 ; Ec1,15 ; Ec1,30) caractérisés par un meilleur développement végétatif. Le troisième groupe a concerné les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique (Ec3 ; Ec3,15, Ec3,30 ; Ec2 ; Ec2,15 et Ec2,30) qui ont montré un faible développement végétatif (Annexe 3).

3.2.2.3 Paramètres de production

3.2.2.3.1 Bananiers issus des rejets non déshydratés

A - Régimes de bananes

Les effets des durées de culture hydroponique des rejets sur la masse des régimes de bananes ont été enregistrés (Figure 47). Les bananiers témoins issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés Ec0 (8,8 kg) et Ba0 (8,1 kg) ont donné des régimes de masses semblables. Au niveau des bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés éveillés en culture hydroponique, la masse des régimes a varié de 8 à 9,5 kg. L'analyse de variance effectuée sur la masse des régimes de bananes n'a pas révélé de différence entre les bananiers déshydratés traités (Ec0,15 et Ec0,30) et le témoin (Ec0). Le temps de culture hydroponique n'a pas modifié le comportement des bananiers. Par ailleurs, les régimes de bananiers issus des rejets baïonnettes témoins (Ba0) ont été similaires à ceux des bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés éveillés en culture hydroponique. Au niveau des bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique Ba0,15 (10 kg) et Ba0,30 (9,8 kg), les régimes ont présenté des masses similaires et statistiquement identiques à celles des bananiers témoins Ba0 (8,1 kg). De plus, l'étude comparée des deux types de bananiers en fonction des durées de culture hydroponique a montré que quel que soit le temps de culture hydroponique (15 ou 30 j) les bananiers ont donné des régimes de masses similaires.

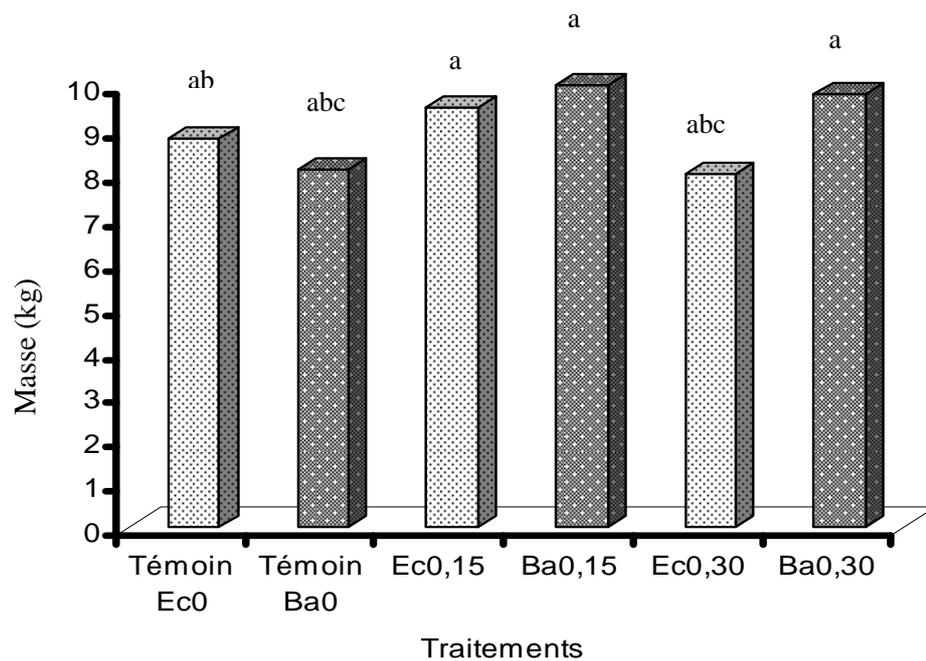


Figure 47 : Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés en culture hydroponique

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey.

Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse de la main (M1 à M4), nombre de mains (NM).

B - Mains du régime

Les quatre premières mains ont été considérées pour chaque bananier. Les masses ont varié de 2753 à 756 g, de la première à la quatrième main (tableau XII). En effet, la masse de la première main a fluctué de 2753 à 2105 g, celle de la deuxième main de 1932 à 1637 g, celle de la troisième main de 1425 à 958 g et celle de la quatrième main de 847 à 756 g. Les durées d'hydratation 15 et 30 j n'ont pas présenté d'effet significatif sur la deuxième, troisième et quatrième main du régime de bananes chez tous les bananiers.

Toutefois, une augmentation de la masse de la première main a été observée chez les bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique par rapport à celles des bananiers témoins issus des rejet-écailles non déshydratés et rejets baïonnettes non déshydratés. Les valeurs ont été respectivement de 2753 g (Ba0,30) et 2612 g (Ba0,15) contre 2178 g (témoin Ec0) et 2105 g (témoin Ba0). Le nombre moyen de mains a été de 7.

C - Doigts des mains

La masse du doigt central a baissé. Elle a varié de 300 à 238 g du deuxième au quatrième doigt (tableau XIII). La masse du doigt central est restée supérieure à 200 g de la deuxième à la quatrième main. Les effets observés sur le nombre de doigts de la deuxième (Dm2) et la quatrième main (Dm4) des bananiers ont été similaires à ceux observés sur la masse des doigts. De plus une réduction de moitié du nombre de doigts de la deuxième à la quatrième main a été observée. Les valeurs ont fluctué en moyenne entre 6 et 3. Tous les bananiers confondus ont présenté un nombre moyen fixe de doigts de la quatrième main de valeur 3.

Pour le nombre total de doigts (Dt) l'éveil en culture hydroponique de 30 j a induit une réduction de ce paramètre chez les bananiers issus des rejet-écailles Ec0,30 (23) par rapport aux bananiers témoins Ec0 (32) et aux bananiers issus des rejets Ec0,15 ; Ba0 ; Ba0,15 et Ba0,30.

Tableau XII : Masses et nombre de mains de régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mains (g)				Nombre
	M1	M2	M3	M4	
Témoin écaille (Ec0)	2178,7 a	1673,9 a	1150,0 ab	768,9 ab	7 a
Témoin baïonnette(Ba0)	2105,5 a	1822,2 a	1425,8 a	788,8 a	7 a
Ec0,15	2416,7 ab	1911,7 a	1377,8 a	847,2 a	7 a
Ba0,15	2612,1 c	1763,8 a	1143,2 ab	604,4 a	7 a
Ec0,30	2511,1 ab	1755,6 a	1344,4 a	756,7 ab	6 a
Ba0,30	2753,6 c	1932,2 a	1262,0 ab	827,5 a	6 a

Tableau XIII : Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Doigts (g)			Nombre		
	Dm2	Dm4	D2	D4	Dt	
Témoin écaille (Ec0)	299,4 a	287,8 a	7a	3a	32 a	
Témoin baïonnette(Ba0)	300 a	238,9 a	7a	3a	26 ab	
Ec0,15	286,1 a	261,1 a	6 ab	3a	27 ab	
Ba0,15	289,3 a	275,8a	7a	3a	29 ab	
Ec0,30	278,9 a	219,4 a	5 ab	3a	23 b	
Ba0,30	300,5 a	288,7 a	6 ab	3a	31 a	

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ecxy = rejet-écaille, Baxy = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse de la main (M1 à M4), nombre de mains (NM), masse du doigt central (Dm2, Dm4), nombre de doigts (D2, D4 et Dt).

Au niveau des mensurations, la longueur interne du doigt moyen a varié de 20 à 17 cm et le grade de 15 à 13 cm, du deuxième doigt au quatrième doigt (Tableau XIV). Pour le deuxième doigt médian la longueur externe a augmenté chez les bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 j (27,3 cm) par rapport au bananier témoin (Ec0 = 23 cm) alors que pour cette même durée, la valeur de ce paramètre a baissée chez les bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 j (24,5 cm) comparativement au bananier témoin Ba0 (27,5 cm).

L'analyse comparée des bananiers en relation avec la durée de culture hydroponique a montré que la longueur externe du doigt médian des bananiers témoins issus des rejet-écailles non déshydratés a été plus petite que celle des bananiers témoins issus des rejets baïonnettes non déshydratés. A l'inverse la longueur externe du doigt moyen chez les bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés éveillés en culture hydroponique de 15 j a été plus élevée que celle des bananiers issus des rejet-écailles non déshydratés éveillés en culture hydroponique pendant la même période.

D - Hampe florale

Elle a donné une masse moyenne de 429 g (Figure 48) avec une longueur moyenne de 54 cm et une circonférence d'environ 21 cm. Ces différentes valeurs mesurées n'ont pas été modifiées (Tableau XV).

Tableau XIV : Mensurations des doigts de bananes chez bananiers plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mensurations (cm)					
	Lem2	Lem4	Lim2	Lim4	Cm2	Cm4
Témoin écaille (Ec0)	23,0 a	22 a	19,0 a	17,3 a	14,6 a	14,2 a
Témoin baïonnette(Ba0)	27,5 b	26,5 b	20,0 a	17,7 a	15,2 a	14,3 a
Ec0,15	27,3 b	25,3 ab	21,0 a	19,5 a	15,3 a	12,9 a
Ba0,15	24,5 a	23,4 a	20,5 a	18,9 a	14,6 a	14,1 a
Ec0,30	25,1 ab	22,4 a	19,2 a	18,5 a	14,2 a	13,6 a
Ba0,30	26,2 ab	24,3 a	19,8 a	18,3 a	15,1 a	13,7 a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse du doigt central (Dm2, Dm4), longueur externe du doigt (Lem2, Lem4), longueur interne du doigt (Lim2, Lim4), circonférence du doigt central (Cm2, Cm4), nombre de doigts (D2, D4 et Dt).

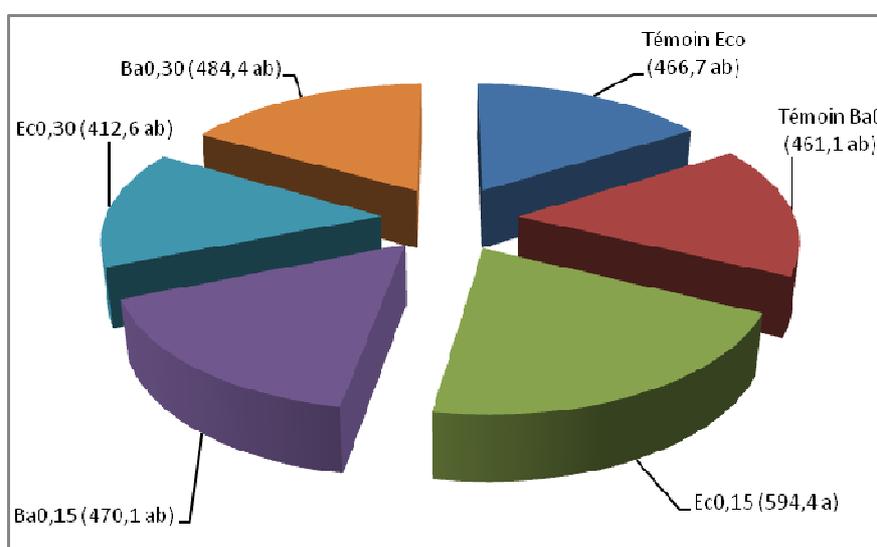


Figure 48 : Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Tableau XV : Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes non déshydratés et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mensurations (cm)		
	HI	Hc	
Témoin Eco	55 a	21,2 a	Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas
Témoin Ba0	53 a	20,3 a	
Ec0,15	54 a	22,1 a	
Ba0,15	58 a	21,0 a	
Ec0,30	51 a	20,5 a	
Ba0,30	53 a	23,3 a	

significativement différentes à $p < 0,05$ selon

le test (HSD) de Tukey. Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Longueur de hampe florale (HI), circonférence de la hampe florale (Hc).

3.2.2.3.2 Bananiers issus de rejets déshydratés pendant un mois

A - Régimes de bananes

Les masses des régimes de bananiers mesurées ont été différentes (Figure 49). Les bananiers issus des rejets-écailles déshydratés un mois ont donné des régimes de bananes dont les masses ont varié de 8,2 à 7,8 kg. Le stress hydrique d'un mois n'a pas montré d'effet sur la masse du régime de bananes dont les valeurs ont été similaires à celles des régimes de bananes des bananiers témoins Ec0 (8,8 kg). L'éveil en culture hydroponique n'a pas modifié ce résultat. Les bananiers issus des rejets baïonnettes déshydratés un mois ont donné des régimes de masse moyenne de 8 kg. L'étude comparée des bananiers au niveau de chaque temps de culture hydroponique a montré que les bananiers issus des rejets-écailles et ceux issus des rejets baïonnettes ont présenté un comportement similaire pour ce qui concerne la masse des régimes.

B - Mains du régime

Les quatre premières mains ont été également considérées pour chaque bananier. Les masses ont variées de 2283 à 681 g, de la première main à la quatrième (tableau XVI). Les bananiers témoins ont donné des mains de masses semblables. Les masses des mains de la première à la quatrième main des régimes de bananes des bananiers issus des rejets-écailles et rejets baïonnettes déshydratés sont restées similaires à celles des bananiers témoins. Le nombre moyen de main a été de 7. L'éveil par réhydratation des rejets n'a pas changé les résultats obtenus.

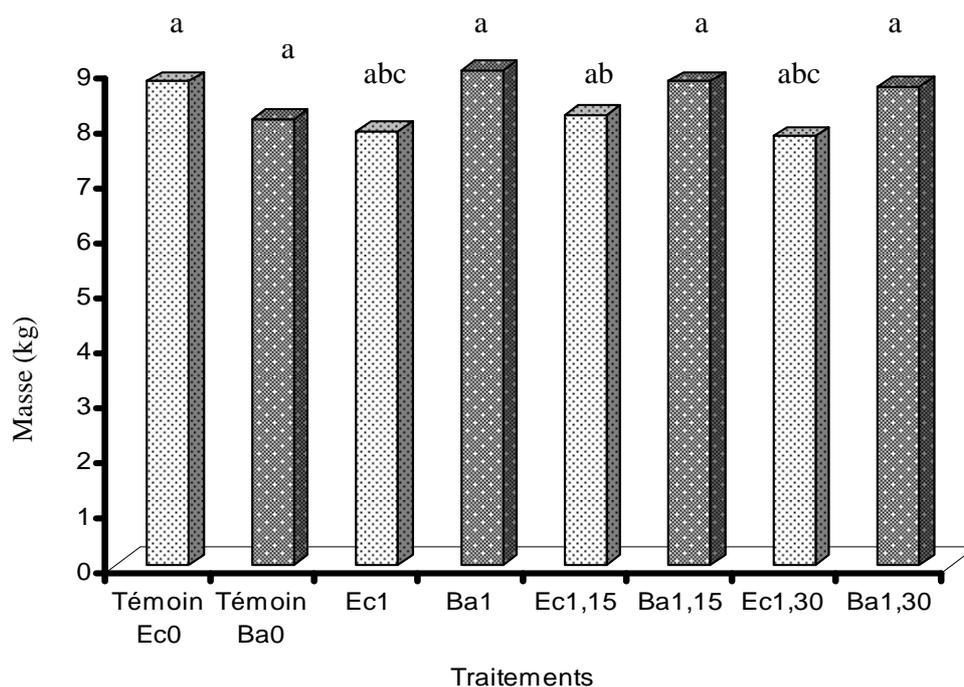


Figure 49 : Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Tableau XVI : Masses et nombre de mains de régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mains (g)				Nombre
	M1	M2	M3	M4	
Témoin écaille (Ec0)	2178,7 a	1673,9 a	1127,3 a	768,9 a	7 a
Témoin baïonnette(Ba0)	2105,5 a	1822,2 a	1425,8 a	788,8 a	7 a
Ec1	2283,3 a	1772,2 a	1261,1 a	722,2 ab	7 a
Ba1	2150,0 a	1470,7 a	1180,0 a	803,1 a	6 a
Ec1,15	1966,7 a	1638,9 a	1231,3 a	782,7 a	7 a
Ba1,15	2100,0 a	1591,3 a	1241,6 a	787,7 a	7 a
Ec1,30	2220,9 a	1561,1 a	1187,7 a	681,0 ab	7 a
Ba1,30	2050,1 a	1517,3 a	1347,1 a	780,0 a	6 a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ec,x,y = rejet-écaille, Ba,x,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse de la main (M1 à M4), nombre de mains (NM).

C - Doigts de mains

Pour les deux mains considérées, le nombre de doigts a varié de 8 à 3 de la deuxième à la quatrième main. (Tableau XVII). Le nombre de doigts de la quatrième main a été identique pour tous les bananiers avec une valeur de 3. Par contre pour le nombre total de doigts (Dt), la déshydratation d'un mois et l'éveil en culture hydroponique de 30 j ont induit une réduction de ce paramètre chez les bananiers issus des rejet-écailles Ec1 (21), Ec1,30 (21) par rapport aux bananiers témoins Ec0 (32) et aux bananiers Ec1,15 (36) ; Ba1 (30) ; Ba1,15 (33) et Ba1,30 (31).

La masse du doigt médian de la deuxième main a varié de 300 à 255 g et celle de la quatrième main de 287 à 227 g. Les doigts moyens de tous les bananiers ont donné des masses au dessus de 200 g aussi bien chez la deuxième que chez la quatrième main.

Au niveau de mensurations, les longueurs et la circonférence ont présenté de faibles variations d'un bananier à l'autre et d'une main à l'autre (Tableau XVIII). Les longueurs internes ont fluctué entre 20 et 18 cm ; les longueurs externes ont varié de 26 à 21 cm et les circonférences de 14 à 13 cm, du deuxième au quatrième doigt moyen.

D - Hampe florale

Elle a présenté une masse moyenne de 429 g (Figure 50) avec une longueur moyenne de 52 cm et une circonférence d'environ 20 cm (Tableau XIX).

**Tableau XVII : Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés
pendant mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j**

Traitements	Doigts (g)		Nombre		
	Dm2	Dm4	D2	D4	Dt
Témoin écaille (Ec0)	299,4 a	287,8 a	7 a	3 a	32 ab
Témoin baïonnette(Ba0)	300,0 a	238,9 a	7 a	3 a	26 bc
Ec1	272,2 a	233,3 a	5 ab	3 a	22 c
Ba1	280,8 a	247,8 a	7 a	3 a	30 ab
Ec1,15	255,6 a	227,8 a	8 a	3 a	36 a
Ba1,15	260,8 a	250,8 a	7 a	3 a	33 ab
Ec1,30	288,9 a	244,4 a	5 ab	3 a	21 c
Ba1,30	270,1 a	260,4 a	6 ab	3 a	31 ab

**Tableau XVIII : Mensurations des doigts de bananes chez le bananier plantain
cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés
pendant un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j**

Traitements	Mensurations (cm)					
	Lem2	Lem4	Lim2	Lim4	Cm2	Cm4
Témoin écaille (Ec0)	23,0 ab	22 ab	19,0 ab	17,3 a	14,6 a	14,2 a
Témoin Baïonnette (Ba0)	27,5 bc	26,5 b	20,0 ab	17,7 a	15,2 a	14,3 a
Ec1	26,3 bc	23,3 bc	20,3 ab	19,0 a	14,4 a	14,1 a
Ba1	24,3 ab	24,0 ab	18,5 ab	18,1 a	14,0 a	13,5 a
Ec1,15	23,0 ab	21,0 ab	18,4 a	16,3 a	14,2 a	13,8 a
Ba1,15	25,7 bc	23,0 ab	18,7 ab	18,2 a	14,2 a	13,7 a
Ec1,30	26,2 bc	24,2 bc	19,8 ab	18,2 a	13,8 a	13,3 a
Ba1,30	23,5 ab	21,0 ab	18,1 ab	17,8 a	14,7 a	13,6 a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ec,x,y = rejet-écaille, Ba,x,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse du doigt central (Dm2, Dm4), longueur externe du doigt (Lem2, Lem4), longueur interne du doigt (Lim2, Lim4), circonférence du doigt central (Cm2, Cm4), nombre de doigts (D2, D4 et Dt).

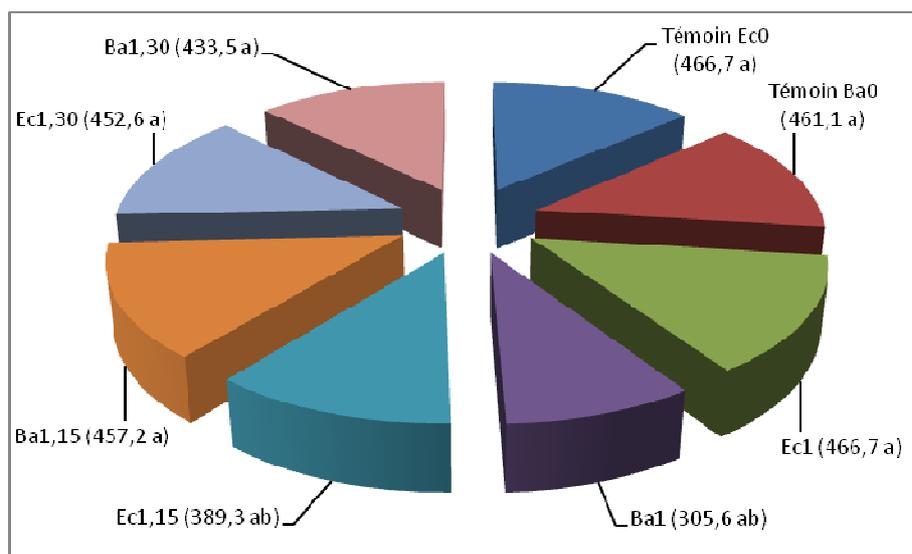


Figure 50 : Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Tableau XIX : Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles et rejets baïonnettes déshydratés un mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mensurations (cm)	
	HI	Hc
Témoin Ec0	55 a	21,2 a
Témoin Ba0	53 a	20,3 ab
Ec1	50 a	20,0 ab
Ba1	52 a	19,6 ab
Ec1,15	51 a	21,3 a
Ba1,15	52 a	22,6 a
Ec1,30	50 a	19,0 ab
Ba1,30	53 a	21,2 a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Longueur de hampe florale (HI), circonférence de la hampe florale (Hc).

3.2.2.3.3 Bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant de 2 à 3 mois

A - Régimes de bananes

Les masses des régimes de bananes ont été différentes selon l'intensité et la nature du traitement hydrique appliqué (Figure 51). En effet, chez les bananiers témoins les masses moyennes des régimes de bananes ont été de 8,8 kg (Ec0) et 8,1 kg (Ba0). Les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés 2 mois ont donné des régimes de bananes de masse moyenne de 6,3 kg alors que ceux issus des rejet-écailles déshydratés 3 mois ont donné 5,6 kg de masse de régime. Les bananiers déshydratés et éveillés pendant 15 j ont donné des régimes dont les masses ont été respectivement de 6,6 kg et 5,2 kg pour les bananiers prétraités par 2 et 3 mois de déshydratation. Le prolongement de la durée de l'éveil en culture hydroponique (30 j) a donné pour ces mêmes pieds des masses de 6,1 et 5 kg. Les régimes de bananes des bananiers issus des rejet-écailles déshydratés pendant 2 et 3 mois ont été plus petits que ceux des bananiers témoins issus des rejet-écailles non déshydratés et des rejets baïonnettes non déshydratés. Cette réduction a été plus prononcée au niveau des bananiers issus des rejets déshydratés 3 mois.

B - Mains du régime

Chez les bananiers témoins le nombre moyen de mains porté par un régime a été de 7 (Tableau XX). Une réduction de ce nombre a été notée au niveau des régimes de bananes issus des rejet-écailles déshydratés 3 mois, avec des valeurs de 5.

De la première à la quatrième main les masses des mains ont varié de 2178 à 480 g. Au niveau de chaque main, les masses des mains de régime de bananes des bananiers témoins Ec0 et Ba0 sont restées similaires. La durée de déshydratation de 3 mois a induit une réduction de la masse des mains du régime de bananes. Aussi, les effets observés sur la masse des régimes ont été similaires à ceux observés sur la masse des mains du régime de la première à la quatrième main.

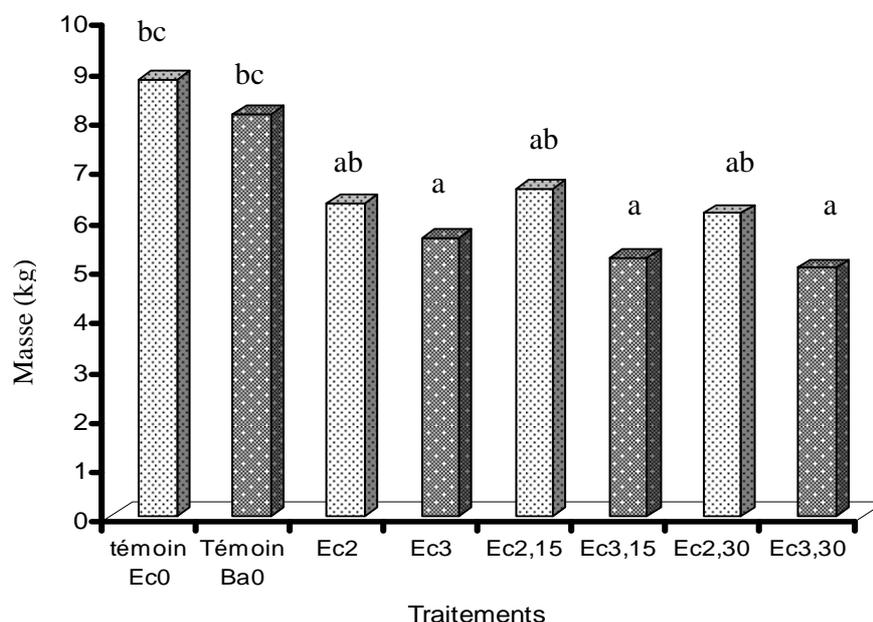


Figure 51 : Masses des régimes de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 et 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Tableau XX : Masses et effectif des mains chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 et 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mains (g)				Nombre
	M1	M2	M3	M4	
témoin Ec0	2178,7 a	1673,9 a	1058,9 a	768,9 a	7 b
Témoin Ba0	2105,5 a	1822,2 a	1425,8 a	788,8 a	7 b
Ec2	1638,9 b	1366,7 a	1122,2 a	627 a	6 ab
Ec3	1532,4 b	1136,2 b	878,4 b	513,6 b	5 a
Ec2,15	1866,7ab	1477,8 a	1077,8 a	622,4 a	6 ab
Ec3,15	1644,2 b	1225,1 b	782,8 b	500 b	5 a
Ec2,30	1855,6 ab	1300,0 ab	1022,2 a	615,3 a	5 a
Ec3,30	1628,6 b	1117,2 b	762,8 b	480,1 b	4 a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ex,y = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse de la main (M1 à M4), nombre de mains (NM).

C - Doigts des mains

Le nombre de doigts par main a montré une différence (Tableau XXI). En effet, le nombre de doigts a varié de 7 à 3 au niveau de la deuxième main et de 3 à 2 au niveau de la quatrième main. Au niveau du total des doigts des mains, les valeurs ont varié de 32 à 16. Chez les bananiers témoins le nombre moyen a été de 32 pour les pieds provenant des rejet-écailles et de 26 pour ceux issus des rejets baïonnettes. L'effectif des doigts des mains de bananiers issus des rejets déshydratés 2 et 3 mois ont été moins nombreux que ceux des bananiers témoins. Les déshydratations de plus longues durées ont eu un effet sur ce paramètre.

Les masses des doigts moyens de la deuxième main ont varié de 300 à 227 g. Au niveau de la quatrième main, les masses des doigts moyens ont fluctué entre 288 et 228 g. Les effets observés sur la masse du doigt médian de la deuxième main ont été similaires à ceux observés sur celle du doigt moyen de la quatrième main.

Les moyennes des valeurs ont varié de 26 à 24 cm pour la longueur externe, de 18 à 17 cm pour la longueur interne et de 14 à 13 cm pour la circonférence, du deuxième au quatrième doigt médian (Tableau XXII).

D - Hampe florale

La hampe florale a donné une masse moyenne de 400 g (Figure 52) et une circonférence d'environ 19 cm. La longueur moyenne de la hampe florale a varié de 55 à 35 cm (Tableau XXIII). Les régimes de bananes des bananiers témoins ont donné les longueurs les plus élevées avec des moyennes de 54 cm. Les valeurs les plus petites ont été présentées par les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés 3 mois, avec une moyenne de 37,7 cm. Les effets des 2 et 3 mois de stress hydrique ont été différents. L'accentuation de la réduction des longueurs moyennes dues au stress hydrique de 3 mois a montré qu'il a un effet significatif sur la hampe florale des régimes de bananiers.

**Tableau XXI : Masses et effectifs des doigts de bananes chez le bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés
en culture hydroponique de 15 et 30 j**

Traitements	Doigts (g)		Nombre		
	Dm2	Dm4	D2	D4	Dt
témoin Ec0	299,4 a	287,8 a	7 bcd	3 a	32 c
Témoin Ba0	300,0 a	238,9 a	7 bcd	3 a	26 bc
Ec2	255,6 a	255,6 a	5 ab	3 a	21 ab
Ec3	227,0 a	217,1 a	4 a	3 a	17 a
Ec2,15	260,8 a	227,8 a	5 ab	3 a	19 a
Ec3,15	241,0 a	221,0 a	4 a	2 a	16 a
Ec2,30	270,1 a	272,2 a	4 a	3 a	18 a
Ec3,30	236,0 a	231,1 a	3 a	2 a	16 a

**Tableau XXII : Mensurations des doigts de bananes chez les bananiers plantain
cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés
en culture hydroponique de 15 et 30 j**

Traitements	Mensurations (cm)					
	Lem2	Lem4	Lim2	Lim4	Cm2	Cm4
témoin Ec0	23,0 ab	22 ab	19,0 ab	17,3 ab	14,6 a	14,2 a
Témoin Ba0	27,5 bc	26,5 bc	20,0 ab	17,7 a	15,2 a	14,3 a
Ec2	27,0 bc	25,6 bc	19,6 ab	18,8 a	14,3 a	13,9 a
Ec3	25,2 bc	23,8 bc	18,0 ab	17 ab	13,6 a	12,3 a
Ec2,15	25,6 bc	24,3 bc	18,4 ab	18,4 a	14,5 a	13,8 a
Ec3,15	26,3 bc	23,0 ab	17,0 a	16,4 ab	14,0 a	12,0 a
Ec2,30	26,7 bc	25,7 bc	20,4 ab	18,8 a	14,3 a	13,3 a
Ec3,30	25,4 bc	23,2 bc	18,0 ab	16,0 ab	13,5 a	12,2a

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ecx,y = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Masse du doigt central (Dm2, Dm4), longueur externe du doigt (Lem2, Lem4), longueur interne du doigt (Lim2, Lim4), circonférence du doigt central (Cm2, Cm4), nombre de doigts (D2, D4 et Dt).

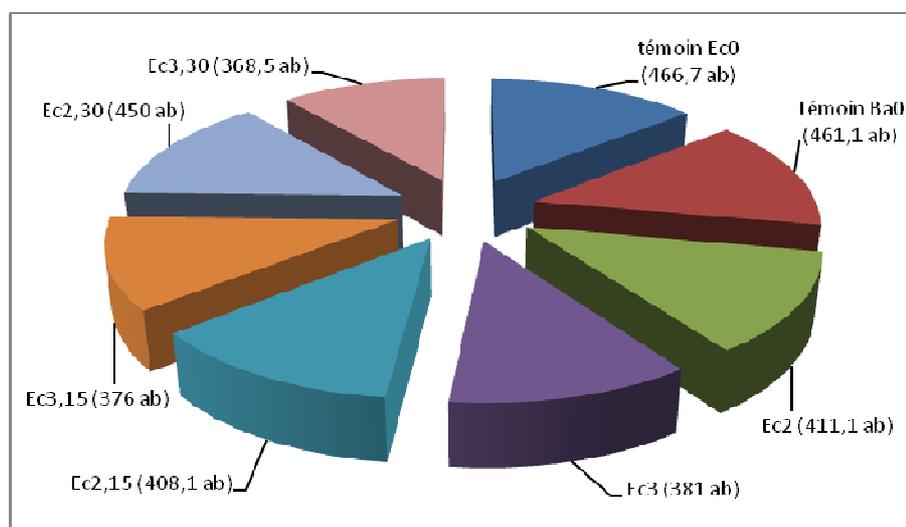


Figure 52 : Masses de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Tableau XXIII : Mensurations de la hampe florale du régime de bananes chez le bananier plantain cv Corne 1 issus des rejet-écailles déshydratés 2 à 3 mois et éveillés en culture hydroponique de 15 et 30 j

Traitements	Mensurations (cm)	
	HI	Hc
témoin Ec0	55 a	21 a
Témoin Ba0	53 a	20 a
Ec2	50 ab	19 ab
Ec3	40 cd	18 ab
Ec2,15	48 ab	18 ab
Ec3,15	38 cd	18 ab
Ec2,30	47 ab	18 ab
Ec3,30	35 d	17 ab

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test (HSD) de Tukey. Ecx,y = rejet-écaille, Bax,y = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j. Longueur de hampe florale (HI), circonférence de la hampe florale (Hc).

3.2.2.4 Identification des bananiers à meilleurs potentiels agronomiques

La matrice de corrélation de Pearson entre les paramètres agronomiques étudiés a révélé que le nombre de mains ($r = 0,77$), le nombre total de doigts ($r = 0,8$) et la masse totale de régime ($r = 0,83$) enregistrés ont augmenté en même temps que la hauteur des plants de bananiers (Annexe 4). Il en a été de même pour la circonférence. Tout comme la hauteur, le nombre de mains ($r = 0,89$), le nombre total de doigts ($r = 0,82$) et la masse totale de régime ($r = 0,89$) ont été également dépendants de la circonférence du pseudotrunc. La matrice de corrélation a également montré que le nombre de feuilles à la récolte a été positivement lié au nombre de main du régime ($r = 0,57$), au nombre total de doigts ($r = 0,67$) et à la masse du régime ($r = 0,52$). La masse du régime de bananes ($r = 0,66$) a été dépendante du nombre de feuilles émises. L'intervalle plantation floraison et l'intervalle plantation récolte ont été inversement corrélés au nombre de mains du régime, au nombre total de doigts formés et à la masse du régime de bananes. Les valeurs de r ont été de ($- 0,74$; $- 0,64$ et $- 0,69$) pour l'intervalle plantation floraison et de ($- 0,76$; $- 0,62$ et $- 0,64$) pour l'intervalle plantation récolte.

L'analyse en composante principale des paramètres d'évaluation a montré d'après le cercle des corrélations, que les axes 1 et 2 ont été retenus pour caractériser nos bananiers. (Figure 53). L'axe 1 a représenté 67,1 % de la variance totale et l'axe 2, 14,8 % de cette même variance. Le cercle de corrélation a montré que les paramètres de rendement : masse du régime (Rm), nombre de mains (NM), nombre de doigts (Dt) et quelques paramètres de développement : circonférence du pseudotrunc (C), hauteur (H), nombre de feuilles à la récolte (FR), nombre de feuilles à la floraison (FF) ont été fortement corrélés à l'axe 1 de façon positive. Les paramètres intervalle plantation floraison et récolte (IPF et IPR) ont été quant à eux fortement corrélés à l'axe 1 de manière négative. Seuls le nombre de feuilles émises (FE) et le nombre de feuille à la floraison (FF) ont été corrélés à l'axe 2. Avec une corrélation négative pour le paramètre FF et une autre positive pour le facteur FE. L'analyse du cercle de corrélation et du plan de dispersion a montré que les bananiers issus des rejets Ec1 ; Ec1,15 ; Ec1,30 ; Ba0 et Ba0,15 ont été remarquables pour leur croissance végétative et leur rendement il en été de même pour ceux des bananiers issus des rejets Ec0 ; Ec0,15 et Ba0,30. En plus d'un port végétatif important ces derniers se sont distingués pour la masse du régime, le nombre de mains, le nombre total de doigts, le nombre de feuilles à la floraison et à la récolte Les bananiers témoins (Ec0 et Ba0) ont présenté les mêmes caractéristiques

agronomiques. Les bananiers issus des rejets Ec2 ; Ec2,15 ; Ec2,30 ; Ec3 ; Ec3,15 ; Ec3,30 situés dans le plan opposé de l'axe 2 et caractérisés par un cycle végétatif et de production élevés ont présenté des caractéristiques relativement moins importantes. Ils se sont distingués par leur isolement. Leur localisation dans le quart de plan opposé à ceux contenant les variables a montré que ces bananiers ont eu une production réduite. Le regroupement des bananiers par classification ascendante hiérarchique a montré l'existence de trois classes. La classe 1 composée des bananiers issus des rejets Ec1,15 ; Ec1,30 ; Ec1 ; Ba0,15 et Ba0 qui ont été identifiés comme performants, suivi de la classe 2 constituée des bananiers issus des rejets Ec0 ; Ec0,15 ; Ec0,30 Ba0,30 considérés comme relativement performants et enfin la classe 3 renfermant les bananiers issus des rejets Ec2 ; Ec2,15 ; Ec2,30 ; Ec3 ; Ec3,15 ; Ec3,30 caractérisés par une faible production (Annexe 5).

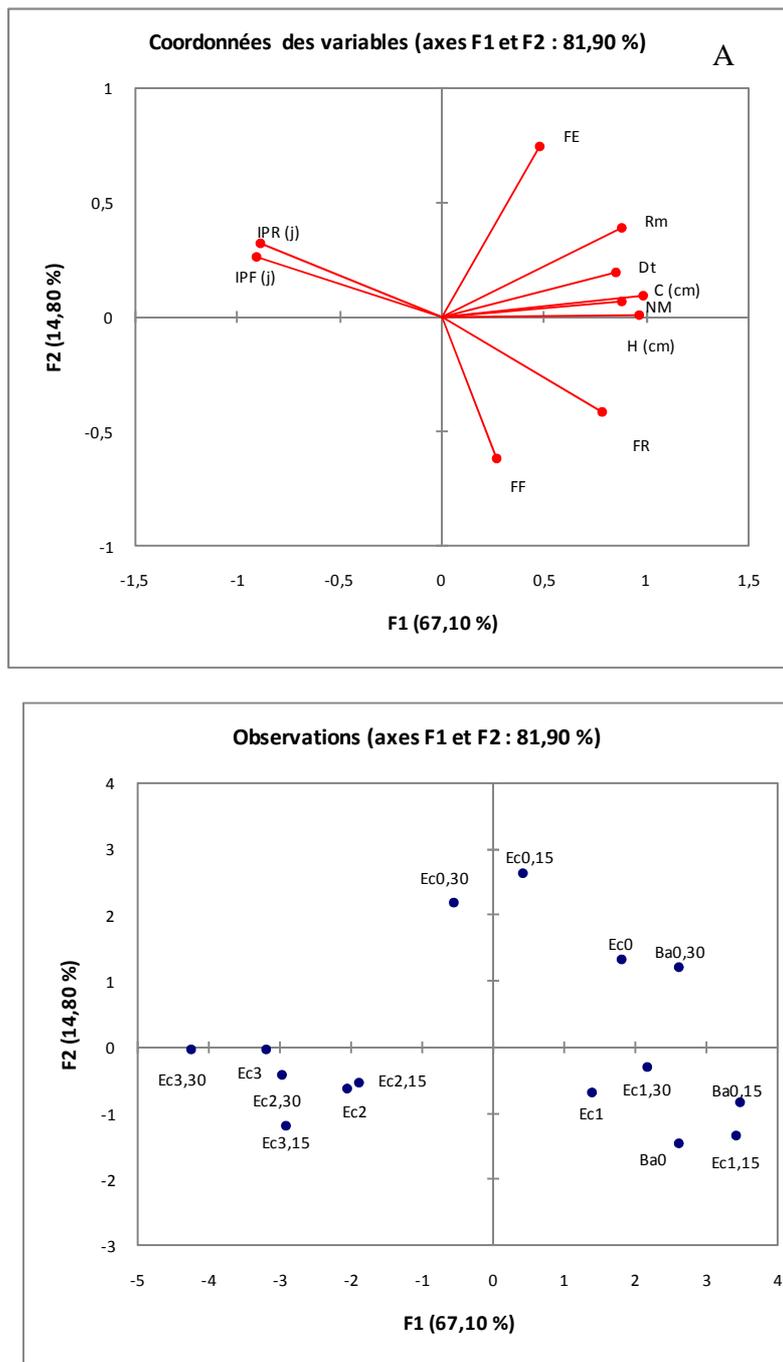


Figure 53 : Analyse en composante principale sur les données morphologiques et de rendement des bananiers issus des rejets non déshydratés et déshydratés durant 1 à 3 mois puis éveillés en culture hydroponique
 A - Cercle des corrélations B - Dispersion des lots de bananiers
 Ec_{x,y} = rejet-écaille, Ba_{x,y} = rejet baïonnette, indice x = temps de déshydratation en mois, indice y = temps de culture hydroponique en j.

Conclusion

La phase végétative du bananier plantain a été influencée par les différents temps de déshydratation et la durée de culture hydroponique appliqués aux rejets. La déshydratation d'un mois a montré des effets différents de celui des durées de 2 à 3 mois de déshydratation. En effet la partie aérienne des plantes (H, C), la phase végétative et le cycle de production ont été allongés par les durées de 2 à 3 mois de déshydratation indépendamment ou non de l'éveil en culture hydroponique. La hauteur et la circonférence du pseudotrunc des bananiers ont quant à eux été réduits. Même si la petite taille des rejet-écailles a entraîné un allongement de la phase végétative du bananier témoin. Cette perturbation semble avoir été corrigée par la déshydratation d'un mois qui a normalisé le développement végétatif des bananiers issus des rejet-écailles comparativement aux bananiers issus des rejets baïonnettes non déshydratés.

La déshydratation d'un mois et l'éveil en culture hydroponique de 15 j se distinguent des autres traitements hydriques en induisant chez le bananier des caractéristiques de croissance et de développement très proches des bananiers témoins (Ba0 et Ec0). Il en a été de même des paramètres de rendement. A l'opposé, les durées de 2 et 3 mois de déshydratation ont donné chez les bananiers traités des régimes de plus en plus réduits.

L'inhibition de la partie aérienne des bananiers issus des rejet-écailles déshydratés durant 3 mois a été retrouvée au niveau de la plante adulte, caractérisée par une masse de régime (5 kg) inférieure à celle des témoins (8 kg). La durée de 2 mois a exercé un effet similaire mais avec un degré moindre.

L'étude des mains a montré que les effets observés sur le régime ont été répercutés au niveau des mains plus précisément sur la deuxième et la quatrième main où les masses et les mensurations ont été réduites chez les bananiers issus des rejet-écailles prétraités par 3 mois de déshydratation.

Les bananiers issus des rejets traités par 2 et 3 mois de déshydratation ont eu une croissance et un développement tardifs, ce qui a traduit un manque de vigueur caractérisé par un pseudotrunc court et un cycle végétatif long et une faible masse des mains et des doigts.

Le traitement 2 mois de déshydratation a été inhibiteur et le traitement 3 mois de déshydratation très inhibiteur à la culture bananière.

La durée 15 j de culture hydroponique s'est révélé favorable pour un éveil des rejets déshydratés et non déshydratés.

CHAPITRE IV : DISCUSSION

CHAPITRE IV : DISCUSSION

4.1 Eveil des rejets non déshydratés en culture hydroponique

Dans l'étude de l'éveil des rejets non déshydratés en culture hydroponique les résultats obtenus ont montré que la culture hydroponique permettait un éveil des rejet-écailles et des rejets baïonnettes non déshydratés. Cet éveil a été caractérisé, par une levée de dormance des rejets qui ont émis en culture hydroponique des racines principales, secondaires et tertiaires. Ces dernières ont été produites en continue au cours de la culture. Ces résultats peuvent s'expliquer par une activation des enzymes hydrolytiques préalablement inhibées qui entraîneraient une mobilisation des réserves nécessaires à la reprise de croissance des rejets. Ces résultats corroborent ceux de KHEMIRI *et al.* (2004) qui travaillant sur les graines de Colza (*Brassica napus* L) ont montré que la germination des graines dépendait de l'activation des enzymes hydrolytiques. Les bulbes des rejets étant constitués de réserves majoritairement de nature glucidique (ANNO, 1981), celles-ci sont hydrolysées par l' α -amylase en sucres solubles et sont soumises à la plante pour les besoins de sa croissance (GROOME *et al.* 1991). Par ailleurs, le nombre de racines principales émises par les rejets baïonnettes a été supérieur à celui des rejet-écailles. Cette différence d'effectif peut s'expliquer par la différence de taille, de contenu et le niveau de dormance des rejets baïonnettes. En effet, les rhizomes des rejets de bananiers plantain étant des organes de réserve ils sont très riches en réserves amylicées notamment en glucides et phénols (SAYA, 1991) dont la quantité serait plus importante chez les rejets baïonnettes que chez les rejet-écailles. Ainsi, les phases de développement du rhizome et plus particulièrement celles de l'émission racinaire entraînant une dégradation d'acides aminés, de quelques protéines et d'amidon dont le catabolisme donne des glucides libres (énergie nécessaire à la respiration et à la synthèse des tissus) induirait une mobilisation plus importante des métabolites énergétiques chez les rejets baïonnettes comme l'ont montré les travaux de FISCHER *et al.* (1995) sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L.. Par ailleurs, les rejet-écailles sont puissamment inhibés une fois détachés du bulbe parental (ANNO, 1981). Cette inhibition serait plus importante pour ces rejets que pour leurs homologues baïonnettes. Cette différence d'inhibition pourrait expliquer la précocité des rejets de grande taille.

Les racines principales se sont ramifiées pour donner des racines secondaires lesquelles, à leur tour, ont produit des radicules encore plus fines, aux alentours du 15^e j ou 20^e j de culture selon que l'on soit en présence des rejet-écailles ou des rejets baïonnettes. Une augmentation de l'activité auxinique stimulerait la rhizogenèse. LASSOURDIERE (1978) a montré que la distribution des racines secondaires sur les primaires est contrôlée par des équilibres hormonaux. Ainsi, les racines secondaires n'apparaissent que vers 15 cm et plus de l'apex. RIOPEL (1960) estime que 65 % des cellules du péricycle des racines primaires sont des sites potentiels pour le développement des racines latérales (secondaires). Dans le même sens, TURQUIN (1998) a confirmé que les ramifications secondaires de la racine principale des rejet-écailles de bananiers plantain en condition de culture hydroponique prennent naissance au niveau du péricycle.

L'ensemble des racines principales et des racines secondaires contribue en plus des phénomènes annexes à l'activation du développement des rejets de bananier par absorption de l'eau, des sels minéraux nécessaires au métabolisme global de la plante. Métabolisme qui aura une incidence sur l'initiation d'autres phénomènes liés à la croissance du végétal. Ainsi, nous avons noté au 12^e j de culture corrélativement à la production de racines un grossissement apparent de l'apex du rhizome. Celui-ci a été fendillé sur les côtés et a laissé apparaître un bourgeon apical d'aspect brun violacé. Ce dernier a cru avec le temps et différencié une feuille lancéolée de premier ordre (fl1) de second ordre (fl2) ou de troisième ordre (fl3). Cette modification d'aspect de la partie apicale du bulbe a traduit une forte activité méristématique. Les cellules jeunes non différenciées de la zone méristématique au bout de 12 j de culture ont subi une série de division successive, qui a entraîné un grossissement de l'apex. Ce dernier a été différencié au bout d'une semaine en gaine écailleuse ou gaine foliaire. Ce résultat est en accord avec les travaux de TURQUIN (2005) qui ont montré dans la zone méristématique des jeunes cellules non différenciées avec au sommet de l'apex des ébauches foliaires apparents. Dans le même sens, ANNO (1981) a montré que la formation des feuilles a lieu au niveau de l'unique méristème du bulbe souterrain. Les écailles se sont allongées progressivement, présentant de plus en plus le caractère de gaine enveloppante. L'allongement beaucoup plus important de ces gaines écailleuses va donner les feuilles lancéolées de première, de deuxième et de troisième ordre. La pigmentation de ces feuilles est passée du vert violacé au vert pâle caractéristique de la jeune feuille de bananier.

En rapport avec la production de matière fraîche des rejets, les études de croissance ont permis de mettre en évidence une différence dans la croissance pondérale entre les rejet-écailles et les rejets baïonnettes. La vitesse de croissance pondérale des rejet-écailles a été

supérieure à celle des rejets baïonnettes durant toute la phase de culture hydroponique. Cette inégalité serait liée à la différence d'âge du matériel et à l'environnement expérimental. La petite taille des rejet-écailles suggérerait une précocité dans l'exercice des phénomènes métaboliques nécessaires à la production de matière fraîche végétale. De même, la saturation en eau semblerait plus rapide et précoce dans le petit volume des rejet-écailles que dans le gros volume du bulbe des baïonnettes. Ces derniers avec leur quantité de réserve élevée induiraient une mobilisation importante de glucides, de phénols, protéines nécessaires au développement de la plante. L'abondance des molécules énergétiques entraînerait un allongement des phénomènes de catabolisme. Ce qui aurait une conséquence sur la durée de la phase de croissance des rejets baïonnettes. L'augmentation de la masse des rejets constituerait un indicateur déterminant du processus de croissance qui d'ailleurs, se traduit par la production des racines (WILLS, 1972).

4.2 Evaluation des caractéristiques morphologiques et physiologiques des rejets déshydratés.

Ce travail avait pour objectif de décrire les conséquences de la déshydratation sur la morphologie et la physiologie des rejets. Ainsi, cette étude a permis de mettre en évidence un dessèchement plus rapide des rejet-écailles par rapport aux rejets baïonnettes. Toutefois, le dessèchement des deux rejets a commencé par les écailles foliaires pour atteindre progressivement le bulbe. Sur ce dernier le processus de dessiccation évoluerait de l'extérieur vers l'intérieur avec pour conséquence une dénaturation de la structure anatomique par les longs temps de déshydratation. L'action de la déshydratation serait donc comparable à celle de la sécheresse. En effet, le maintien des rejets en condition de déshydratation permanente entraînerait d'une part le flétrissement des écailles foliaires et du bulbe par un déficit hydrique qui induirait une diminution de la pression de turgescence des cellules (GIRARDIN, 1999). Les tissus sont alors moins gonflés. Cette situation a des conséquences sur la captation du rayonnement solaire et la photosynthèse (CORNIC *et al.* 1983). D'autre part, lorsque le déficit hydrique est trop important, des phénomènes d'ajustement interne du végétal se produisent ; tels la diminution de la concentration en adénosine triphosphate en raison d'une baisse de la respiration, la baisse de l'activité du nitrate réductase dans les feuilles et la diminution de la synthèse des protéines (GIRARDIN, 1999). L'ajustement osmotique constitue le processus majeur permettant à la cellule de maintenir sa turgescence sous contrainte hydrique, afin de demeurer dans un état de vie ralentie, grâce à l'accumulation active de molécules particulières tels le glycérol ou polyols, sels de potassium et sucres

solubles (TURNER, 1986). Il existe dans l'ensemble une large gamme de mécanisme qui ne sont pas exclusifs l'un de l'autre et qui peuvent même être complémentaire (JONES *et al.* 1980). Cette modification dans la structure des rejets est due à une désorganisation de l'architecture tissulaire, liée à la dégradation des pigments chlorophylliens et non chlorophylliens et des métabolites de réserves de la plante (EPRON et DREYER, 1990) nettement perceptible au niveau des écailles foliaires. En effet, la relative lenteur observée dans la dégradation du bulbe pourrait s'expliquer par la caractéristique de cet organe. Le bulbe est un organe de réserve (TURQUIN, 1998) riche en réserves amylacées. Le fait de le maintenir dans un état de stress hydrique permanent entraîne certainement une dégradation des acides aminés, de quelques protéines et d'amidon, dont le métabolisme (catabolisme et anabolisme) donne des glucides libres, énergie nécessaire à la survie de la plante en état de vie ralentie (SMITH, 1972 ; FISCHER *et al.* 1995).

En rapport avec les caractéristiques pondérales et hydriques, les résultats de l'étude effectuée ont révélé que la variation de la masse des rejets a été fonction des conditions de culture et de la taille des rejets. Il semblerait que soumis aux mêmes conditions expérimentales les rejet-écailles qui sont de petites tailles auraient tendance à perdre beaucoup plus d'eau avec le temps par rapport aux rejets baïonnettes qui sont plus volumineux. Le prolongement du temps de déshydratation sur les rejet-écailles a montré une fluctuation dans la vitesse de déshydratation de ces rejets (BOYE *et al.* 2008). En effet, la masse des rejets a baissé fortement dans les premières semaines de déshydratation ensuite est survenu un ralentissement du processus. Cette diminution de la masse serait essentiellement due à une perte en eau. Ce résultat s'expliqueraient par le fait que l'eau contenue dans les rejets s'épuise jusqu'à un seuil au delà duquel toute sortie d'eau est retreinte. L'osmose qui régule la sortie d'eau serait limitée par un certain nombre de mécanisme. L'ajustement osmotique permettrait à la cellule de maintenir sa turgescence sous certaine contrainte hydrique par l'accumulation de molécules d'alcools de protéines, de sucres libres et de sels. D'une façon générale, la perte en eau des sujets traités est restée supérieur à 50 % des valeurs moyennes quel que soit le temps de déshydratation. La cinétique de déshydratation des rejet-écailles peut être reliée aux différents temps de déshydratation comme résultant d'un équilibre osmotique des cellules. Il semble que si cet équilibre dans la déshydratation générale est réalisé, nous aboutirions à une valeur seuil de la masse ou de la teneur en eau défavorable à la plante. Cependant, lorsque la dessiccation a perduré, les cellules se sont nécrosées fortement en entraînant la mort des rejets comme observé dans le cas des rejet-écailles soumis au régime de quatre mois de déshydratation. VOLAIRE *et al.* (2009) ont expliqué que chez les dactyles soumis au déficit

hydrique progressif, la teneur en eau décroît lentement et atteint une limite seuil de 30 % en dessous de laquelle une chute de la stabilité membranaire a été observée, correspondant à la mortalité des thalles.

4.3 Eveil des rejets déshydratés en culture hydroponique

Au cours de cette étude nous avons mis en évidence l'effet de la culture hydroponique sur la morphologie et la production de matières fraîches végétales. Ainsi en rapport avec la morphologie, les résultats obtenus ont montré que la reprise de croissance des rejets déshydratés a été identifiée et perceptible à l'apparition d'un nouveau système racinaire. Les rejets déshydratés ont présenté les mêmes caractéristiques morphologiques en culture hydroponique que les rejets non déshydratés dans les mêmes conditions. Les mécanismes d'initiation des racines ont été comparables à ceux décrits chez les rejets non déshydratés. Corrélativement à l'apparition des racines un grossissement de l'apex du rhizome a été perceptible. Ces résultats ont révélé que la phase de culture hydroponique est bien une phase d'éveil des rejets comparable à celle de la reprise des graines au moment de la germination. Elle nécessite la mobilisation des réserves pour la croissance des plantes. Cette mobilisation des réserves dépend de l'activation des enzymes hydrolytiques. Le rhizome des rejets étant essentiellement riches en amidons (TURQUIN, 1998) ceux-ci sont certainement hydrolysés par l' α -amylase en sucres solubles nécessaires à la reprise de croissance des rejets de bananiers plantain. KHEMIRI *et al.* (2004) ont montré que chez le pois chiche, les réserves sont majoritairement de nature glucidique. Ces derniers au cours de la germination sont hydrolysés par l' α -amylase en sucres solubles et sont soumises à la plantule pour le besoin de sa croissance. La germination tout comme l'éveil est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. Elle conditionne l'installation de la plantule, son embranchement sur le milieu et probablement sa productivité ultérieure (TREMBLIN et BINET, 1984).

La modification d'aspect de la partie apicale du bulbe traduit une forte activité mitotique du méristème apical, ce qui va provoquer un accroissement en volume de l'apex et plus tard la différenciation de la gaine écaillée, origine des feuilles lancéolées de premier deuxième et troisième ordre (ANNO, 1981 ; TURQUIN, 2005). Avec ses feuilles commence l'individualisation du bulbe des rejets avec des racines qui lui sont propres. Le processus de développement des gaines écaillées des rejets déshydratés est resté semblable à celui des rejets non déshydratés.

En ce qui concerne la production de matière végétale, les résultats ont permis de faire deux observations :

1) au niveau de la variation de la masse des rejets en phase de culture hydroponique, la vitesse de croissance pondérale des rejet-écailles a été supérieure à celle des rejets baïonnettes pour les rejets préalablement déshydratés durant un mois. De plus, avec le temps il a été observé un ralentissement de l'augmentation de la masse des rejets liés à la baisse de la cinétique de croissance. Ces résultats sont comparables à ceux observés sur les rejets témoins et peuvent s'expliquer par le stade juvénile des rejet-écailles et la condition de culture. La déshydratation d'un mois ne semble pas modifier de façon notable le comportement des rejet-écailles et des rejets baïonnettes. Qu'en sera-t-il des régimes de déshydratation beaucoup plus longs, surtout pour les rejet-écailles qui sont de petite taille ?

2) pour les temps de 2 à 4 mois de déshydratation, les mesures sur les rejet-écailles déshydratés 4 mois n'ont pu être possibles car ces derniers ont été complètement nécrosés et les variations de la masse de ces derniers ont pratiquement été nulles. Par ailleurs, la période de culture hydroponique de 15 j favoriserait un bon réveil physiologique des rejets déshydratés ; étant donné qu'au cours de cette période tous les rejets déshydratés ont atteint le maximum de croissance hydroponique dans la première ou la deuxième semaine de culture. Au-delà, un phénomène d'inhibition de la croissance est apparu. Il s'agit particulièrement d'un ralentissement significatif de la vitesse de croissance pondérale des rejets qui pourrait être due à un épuisement significatif des réserves utilisées pour la mise en état de l'appareil végétatif.

La comparaison des cinétiques de croissance pondérale des rejets déshydratés, 2 mois et 3 mois a révélé que les longues périodes de déshydratation semblent induire une inhibition de la croissance des rejet-écailles. Ce résultat peut s'expliquer par une différence dans la mobilisation des réserves en vue de soutenir la croissance des jeunes plants. En effet, les rejets déshydratés 3 mois présentent une dégradation plus importante du bulbe par rapport à ceux déshydratés 2 mois. Cette dégradation du bulbe va donc réduire de moitié ou plus la réserve du bulbe, ce qui aura donc une incidence sur la quantité de ressources mobilisables par la plante pour sa croissance et son développement. Pourtant, RATIARSON et FALISSE (2007) travaillant sur les tubercules de *Cyperus rotundus* ont montré que si les réserves d'un tubercule coupé sont inférieures à celles d'un tubercule entier, à moyen terme les réserves vont se reconstituer grâce à la photosynthèse effectuée par de nombreux organes aptes à se reproduire, issus des nombreuses zones méristématiques qui évoluent en d'autres bourgeons. Ainsi, est-il très probable que dans le temps les biomasses totales générées par une population

de tubercules coupés soient significativement supérieures à celle du tubercule entier (WILLS et BRISCOE, 1970 ; RATIARSON et FALISSE, 2007).

Au niveau du nombre de racines formées, la comparaison du système racinaire des rejets traités a montré que :

1) pour les rejets ayant subi une déshydratation d'un mois, le nombre de racines a augmenté au cours du temps chez les deux types de rejets. L'analyse des données a montré que ce nombre a été supérieur chez les rejet-écailles déshydratés. Cette aptitude à l'initiation racinaire chez les rejet-écailles déshydratés serait liée à une stimulation de la balance hormonale induite par la déshydratation. Cette dernière agirait sur le mécanisme de production de l'auxine qui en augmentant stimulerait l'initiation racinaire. Le système racinaire du bananier est relativement fragile, si bien que les conditions du milieu sont primordiales. Les facteurs intervenants principalement sur le développement racinaire interagissent. On peut distinguer le parasitisme, l'âge, l'alimentation hydrique, l'environnement et les caractéristiques physiques du sol (LASSOURDIERE, 1978). La sévérité du déficit hydrique induirait une stimulation des méristèmes racinaires qui favoriseraient une production abondante de racines en conditions de culture hydroponique. Toutefois, la présence de racines au terme des 30 j de culture hydroponique, indique que l'apport d'eau par trempage contribue à la formation de nouvelles racines. Il permet également la formation de racines latérales. Ces résultats observés chez le bananier plantain sont en accord avec ceux de LOGBO *et al.* (2006) qui travaillant sur acacia ont montré que l'apport d'eau par arrosage entraîne une augmentation du système racinaire. Les effectifs du nombre de racines observés chez les rejets non déshydraté ont été inférieurs à ceux des rejet-écailles déshydratés un mois.

2) pour les rejet-écailles ayant subi des durées de 2 à 3 mois de déshydratation, l'effectif des racines produites a présenté un accroissement durant la culture hydroponique. Cependant, les rejets déshydratés 2 mois ont produit plus de racines que ceux déshydratés 3 mois. Les rejets déshydratés 4 mois étant non viable aucune donnée de leur nombre de racines n'a été mesurée. L'effectif réduit de racines chez les rejets issus d'un long temps de déshydratation traduit un déficit nutritionnel par carence minérale et un affaiblissement des réserves du bulbe des rejets au cours de l'éveil physiologique. Ces résultats observés chez le bananier plantain sont en accords avec ceux de MARCHAND (1971), SNYMAN (1972), GAUTREAU (1973) qui ont montré que la sécheresse à une influence capitale sur le développement et la reproduction de la plante d'arachide en provoquant une réduction des

entrenœuds de la tige, une baisse de la floraison et une perturbation du pouvoir germinatif. Les faibles valeurs du nombre de racines obtenues chez les rejets non déshydratés par rapport aux rejets déshydratés ont également montré que la déshydratation aurait une action rhizogène ou rhizostimulante. Ces observations confirment les résultats de SHARMA *et al.* (1977) qui ont indiqué que le déficit hydrique au niveau du sol augmente l'extension latérale des racines.

4.4 Comportement au champ des bananiers issus des rejets soumis à différents temps de déshydratation et éveillés en culture hydroponique

- bananiers issus des rejets non déshydratés

L'analyse des réponses agrophysiologiques des bananiers a montré que l'éveil en culture hydroponique des rejets non déshydratés n'a pas fait varier les paramètres agronomiques des bananiers qui en sont issus aussi bien au niveau des rejet-écailles que des rejets baïonnettes. Toutefois, en comparant les performances agronomiques des bananiers issus des deux rejets un constat a été fait. Les paramètres hauteur, intervalle plantation floraison et intervalle plantation récolte ont été élevés chez les bananiers issus des rejet-écailles. La floraison tardive des bananiers issus des rejet-écailles pourrait être due à une phase végétative trop longue liée à la petite taille des « semences » utilisées. En effet, une relation a été établie entre la taille des boutures, la durée de la phase végétative et la phase de production chez le plantain *Dominico harton* (BELALCAZAR *et al.* 1992). Par ailleurs, la masse moyenne des régimes de bananes des bananiers issus des rejets baïonnettes a été de 9 kg et celle des bananiers issus des rejet-écailles a été de 8 kg. Ces masses ont été comparables à la masse des régimes (9 kg) issus des rejets baïonnettes de Faux-corne (N'DABALISHYE, 1995). Ce résultat confirme le bon comportement des rejet-écailles. La petite taille du matériel de plantation ne semble pas affectée la masse du régime de bananes. Ces résultats sont en accord avec ceux de HERRERA *et al.* (1990) qui travaillant sur des rejets et rhizomes de 0,6 – 6,3 kg chez le cultivar *Dominico harton* (banane dessert) ont montré que la taille du matériel de plantation n'a aucune influence sur les doigts ni la masse du régime.

- bananiers issus des rejets déshydratés pendant un mois

Les travaux sur les performances agronomiques des bananiers issus des rejets déshydratés un mois ont montré que la hauteur des individus issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes a été sensible à la déshydratation, contrairement à la circonférence qui n'a

pas varié significativement. La déshydratation d'un mois et l'éveil par la culture hydroponique induiraient un accroissement de la taille des bananiers issus des rejet-écailles. Ces résultats ont été différents de ceux de BLOMME *et al.* (2001) pour lesquels la déshydratation est sans effet sur les parties aériennes des hybrides de bananiers plantain (FHIA). Cette différence de réponse peut s'expliquer par la spécificité variétale des bananiers, le stade juvénile du matériel de plantation et l'écologie de l'environnement expérimental. L'effet bénéfique de la déshydratation d'un mois sur les caractéristiques de croissance peut s'expliquer par une stimulation des processus métaboliques qui une fois initiés se poursuivrait après l'arrêt du traitement. Ce qui justifie l'accroissement des dimensions des bananiers issus des rejets déshydratés. Cette action de la déshydratation pourrait s'exercer sur le signal hormonal des molécules effectives qui affecte l'information génétique mise à contribution pour la croissance et le développement des rejets (TURQUIN, 1998).

La déshydratation a également entraîné une réduction du système foliaire, du cycle végétatif et du cycle de production des bananiers issus des rejet-écailles déshydratés. Cela atteste d'une certaine vigueur des bananiers malgré qu'ils proviennent de rejets déshydratés. La déshydratation d'un mois agirait dans le sens de levé la dormance du méristème apical des rejet-écailles en favorisant un développement harmonieux des bananiers par activation des fonctions métaboliques basales (OSONUBI *et al.* 1978). En outre il a été observé une baisse du nombre de feuilles qui est passé de 8 à la floraison à un nombre de 4 à la récolte aussi bien chez les bananiers issus des rejets non déshydratés que chez les bananiers issus des rejets déshydratés porteurs de régimes de bananes de masse moyenne de 8,5 kg. Ce résultat se rapproche des observations faites par MARTINEZ (1984) sur le cultivar *Dominico hartón* qui a noté la nécessité d'un minimum de huit feuilles au moment de floraison pour atteindre des rendements élevés.

En considérant les bananiers issus des rejet-écailles déshydratés ou des rejets baïonnettes déshydratés ou des rejets non déshydratés, les rendements potentiels (13,6 t) avec des masses de régimes de bananes variant de 8 à 8,5 kg ont été au dessus de la moyenne nationale prévisionnelle estimée à 12 t (KOUASSI *et al.* 2005). Nos essais s'étant déroulés dans les conditions paysannes, ces résultats sont encourageants puisqu'ils confirment le bon comportement agronomique des rejet-écailles, malgré ce type de stress hydrique. Les rejet-écailles sont des unités de propagation qui présentent un intérêt pour la culture bananière. La moyenne des longueurs des doigts est restée supérieure à 20 cm et la masse au dessus de 250 g pour un nombre de feuilles à la floraison de 8. Il semble exister une relation entre le nombre feuilles à la floraison et les caractéristiques du régime. Ces observations confirment les

travaux de N'GUESSAN *et al.* (2000) qui ont montré qu'il existe une corrélation positive entre le nombre de feuilles à la floraison et la masse des doigts de bananes.

- **bananiers issus des rejets déshydratés durant 2 à 3 mois**

L'analyse du comportement au champ des bananiers issus des rejets soumis à de longs temps de déshydratation a montré que la hauteur du bananier a été très sensible aux temps de déshydratation. Alors que la déshydratation d'un mois a entraîné chez la plante adulte une augmentation des caractéristiques de croissance qui s'est manifeste par un développement excessif de l'appareil végétatif ; les durées de 2 à 3 mois de déshydratation ont induit une réduction de ces dernières, ce qui se traduit par un rabougrissement du port végétatif. Cet impact négatif des longues périodes de déshydratation pourrait être lié à une modification de des structures internes du bulbe des rejets traités et la morphologie de la plante. La perturbation observée chez les rejets déshydratés se serait transmis à la plante adulte.

La dégradation observée au niveau du bulbe des rejets déshydratés 3 mois a été caractérisée sur le terrain par un manque de vigueur des bananiers, qui s'est traduit par un ralentissement du développement de l'appareil végétatif et une baisse de la masse du régime de bananes. La dormance avérée des rejet-écailles après prélèvement couplé aux conséquences de la sévérité de la déshydratation pourraient expliquer la relative lenteur dans le développement de bananiers issus des rejet-écailles soumis à un long temps de déshydratation. La durée de déshydratation aurait eu un effet dépressif sur la mobilisation des réserves glucidiques nécessaire à la reprise de croissance des rejets déshydratés. Cette inhibition pourrait être osmotique. Ces résultats sont comparables à ceux de KHALID *et al.* (2001) qui ont montré une diminution de 60 % par rapport au témoin de la capacité de germination de deux génotypes de pois chiches en condition de stress salin (CE égale à 16 ds / m). Dans le même sens HAJLAOUI *et al.* (2007) ont montré que l'application d'un stress salin à forte doses (68 et 128 mM) sur huit génotypes de pois chiche à un effet dépressif sur la mobilisation des réserves, étape essentielle dans la germination des graines car elle permet de soutenir la croissance de la plante pendant les premiers stades de son développement. La diminution du taux de germination final correspond à une augmentation de pression osmotique externe, ce qui affecte l'absorption de l'eau par les graines. Cet effet toxique peut conduire à l'altération des processus métaboliques de la germination (GROOME *et al.* 1991).

Le nombre de feuilles émises (NFE) a été sensible au long temps de déshydratation qui a provoqué une réduction de ce paramètre chez les rejets traités. Toutefois, cet effectif de

feuilles de bananiers issus des rejet-écailles déshydratés est resté comparable aux 40 feuilles obtenues chez les bananiers provenant des rejets baïonnettes de 3 cultivars de plantain (ANNO, 1981). La déshydratation n'a pas modifié les caractéristiques intrinsèques des bananiers plantain cv Corne 1. Le nombre de feuilles à la floraison (FF) et le nombre de feuilles à la récolte (FR) qui ont été respectivement de 8 feuilles et 4 feuilles. ARISTIZÀBAL *et al.* (1988) ont montré que des valeurs moyennes de 9 feuilles pour le FF et 4 feuilles pour le FR sont idéales pour une bonne production bananière.

L'intervalle plantation floraison (IPF) et l'intervalle plantation récolte (IPR) ont été également sensible à une longue période de déshydratation. Les durées 2 et 3 mois de déshydratation ont induit un allongement de la phase végétative et du cycle de production des bananiers issus des rejets déshydratés par rapport aux bananiers issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes non déshydratés. Ce retard de développement serait attribué à une accentuation de l'inhibition naturelle induite par les longues périodes de déshydratation sur le fonctionnement du méristème apical des rejets déshydratés. En effet, la déshydratation en provoquant une sortie d'eau des tissus agirait comme une contrainte, qui conduit la plante à réorganiser son fonctionnement pour résister à cette rigueur climatique. Elle va donc développer des mécanismes d'adaptation par la production de formes oxygénées activées telles que les peroxydes d'hydrogène et les radicaux libres hydroxylés (ROS) qui produisent un stress oxydant, caractérisé par des réactions délétères entre ROS et des macromolécules comme les protéines, lipides et l'ADN qui peuvent provoquer des lésions cellulaires (SAÏRAM *et al.* 1998) ce qui accentuerait le retard de développement des bananiers issus des rejets déshydratés. Toutefois, la déshydratation ne modifie pas le potentiel de développement intrinsèque de ce matériel de plantation puisque qu'il conserve tout de même un nombre de feuilles comparable celui des bananiers issus des rejets non déshydratés.

Les régimes de bananes de masses plus petites ont été obtenus chez les bananiers issus des rejets prétraités par 3 mois de déshydratation (5 kg), suivi des bananiers issus des rejets déshydratés 2 mois (6,5 kg). Les bananiers issus des rejets non déshydratés ont donné des masses importantes (8,5 kg). La faible masse des régimes de bananes des bananiers issus des rejets déshydratés durant 2 et 3 mois serait due à une réduction du nombre de main tout comme du nombre de doigts. Ce nombre peu important des doigts de bananes serait lié à un manque de vigueur des bananiers. Dans ce sens, l'effet inhibiteur des périodes de 2 et 3 mois de déshydratation révélé au cours de la phase végétative se serait encore exprimé au niveau des fruits de la plante adulte. L'action de la déshydratation sur la croissance générale et le rendement a été confirmée dans la culture bananière.

Par ailleurs, d'autres facteurs que nous avons observés au champ pourraient expliquer la relative productivité des bananiers issus des rejets déshydratés. Entre autre les contraintes biotiques liées aux champignons *Mycosphaerella fijiensis* qui agissent sur l'activité photosynthétique par chlorose des feuilles (KONE *et al.* 2007) et l'attaque des bananiers par les charançons qui détruisent les racines occasionnant une réduction du rendement. Des études ont montré que l'attaque des bananiers par les charançons entraîne une réduction de 10 % de la circonférence des plantes et de 6 % de la hauteur, diminuant ainsi jusqu'à 34 % le rendement (MACHAEL, 2003).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

I CONCLUSION

Un échantillonnage des rejet-écailles de type *b* a été effectué en laboratoire. L'effet de différents temps de déshydratation a été analysé sur la morphologie, les caractéristiques pondérales et hydriques. L'éveil des rejets a été étudié en phase de culture hydroponique par la mesure de la rhizogenèse. La reprise de croissance a été appréciée en pépinière. Le comportement agronomique des bananiers issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes déshydratés a permis d'évaluer l'effet de la déshydratation sur la levée ou non de la dormance du matériel végétal et de suggérer une méthode de conservation des rejet-écailles.

Les résultats obtenus ont permis de conclure que les rejet-écailles et les rejets baïonnettes se prêtent aisément au processus de déshydratation. L'analyse des vitesses de déshydratation a révélé la présence de deux phases dans le processus de déshydratation des rejet-écailles. Une phase d'accélération et une phase de ralentissement. Les données relatives au déficit hydrique ont montré que la perte en eau est restée supérieure à 50 % quel que soit le temps de déshydratation et le temps maximum de survie des rejets en conditions de déshydratation a été de 3 mois.

L'étude de l'effet des durées de culture hydroponique sur l'éveil des rejets a montré que la durée 15 j est apparue idéale pour la croissance en culture hydroponique des rejets déshydratés et l'initiation racinaire. La croissance des rejet-écailles a généralement été plus élevée pour les déshydratations d'un mois que pour les périodes de trois mois. Le nombre de racines des rejets déshydratés a augmenté parallèlement au temps de déshydratation, particulièrement pour les durées d'un et deux mois de déshydratation. Un grossissement de l'apex du bulbe a été observé après l'apparition de 5 à 6 racines entre le 8^e et 12^e j.

Les données des effets de la déshydratation et/ou de la culture hydroponique ont permis l'identification de la déshydratation et de la culture hydroponique comme nouvelles conditions de levée d'inhibition, d'éveil et de stimulation de la croissance des rejet-écailles.

A côté de la spécificité comportementale des rejet-écailles et des rejets baïonnettes déshydratés ou non en culture hydroponique, les paramètres agronomiques des bananiers issus de ces rejets ont été étudiées. La culture hydroponique des rejet-écailles non déshydratés ne semble pas nécessaire avant leur plantation en champ, cela contribuerait à allonger le cycle végétatif de ces derniers d'un à deux mois et induirait une perturbation du cycle de production qui va observer une augmentation d'un à trois mois.

L'étude comparative des rejet-écailles et des rejets baïonnettes suggère que la déshydratation d'un mois ne provoque aucune modification du comportement agronomique des rejets baïonnettes. Ce qui n'est pas le cas des rejet-écailles où l'on note, pour cette même période, un accroissement des paramètres de croissance (H, C) couplé à une réduction de la phase végétative d'environ 4 à 5 mois. Les résultats de ces travaux ont révélé que le stress hydrique appliqué aux rejet-écailles confère à ces derniers un haut "pouvoir germinatif" et une aptitude à la croissance qui semble se transférer à la plante adulte. L'éveil par culture hydroponique de 15 j semble améliorer ce caractère.

Comparativement aux rejets baïonnettes traditionnels dont il faut attendre 5 à 6 mois avant la mise en culture, les rejet-écailles déshydratés nécessitent ou non une phase de culture hydroponique de 15 j avant d'être transférés au champ. De plus, leur phase végétative ne dure que 8 à 9 mois pour un cycle de production de 11 à 12 mois, ce qui fait un gain de 6 mois pour le démarrage de la culture et un gain de 4 à 5 mois pour la récolte. Les productions restent voisines autour de 13 et 14 t / ha. Ces résultats confirment la bonne aptitude des rejet-écailles pour la culture bananière et en fait un matériel de choix pour l'agriculteur et l'expérimentateur agronomique.

Cette étude a montré que le stress hydrique d'un mois est bien indiqué pour assurer une bonne conservation des rejet-écailles et la culture hydroponique de 15 j s'est révélée être une étape idéale pour l'éveil. Par contre les déshydratations de 2 et 3 mois des rejets entraînent une perte de 4 t sur le rendement des bananiers issus des rejets déshydratés qui passe de 13 à 9 t. Par ailleurs, l'analyse des résultats nous a montré que les rejet-écailles peuvent être déshydratés jusqu'à trois mois. Mais, le faible taux de survie (22,7 %) en phase pépinière et en champ pour les durées de 3 mois indique que ce délai entraîne la perte de vitalité et de viabilité des rejet-écailles.

La déshydratation apparaît favorable et peut être retenue comme une technique de conservation des rejet-boutures en vue d'une utilisation ultérieure. En conséquence, la déshydratation d'un mois, même si elle n'entraîne pas une augmentation de la production, elle ne perturbe pas non plus le niveau de production des bananiers issus des rejets déshydratés comparativement aux bananiers issus des rejet-écailles et des rejets baïonnettes non déshydratés et cela sans apport d'engrais.

Une corrélation négative a été observée entre le NFE, l'IPF et l'IPR et le rendement des bananiers, ce qui signifie que pour avoir un rendement élevé il faut arriver à réduire le cycle de développement de bananiers. Les résultats issus de ces travaux seraient exploitables

dans des programmes de sélection pour mise au point de rejet-écailles performant susceptibles de se substituer aux rejets baïonnettes habituels.

Les résultats de l'étude anatomique des rejet-écailles déshydratés permettent de mettre en évidence les modifications structurales du bulbe et des écailles liés au stress hydrique. Ce résultat permet de définir certaines particularités dans la déshydratation des rejet-écailles par rapport aux autres semences courantes. En effet, la sévérité de la déshydratation expliquée par l'évolution des symptômes est différente d'un temps de déshydratation à l'autre. La déshydratation peut occasionner une perte en eau et provoqué une désorganisation des structures parenchymateuses, une dégradation des réserves amylacées et à terme la nécrose des cellules.

Au terme de cette étude, il faut retenir que la déshydratation contrôlée joue un rôle dans la levée d'inhibition des rejet-écailles. Ces derniers sont tolérants à la déshydratation d'un mois et plus sensibles à des temps de 2 à 3 mois de déshydratation. Ils sont plus vulnérables vis à vis de la déshydratation de 4 mois.

II PERSPECTIVES

L'objectif de notre travail qui était de valoriser les rejet-écailles en mettant en œuvre une déshydratation et des conditions d'éveil contrôlées a été atteint. Toutefois, des travaux complémentaires sont nécessaires pour mieux cerner la levée de dormance et l'éveil des rejet-écailles. Les études à venir devraient donc caractériser sur le plan biochimique la dégradation des glucides, des lipides et des protéines en relation avec la déshydratation. Auparavant, l'on devrait définir avec beaucoup de précision, la quantité approximative de ces éléments dans le bulbe des rejets notamment par des méthodes d'analyse plus fines. La détermination de la quantité de ces éléments devrait permettre de connaître la teneur létale en liaison avec la déshydratation subi. Et ainsi relier ce paramètre aux différents stades de dégradation des rejet-écailles ; ce qui permettrait d'avoir un indicateur biochimique de viabilité des rejets déshydratés.

L'étude ultrastructurale est cruciale pour comprendre les processus de déshydratation du bulbe et le réveil physiologique du méristème apical en phase de culture hydroponique. Des coupes histologiques et cytologiques et histochimiques seraient nécessaires pour identifier l'effet de la déshydratation au niveau ultrastructural afin de mieux comprendre le comportement des rejet-écailles face aux agressions climatiques.

Une étude comparative de l'effet de la déshydratation sur les rejet-écailles des autres cultivars avec le cv Corne 1 permettrait d'étendre cette méthode de conservation aux autres bananiers plantain. Puisque nos travaux se sont déroulés en conditions paysannes, sans intrants, un essai utilisant des intrants permettrait certainement de doubler la production à l'échelle industrielle, des bananiers provenant des rejets déshydratés.

Afin de confirmer et maximiser les résultats obtenus une étude détaillée de divers rejet-écailles soumis à la déshydratation d'un mois permettrait de définir cette période de déshydratation comme norme standard pour l'amélioration variétale des bananiers plantain.

Face au déficit nutritionnel et alimentaire de nos populations, la production intégrée des bananes plantain à partir de rejet-écailles déshydratés contribuerait à l'autosuffisance alimentaire de nos populations.

La valorisation de ces résultats de recherche dans le cadre d'un projet pilote servirait de modèle à la vulgarisation des rejet-écailles déshydratés pour une agriculture durable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADIKO A. et N'GUESSAN A. B., 2001. Evolution de la nématofaune du bananier plantain (*Musa AAB*) en Côte-d'Ivoire. *Infomusa*, INIBAP, Montpellier France, 10 (2): 26-27.
- ADJANOHOUN E., 1965. Comparaison entre les savanes côtières de la Côte d'Ivoire et du Dahomey. *Ann. Univ. Abidjan*, 1 : 1-20.
- ALVAREZ J., 1997. Introduction, étude, multiplication et dissémination d'hybrides FHIA à Cuba. *Infomusa* 6 (2) :10-14.
- AKED J. et KYAMUHANGIRE A., 1996. Post harvest aspects of highland bananas in Uganda. *Tropical sciences*, 36 : 54-64.
- ANNO A. et LAMBERT C., 1976. Caractéristiques de croissance et les phases de développement chez le bananier plantain (var. Corne). B - Signification physiologique des caractéristiques de croissance des feuilles fonctionnelles. *Fruits*, 31 (11) : 678-683.
- ANNO A.P., 1981. Etude des caractéristiques de croissance, en relation avec la floraison, de *Musa corniculata* L. *Thèse de doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université de Côte d'Ivoire*, n°62, 207 p.
- ANONYME 5, (MEF) 1997. La Côte d'Ivoire en chiffre. *Ministère de l'Economie et des Finances*, Ed. 96-97, 79 p.
- ANONYME 1, (FAO) 2001. Agriculture alimentation et nutrition en Afrique. FAO, Rome, *Fruits*, 48 (2) :125-132.
- ANONYME 9. 2001. Le marché international de la banane. *Les marchés internationaux des produits agricoles*. 22 p.
- ANONYME 7, (FAO) 2003. Production mondiale de bananes plantain. "*Production yearbooks*". FAO, Rome, 240 p.

ANONYME 2, (FAO) 2004. La situation des marchés des produits agricoles. FAO, 55 p.

ANONYME 3, (FAOSTAT) 2004. La situation des marchés des produits agricoles dans le monde. *FAOSTAT*, Production yearbooks, 1 (1) : 346 p.

ANONYME 6, (FAO) 2004. Système mondial d'information rapide sur l'alimentation et l'agriculture de la FAO. *Rap. Sp. Mission FAO/PAM d'évaluation des récoltes et des disponibilités alimentaires en Côte d'Ivoire*, pp 6-7.

ANONYME 4, (CNRA) 2005. Bien cultiver la banane plantain en Côte d'Ivoire, Centre National de Recherches Agronomiques. *Fiche technique du bananier plantain*, 4 p.

ANONYME 8, (REGAL) 2007. Répertoire général des aliments (REGAL). "Composition des aliments", souci, Tachman et Kraut, "The composition of foods", Mc Cance et Widdowson. APRIFEL - www.aprifel.com - 10 p.

ARANGO L.G., 1987. Producción de plátano 'Dominico hartón' (*Musa AAB*) en diferentes densidades de siembra Cenicafé, pp 16-23.

ARISTIZÁBAL L.M., RODRIGUEZ L.R. et TABORDA J.G., 1988. Análisis del crecimiento y producción del plátano (*Musa AAB* cv. Dominico) en función del clima. Manizales, Universidad de Caldas, 38 p.

ASSANI A., CHABANE D., HAICOUR R., BAKRY F., WENZEL G. et FOROUGHI-WEHR B., 2005. Protoplast fusion in banana (*Musa* spp): comparison of chemical (PEG/ Polyethylene glycol) and electrical procedure. *Plant cell, tissue and organ culture*, 82 (2): 145-151.

BAKRY F., LAVARDE G.F., ROSSIGNOL L. et DEMARLY V., 1985. Développement de pousses végétatives à partir de la culture *in vitro* d'explants inflorescentiels de bananiers (*Musa* sp, Musacées). *Fruits*, 40 (7-8) : 459 - 468.

BAKRY F., ASSANI A. et KERBELLEC F., 2008. Induction d'haploïdes : androgenèse chez *Musa balbisiana*. *Fruits*, 63 (1) : 45 - 49.

BAKRY F., 2008. Sauvetage d'embryons zygotique chez le bananier. *Fruits*, 63 (2) : 111-115.

BADGUJAR C.D., DUSANE S.M. et DESHMUKH S.S., 2003. Influence de la fréquence du désherbage sur la performance de la variété Basrai (AAA). *Infomusa*, INIBAP, Montpellier France 12 (2) :12-17.

BAKRY F., DIDIER C., GANRY J., BELLEC F., LESCOT T., PINON A., REY J.Y., TEISSON C. et VANNIERE H., 2002. *Les plantes fruitières* : in Mémento de l'agronome, CIRAD-GREF, pp 960-974.

BAMBA S., 2002. Etude comparée de la flore et de la végétation des 6 lambeaux forestiers de l'Université d'Abobo-Adjamé. Abidjan (Côte d'Ivoire). *Mémoire de DEA d'Ecologie Tropicale option végétale. UFR Biosciences*, 63 p.

BARKER W.G. 1969 et STEWARD F.C., 1962 b. Growth and development of banana Plant:II. The transition from the vegetative to the floral shoot in *Musa acuminata* (cv Gros Michel) *Ann. Bot.*, 26 (103) : 414-423.

BARKER W.G., 1969. Growth and development of banana plant. Gross leaf emergence. *Ann. Bot.*, 33 : 523-535.

BERG L.A et BUSTAMANTE M., 1974. Heat Treatment and Meristem Culture for the Production of virus-Free Bananas. *Phytopathology*, 64 : 320-322.

BETTENCOURT E., HAZEKANOP T. et PERRY M. C., 1992. Directory of germplasm collections. Tropical and subtropical Fruits and Tree Nuts. Annona, avocado, banana, and plantain, bread fruit, cashero, citrus date, mango, passion fruit, papaya, paneapple and others, International IBPG, Rome, 6 (1) : 1 - 337.

BILLE J. C., 1977. Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. *Travaux et documents ORSTOM Ed, Paris*, 82 p.

BLOMME G., SWENNEN R., TENKOUANO A., ORTIZ R. et VUYLSTEKE D., 2001. Estimation du développement des racines à partir des caractéristiques des parties aériennes chez les bananiers et les bananiers plantain (*Musa* spp). *Infomusa* 10 (1) : 15-17.

BOYE M.A.D., COULIBALY D.R., TURQUIN L., ANNO A.P. et ZOUZOU M., 2008. Caractérisation pathologique in vivo du stress hydrique sur les rejet-écailles de bananier plantain *Musa* AAB cv Corne 1. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, ISSN 181363290. 11 : 143-158.

BRICKELL C.D., 1980. *Internal Code of Nomenclature for Cultivated Plants Regnum Vegetabilia*, 20 : 10 p.

BRIDGE J., FOGAIN R. et SPEIJER D., 1997. Les nématodes parasites des bananiers : *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898). Filip. & Schu. Stek., Parasites et ravageurs des *Musa*. *Infomusa*, 13 (2) : 15-16.

BRISSON N., BONHOMME R., AMEGLIO T., GAUTIER H., OLIOSO A. et DROUET J.L., 1997. Modèle de culture : simulations sous contraintes à partir d'un potentiel de production. Bilan hydrique en agrométéorologie, in *Actes de l'école des chercheurs INRA en bioclimatologie, Le Croisic*. Tome 2 : du couvert végétal à la petite région agricole 39 : 383-397.

BRISSON N., 1998. An analytical solution for the estimation of the critical soil water fraction for the water balance under growing crops. *Hydrology and Earth System Science*, 2 : 221-231.

BULLETIN IBP, 2004. L'application de la biotechnologie chez la banane et la banane, plantain: implication pour les pays en développement, n°2.

CAYON G. et BOLANOS M., 1999. Impact de la défoliation sur la répartition des éléments minéraux d'un régime de bananes du clone 'Dominico harton' (*Musa* AAB Simmonds). *Infomusa*, 8 (8): 30-32.

CHAMPION J., 1967. Les bananiers et leur culture. Tome I : Botanique et génétique IFAC, Ed SETCO Paris : 214. 1976. Quelques problèmes de la production des bananes plantain. *Fruits*, 31 (11): 666-668.

- CHAMPION J., 1963. Le bananier Ed. G - P. *Maisonneuve et Larose*. Paris. 263 p
- CHARPENTIER et GODEFROY, 1963 : la culture bananière en Côte d'Ivoire. Document technique IRFAC section Côte d'Ivoire, Abidjan, pp 7-9.
- CHA-UM S., KIRDMANU C., HUYEN P.X. et VATHANY T., 2007. International symposium on plants genetics resources of horticultural crops. In: XXVII international horticultural congress - IHC 2006. Hummer K.E. (Ed.) Kim B.S. (ed.), 233 - 240.
- CHEBOUTI A. et ABDELGUERFI A., 2000. Effet du stress hydrique sur la production de gousses et de graines chez quelques populations de *Medicago truncatula* (L.) Gaertn. Cah. Options Méditerran., 45 : 237-240.
- CHEESMAN E. E., 1933. Mutants types of the Dwarf banana. *Trop. Agric.* (Trinidad), 10 (1) : 4-5.
- CHIN H. F., 1995. Germination and storage of banana seeds. In « *New Frontiers in Resistance Breeding for Nematodes, Fusarium and Sigatoga* », Proceedings of an International banana breeding workshop, Mardi / INIBAP, serdang, Selangor, Malaysia, 2 - 5 Oct., 218 - 227.
- COME D., LENOIR C. et CORBINEAU F., 1984. La dormance des céréales et son élimination. *Seed Sciences and Technology*., 12 : 629 - 640.
- CORDEIRO Z.J.M. et DOS SANTOS S.F.W. 1991. Propagação da bananeira por fracionamento do rizoma. Embrapa / CNPMF - Banana em foca 45, pp 1-2.
- CORNIC G., PRIOUL J. L. et LOUASON G., 1983. Stomatal and non stomatal contribution to reductions in leaf net CO₂ uptake during rapid water stress. *Physiol. Plant.*, 58 : 295-301.
- COX E.A., G. STOTZKY et GOOS R.D., 1960. *In vitro* culture of *Musa balbisiana* Colla embryos. *Nature*, 185 (4710) : 403-404.
- CRUZ J.F., TROUDE F., GRIFFON D. et HEBERT J.P., 1988. Conservation des grains en régions chaudes. 2 ed., « *Techniques rurales en Afrique* ». ISSN 0336-3058 Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement. 545 p.

DAY, 1987. Suculenta Fruta Tropical. *Revista selecciones*, pp 76-80.

DANSI A.A., MIGNOUNA H.D., SANGARE A. et ZOUNDJIHEKPON J., 1998. Characterisation and conservation of yam biodiversity for sustainable use for food and agriculture in Benin Republic. *In: Abstract of poster, 7 th triennial symposium of the International Society for Tropical Root Crops -Africa Branch (ISTRC-AB)*, Cotonou, Bénin, Coll. ISTRC-AB, IITA, Ibadan, Nigeria. pp. 53-53.

DE LANGHE E., 1961. Taxonomie du plantain en Afrique Equatoriale. *J. Agric. Trop.Botan. Appliq.* (R. B. A.), 8 (11-12) : 417-449.

DE LANGHE E., 1976. Pourquoi l'amélioration génétique du Plantain Banana. *Meded., Landb. hogesch Gent.*, 29 (1) : 45-80.

DE LANGHE E., SWENNEN R. et WILSON G., 1963. Aspects hormonaux du rejetonnage des bananiers plantain. *Fruits*, 38 (4) : 318-325.

DE LANGHE E., PILLARY N., TENKOUANO A., SWENNEN R., SULEIMAN M. et GISI J., 2005. Integrating morphological and molecular taxonomy in *Musa* : the african plantain (*Musa* spp. AAB group). *Plant systematic and evolution*, 225 : 225-236.

DREYER E., BOUSQUET F. et DUCREY M., 1990. Use of pressure-volume curves in water relation analysis on woody shoots: influence of rehydration and comparison of four European oak species. *Ann. Sci. For.*, 47 : 285-297.

DUCROQUET H., 2002. L'agriculture ivoirienne à la loupe (I). *Le professionnel agricole*, 3 : pp 10-12.

DUMONT R., DANSI A. A., VERNIER P.H. et ZOUNDJIHEKPON J., 2005. Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Pratiques traditionnelles conduisant à *Dioscorea rotundata* Poir. Coll. Repères, CIRAD-IPGRI, Montpellier, France. 119 p.

EL HADRAMI A., KONE D. et LEPOIVRE P., 2005. Effect of juglone on active oxygen species and antioxidant enzymes in susceptible and partially resistant banana cultivars to Black Leaf Streak Disease. *Eur. J. of Plant. Pathol.*, 113 : 241-254.

EMBERGER L., 1960. Traité de botanique systématique. II- Les végétaux vasculaires. Masson Ed., 340 p.

EPRON D. et DREYER E., 1990. Stomatal and non stomatal limitation of photosynthesis by leaf water deficits in three oak species : a comparison of exchange and chlorophyll a fluorescence data. *Ann. Sci. For.*, 47 : 435-450.

FISCHER A., BROUQUISSE R. et RAYMOND P., 1995. Organic nitrogen reserves and their mobilization during sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) tubers, *Journal of Experimental Botany*, 46 (293) : 1803-1808.

FLINN J.C. et HOYOUX J.M., 1976. Le bananier plantain en Afrique. Estimation de son importance, rentabilité de sa recherche, suggestions économiques. *Fruits*, 31 (9) : 520-530.

FOURE E. et TEZENAS D.M., 2000. Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. Bulletin de liaison de la coopération régionale pour le développement des produits horticoles en Afrique, 18 : 23 - 28.

GANABA S., 1994. Rôles des structures racinaires dans la dynamique du peuplement ligneux de la région de la Mare d'Oursi entre 1980 et 1994. *Thèse de doctorat 3 e cycle, Univ. de Ouagadougou*, 184 p.

GAUTREAU J., 1973. Influence des facteurs climatiques sur la croissance et développement d'une arachide hâtive. *Olaeg.*, 28 (12) : 567-577.

GIRARDIN P., 1999. Ecophysiologie du maïs, AGPM, 323 p.

GNAHOUA G.J.B., 2007. Multiplication végétative et analyse agrologique du bananier plantain hybride parthénocarpique de *Musa* AAB cv Corne 1. *D.E.A de Physiologie Végétale (Option agrophysiologie)*. Université de Cocody – UFR Biosciences, 56 p.

GOEL R.K., SAIRAM K. et RAO C.V., 2001. Role of gastric antioxidant and anti-Helicobacter pylori activities in antiulcerogenic activity of plantain banana (*Musa sapientum* var. paradisiaca). *Indian J. Exp. Biol.*, 39 (7) : 719-722.

GÓMEZ R., ESCALANT J.V., REYES M., POSADA L. et FREIRE M., 2000. Embriogénesis somático en medio líquido en *Musa* (AAA) cv. Gran Enano. *CORBANA Infomusa* vol. 9 n° 1 (in press).

GOUET J. P. et PHILIPPEAU G., 1989. Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance, Service des Etudes Statistiques. ITCF, 47 p.

GROOME M. C., XAVIER S. et GFFORD D. J., 1991. Hydrolysis of lipid and protein reserves in lobolly pine seeds in relation to protein electrophoretic patterns following imbibition. *Physiol. Plant*, 83 : 99-106.

GUBBUK H. et PEKMEZCI M., 2006. Propagation *in vitro* du bananier (*Musa* spp.) par l'utilisation du thidiazuron et du charbon actif. In : - *Acta Agriculturae scandinavica, B* (GBR), 56 (1) : 65 - 69.

GUILLAUMET J. L. et ADJANOHOUN E., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire, In « Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire » Mem. N° 20 ORSTOM Paris, pp 156-263.

HAJLAOUI H., DENDEN M. et BOUSLAMA M., 2007. Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*, 25 (3) : 168-173.

HARTMANN C., JOSEPH C. et MILLET B., 1998. Biologie et physiologie de la plante. Age chronologique, âge physiologique et activités rythmiques. *Ed. Nathan Univ.* Paris, 19-49 ; pp 78-97.

HELLER R., ESNAULT R. et LANCE C., 2001. I Nutrition, in *Physiologie Végétale 1er et 2^e CYCLES*, 6 Ed., *Dunod Ed.*, pp 31-57.

HERRERA J. W. M. et ARISTIZÀBAL M. L., 2003. Caractérisation de la croissance et de la production de quelques hybrides et cultivars de bananiers plantain en Colombie. *Infomusa*, INIBAP, Montpellier France, 12 (2) :22-24.

HORRY J.P., 1989. Chimiotaxonomie et organisation génétique dans le genre *Musa*. *Fruits* 44 (I, II et III) : 455-475, 509-520, 573-578.

HUGUES TEZENAS du MONTCEL, 1985. Le bananier plantain, centre de technique de coopération agricole et rurale (CTA) *Ed. Maisonneuve et Larose* 143 p.

INES V. H. et RONY S., 1998. Stratégies de conservation et mode d'opération. La collection mondiale des bananiers (*Musa* spp.), Centre de Transit de L'INIBAP, K.U.Leuven. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2 (1) : 36 - 45.

JAIN R. K., 1965. Studies in Musaceae. III- Fossil records of Musaceae and origin of Bananas. *Proc. Indian Acad. sci.*, sect B 61 : 170-179.

JONES M. M., OSMOND B. et TURNER N. C., 1980. Accumulation of solutes in leaves of *sorghum* and sunflower in response to water deficits. *Aus. J. Plant. Physiol.*, 7 : 193-205.

JONES D. R., 2000. Disaeses of banana, Abaca and Ensete. CABI Publishing Library of congress cataloging In *Publication Data*. UK, 6 : 275-279.

KHALID M. N., IQBAL H. F. et AHMAD A. N., 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline conditions, *Pakistan journal of Biological Sciences*, 4 (4) : 395-396.

KARIKARI S.K et ABAKAH-GYENIN A.K., 1976. Some guidelines in the classification of Ghanaian plantains (*Musa* AAB group) *Fruits*, 31 (11) : 658-660.

KARIKARI S.K., 1971 b. Dichotomy of plantain (*Musa* AAB) in Ghana. *Ghana. Jnl. Agric. Sci.*, 4 : 71-77.

KARIKARI S.K., 1971 a. A note on plantain (*Musa* AAB group) and banana (*Musa* ABB group) cultivars in Ghana. *Ghana. Jnl. Agric. Sci.*, 4 : 79-85.

KARIKARI S.K., 1973. Some taxonomic assessment of contribution of *Musa acuminata* and *Musa balbisiana* to the origins of plantains and bananas in Ghana. *Ghana. Jnl. Agric. Sci.*, 6 : 9-19.

KHEMIRI H., BELGUITH H., JRIDI T., BEN EL ARBI M. et BEN HAMIDA J., 2004. Caractérisation biochimique d'une amylase active au cours du processus germinatif des graines de colza (*Brassica napus* L.). Enzymologie et métabolisme. *Congrès International de Biochimie*. Marrakech 3-6 mai 2004, pp 146-149.

KLOTZ S. et GAU D., 2002. L'engraissement du porc charcutier à base de banane vert. CIRAD-EMVT, Montpellier (FKA), 33 p.

KOBENAN K., AKE S. et KONE D., 1997. Etude des réactions des racines de bananier *Musa* (AAA) cv « Grande Naine » à des lésions artificielles. *Infomusa*, 6 (1) : 21-23.

KONE D., AKE S., KOBENAN K. et ANNO A. P., 2004. Etude épidémiologique comparée de la cercosporiose noire et de la cladosporiose des bananiers sur trois cultivars triploïdes en Côte d'Ivoire. *BIOTERRE* 4 (4) : 75-83.

KONE D., BOMISSO E. L., CAMARA B., GNUI A. G., AKE S., ANNO A. P. et NICOR P., 2007. Caractérisation pathologique *in vitro* de *deightonella torulosa* (Syd.) Ellis sur les cultivars de bananiers figue sucrée (*Musa* AAB), grande naine (*Musa* AAA) et orishele (*Musa* AAB). *Sciences et Nature*, 4 (2) : 179-188.

KOUAKOU A. M. et DUMONT R., 1998. Amélioration des systèmes traditionnels de conservation de l'igname. Proc. 6 th Symposium of the ISTRC-AB, Lilongwe (Malawi), Ibadan, Nigeria, ISTRC-AB, IITA. pp 424-426.

KURTZ S., 1865. Note on the Plantain of the Indian Archipelago. *J. Agric. Hort. Soc. Indian*, 14 : 295-301.

- KWA M., 1993. Architecture, morphogénèse et anatomie de quelques cultivars de bananiers. *Thèse de doctorat. Université de Montpellier II*, pp 222-224 ; 244-250.
- L'OEILLET D. 1995. Le marché bananier français. ACP, *Rapport final*. CIRAD-FLHOR Montpellier, pp 127-136.
- LANGHE DE E., 1961. Taxonomie du plantain en Afrique Equatoriale. *J. Agric. Trop. Botan. Appliq. (R.B.A)*, 8 (11-12) : 417-449.
- LASSOURDIERE A., 1978. Le bananier et sa culture en Côte d'Ivoire. Première partie : connaissance de la plante, interaction avec le milieu écologique. Document technique IRFA 104 p.
- LELIEVRE F., 1999. L'eau et les plantes. in *L'eau*, tome 1 (Milieu naturel et maîtrise), *INRA Ed.*, pp 137-158.
- LEWIS D.A. et SHAW G.P., 2001. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12 (2) 95-100.
- LEWIS D.A., FIELDS W.N. et SHAW G.P., 1999. A natural flavonoid present in unripe plantain banana pulp (*Musa sapientum* var. *paradisiaca*) protects the gastric mucosa from aspirin induced erosions. *J Ethnopharmacol*, 65 (3) : 283 - 288.
- LOGBO J., DIOUF M. et AKPO L. E., 2006. Fundamental features of *Acacia tortilis* Saplings in real conditions (Ferlo, North-Senegal). *Journal of Sciences and Technologies*, 4 (2) 1-17.
- MA S.S., 1991. Somatic embryogenesis and plant regeneration from cell suspension culture of banana. In *proceeding of symposium on tissue culture of horticultural crops*, pp 181-188.
- MOREL G., 1967. Propriétés physiologiques et mode d'action des auxines et gibbérellines. *Les substances de croissances*. Paris, pp 21-42.
- MANGENOT G., 1955. Etude de la forêt, des plaines et des plateaux de la côte d'Ivoire. Etude éburnéenne. I.F.A.N. Dakar, *Tomes IV*, 83 p.
- MANZUR D.M., 2001. Propagation en masse *in situ* de l'hybride de bananier plantain FHIA-20 par emploi de benzylaminopurine. *Agron. Multipl. rapide. Infomusa*, 10 (1) : 3 - 4.

- MARCHAND J. L., 1971. Pouvoir germinatif des graines d'Arachide et viabilité des embryons. *Oleag.*, 26 (2) : 95-99.
- MARTINEZ G.A., 1984. Determinación del área mínima foliar en plátano en el trópico húmedo. *Revista ICA*, 19(2): 183-187.
- MATEILLE T. et FONCELLE B., 1989. Techniques de production de vitroplants de bananier cv Poyo. P.H.M. *Revue Horticole*, 294 p.
- MC NEIL E., 1995. Bilan de la situation du commerce mondial de la banane dans les pays sélectionnés. *World Horticultural Trade and US Export Opportunities I*, pp 32-37.
- MOHAMED B., 2003. Contribution à l'évolution au champ, du comportement de deux cultivars de bananiers (cultivar Orishele «*Musa AAB*» et cultivar Figue sucrée «*Musa*» vis à vis de deux champignons épiphyllés (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet et *Cladosporium musae* Mason) et des champignons telluriques, dans le sud de la Côte d'Ivoire 23 p.
- MOLINA ARIAS M.E., 1987. Sistema de propgacion rapida de banano (*Musa AAB*).Método alterno entre el convencional y el cultivo de tejidos. *Revista de la Asociacion Bananera Nacional (ASBANA) Ano (11) : 28 p.*
- MOURICHON X., CARLIER J. et FOURE E., 1997. Les cercosporioses : Maladie des raies noires (cercosporiose noire), maladie de Sigatoka (cercosporiose jaune) in *Maladie des Musa* INIBAP, Parc Scientifique Agropolis 34397 Montpellier Cedex 5 France. Fiche technique n°8.
- MOURICHON X., 1995. Les cercosporioses des bananiers et plantain : éléments sur la biologie des interactions et les stratégies de lutte : in *Modélisation en protection des cultures*. ORSTOM, pp 83-91.
- NALINA L., KUMAR N., SOORIANATHASANDAVAM K., KENNEDY J.S., KRISHNAMOORTHY V. et GANGA M., 2006. Initiation du bourgeon floral et différenciation de plants du cv Robusta (AAA) issus de rejets et de vitroplants. *Infomusa*, 15 (1-2) : 24-25

N'DABALISHYE I., 1995. Agriculture vivrière ouest africaine à travers le cas de la Côte d'Ivoire *Idessa Ed.*, pp 166-175.

N'GUESSAN A.E.B., KONE D., KOBENAN K., AKE S. et TENKOUANO A., 2000. Caractéristiques agronomiques et comportement de quelques hybrides tétraploïdes de bananiers plantain dans le sud de la Côte d'Ivoire. *BIOTERRE. Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre*, 1 (1): 6-21.

NOUPADJA P., TOMEKPE K. et YOUMBI E., 2007. Evaluation d'hybrides tétraploïdes de bananiers plantain (*Musa spp*) créés au cameroun vis-à-vis de la maladie des raies noires. *Fruits*, URL : // dx.doi.org10./51/fruits 2007001, 62 (2) 77 - 88.

NOVAK F.J., FZAR R., VANDUREN M., PEREA-DALLOS M., LONFER B.V. et XIOLAN T., 1989. Somatic embryogenesis and plant regeneration in suspension cultures of dessert (AAB and AAA) and cooking (ABB) banana (*Musa spp*) *Bio/Technology*, 46 : 125 - 135.

ORELLANA P.P., BERMUDEZ C.I., GARCIA R.L. et VEITIA N., 2002. Evaluation des caractéristiques agronomiques d'hybrides de bananiers plantain (*Musa spp.*). *Infomusa*, 11 (1) : 34-35.

OSONUBI O. et DAVIES W.J., 1978. Solute accumulation in leaves and roots of woody plants subjected to water stress. *Oecologia*, 32 : 323-332.

OTEGBAYO B. O., SOBANDE F. O. et AINA J. O., 2002. Ecology of food and nutrition, 41 (5) :463-474.

PANIS B. et THINHN.T., 2001. Cryoconservation du matériel génétique. Guide technique INIBAP, eds JV Escalant et Sharrock S, Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain, Montpellier, France, 44 p.

PANNANGPETCH P., VUTTIVIROJANA A., KULARBKAEW C., TESANA S., KONGYINGYONES B. et KUKONGVIRIYAPAN V., 2001. The antiulcerative effect of Thai *Musa* species in rats. *Phytother. Res.*, 15 (5) : 407 - 410.

PEREFARES F., ACINA I.N. et TEYCHENEY P.Y., 2007. Prévalence et diversité du virus de la mosaïque en tirets du bananier (BSV) et du virus x du bananier (BVX) en Guadeloupe. In : 11^{ème} *Renc vir. végét.*, Aussois, France S.I. : Sn. 1 p.

PERRIER X. et TEZENAS DU MONTCEL, 1990. Musaïd : a computerize determination system in Persley. Identification of genetic diversity in the genus *Musa* proceeding of an international workshop held at Los Banos, Phillipines, 5-10 September 1988. INIBAP, Montferrier - Sur - Lez France, pp 76-91.

PETERSON R., GRICE K. et GOEBEL R., 2005. Eradication de la maladie des raies noires de régions productrices de bananes en Australie. *Infomusa*, 14 (2): 7-10.

QUARRIER S.A., 1980. Genetic differences in leaf water potential, abscisic acid and proline concentration's in spring wheat during drought stress. *Ann. Bot.*, 46 : 383 - 394.

RABBANI G.H., TEKA T., SAHA S.K., ZAMAN B., MAJID N., KHATUN M. et FUCHS G.J., 2004. Green banana and pectin improve small intestinal permeability and reduce fluid loss in Bangladeshi children with persistent diarrhea. *Dig Dis Sci* ;49 (3) : 475 - 484.

RABBANI G.H., TEKA T., ZAMAN B., MAJID N., KHATUN M. et FUCHS G.J., 2001. Clinical studies in persistent diarrhea : dietary management with green banana or pectin in Bangladeshi children. *Gastroenterology*, 121 (3) : 554-560.

RANDY P., 2004. Les maladies et les ravageurs. Leur importance et leur gestion. *Infomusa*, 13 (2) :11 - 16.

RAO P., GANAPATHI S., SUPRASANNA P. et BAPAT V.A., 1993. Encapsulation de méristèmes apicaux de bananier : un nouveau système de propagation et de distribution. *Infomusa*, 2 (2) : 4 - 5.

RATIARSON O. et FALISSE A., 2007. Effet des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus* L. en Nouvelle-Caledonie. II. Viabilité des morceaux de tubercules. *Tropicultura Trim.*, 25 (1) : 12-15.

RIAZ et SURRENDE, 1998. *Prosi mag*, n° 359. Diversification agricole 87 p.

RNA, 2001. Recensement National de l'Agriculture. Source ASDI, 2001.

ROBELIN M., 1998. Déséquilibre hydrique, métabolisme, croissance et développement, in alimentation hydrique du maïs ; INRA, Colloque d'Agen 8-9/12/87, pp 311-318.

ROBINSON J. C. et ANDERSON T., 1991. Growth of banana ratoon suckers in relation to mother plant. *Citrus Subtrop Fruits Res. Inst Information Bulletin*, 229 p.

RODRIGUEZ M.J.L. et RODRIGUEZ S.A., 2001. Aspects socio-économiques de la culture du bananier plantain en Colombie. INIBAP, Montpellier France, *Infomusa*, 10 (1) : 4-9.

ROPIEL J. L., 1960. Studies on development and wound responses of the roots of *Musa* 'Gros Michel' in relation to Panama disease. *Thèse, Havard Univ., Cambridge, Massachussets, USA*, 134 p.

ROWE P.R., 1976. Possibilité d'amélioration génétique des rendements de Plantain. *Fruits*, 21 (9) : 531-536.

RUIVENKAMP G. et RICHARDS P., 1994. La recherche sur la tolérance à la sécheresse : Un processus social. *Le Moniteur de la Biotechnologie et du développement*, 18 : 3-6.

SADIK K., RUBAIHAYO P. R. MAGAMBO M. J.S. et PILLAY M., 2007. Création des suspensions de cellules des bananiers Est-Africain d'altitude à partir des méristèmes apicaux. *African Journal of Biotechnology* (NGA), 6 (11) : 1352 - 1357.

SAÏRAM R. K., SHUKLA D. S. et SAXENA D. C., 1998. Stress induced injury and antioxydant enzymes in relation to drought tolerance in wheat genotype. *Biologia Plantarum*, 40 : 357-364.

SAYA R. A., 1991. Amélioration de la croissance et du développement de pousses feuillées de bananier. (*Musa acuminata* AAA): Passage du stade hétérotrophe *in vitro* au stade autotrophe *ex vitro*. *Thèse de doctorat de l'Université d'Aix-Marseille.I*, 220 p.

SCHOOPS H., 1997. Origine des cellules embryogéniques chez les *Musa*. Thèse. *Infomusa*, 6 (1) : 32-33.

SEBUWUFU G. RUBAIHAYO P.R. et BLOMME G., 2005. Effet de la profondeur du trou de plantation sur le développement du plant et des racines de *Musa* spp. *Infomusa*, 14 (2) : 27-31.

SEGUIN A. et ANNO A.P., 1986. Estimation de la surface de chaque type de feuilles de phase juvénile chez le bananier plantain (var. corne), *Ann. Univ. Abidjan*, XXII-B 1986-1987, pp 22-23.

SERY D. G., 2004. La culture du bananier plantain en Afrique de l'Ouest et du Centre. Le manuel du vulgarisateur, FAO, Rome, 29 p.

SHARMA R. R. et GHILDYAL B. P., 1977. Soil water-roots relations in wheat extraction of wheat roots developed under dry and moist conditions. *Agronomy journal*, 69 : 231-233.

SHARROCK S. et ENGELS J., 1997. International Network for the Improvement of banana and plantain. Focus paper. Complementary conservation In “*Networking banana and plantain*”. INIBAP annual report 1996, 1 - 60.

SIMMONDS N.W. et SHERPHERD D.K., 1955. The taxonomy and origins of cultivating plantain. *J. Linnean Soc.*, botany, London, n° 359, pp 303-311.

SIMMONDS N.W., 1962. The evolution of bananas. Longman Ed., London, pp 221-225.

SIMMONDS N.W., 1966. Bananas. Longmans Ed., London.

SKUTCH A.F., 1930a. On the development and morphology of the leaf of banana (*M. sapientum* L.) *Am. J. Bot.* 17 : 252-271.

SMITH A.E., 1972. Developmental variation in carbohydrates of purple nutsedges, *J. Range Manage.*, 25 : 125-127.

SNYMAN J.W., 1972. Nutritional studies with a Spanish-type groundnut on a Avalon medium sandy loam soil, 135 p.

SPEIJER P.R. et DE WAELE D., 1997. Evaluation du matériel génétique de *Musa* pour la résistance aux nématodes. *Guides techniques* INIBAP 1, Montpellier France, 47 p.

STEPHANIE B. et VERNA J.H., 2002. - Hydrogen Peroxide Plays a crystal role in the defense response of tomato to *Cladosporium fulvum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 61 : 227-236.

STIERLE A.A. UPADHAYAY R., HERSHENHORN J., STROBEL G.A. et MOLINA G., 1991. The phytotoxins of *Mycosphaerella fijiensis*, the causative agent of Black Sigatoka disease of banana and plantain. *Experientia*, 47 : 853 - 859.

SWENNEN R., DE LANGHE E., JANSSEN J. et DECOENE D., 1986. Study of root developement of some *Musa* cultivars in hydroponics. *Fruits*, 41 (9) : 515-524.

TARDIEU F. et BETHENOD O., 1988. Quels indicateurs du fonctionnement hydrique des plantes permettent rendre compte des variations de rendement du maïs, in Alimentation hydrique du maïs, INRA, *Colloque d'Agen 8-9/12/87*, pp 319-328.

TARDIEU F. et DREYER E., 1997. "Régulation des échanges gazeux par les plantes soumises à la sécheresse". in *L'eau dans l'espace rural*. Production végétale et qualité de l'eau, INRA Ed., pp 41-59.

TENKOUANO A. et SWENNEN R., 2004. "Progress in breeding and delivering improved plantain and banana to African farmers." *Chronica Horticulturae*, 44 (1):9-15.

TEZENAS DU MONCTEL H., 1985. Le bananier Plantain Ed maisonneuve et Larose,143p.

THEVENET G. et COUVREUR F., 1978. Blé et maïs réponse à un déficit en eau, *Perspectives Agricoles*, n° 16, pp 37-50.

TICHO R.J., 1960. The banana industry in Israël. *Rapp.1 ère Réunion Ban. FAO et C.C.T.A–Abidjan*.

TOSTAIN S., OKRY F.K., BACO M.N., MONGBO R.L., AGBANGLA C. et DAÏNOU O., 2003. La "domestication" des ignames *Dioscorea abyssinica* dans les sous-préfectures de Sinendé et de Banté au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*. 4 (1) : 33-54.

TOSTAIN S., ALLOMASSO T. et SOKPON N., 2003. Conservation de l'igname *Dioscorea praehensilis* dans les forêts sacrées du département de l'Atlantique (Sud du Bénin) et dans les jardins de cases. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*. 4 (1): 55-72.

TREMBLIN G. et BINET P., 1984. Halophilie et résistance au sel chez *Halopepelis amplexicaulis* (Vahl) Ung. *Oecol. Plant.*, 5 : 291-293.

TURNER N. C., 1986. Adaptation to water deficits: a changing perspective. *Aus. J. Plant Physiol.*, 13 : 175-192.

TURQUIN L., 1989. Etude des potentialités rhizogènes du bananier plantain, cultivar Corne 1 du sous-groupe parthénocarpique, AAB de *Musa*, L. (*Musa acuminata* x *Musa Balbisina*) : Influence de quelques substances de croissances. *D.E.A d'Ecologie Tropicale (Option : physiologie végétale)*. Université Nationale de Côte d'Ivoire. 55 p.

TURQUIN L., 1998. Contribution à l'étude de la croissance et du développement des rejets de type b chez le bananier plantain (*Musa* AAB cv Corne1): Activité de quelques analogues structuraux de l'acide phénoxyacétique (APA). *Thèse de doctorat d'Etat ès Sciences naturelles*. Université D'Aix-Marseille 1, 222 p.

TURQUIN L., AKE S., ANNO P., DEGNY E. et N'GUESSA N Y.T., 2005. Activité de l'acide phénoxyacétique et de ces dérivés sur la croissance du bananier plantain (*Musa* AAB) cv Corne 1 en culture hydroponique. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 20 : 31 - 60.

TURQUIN L., AKE S. et ANNO P., 2007. Effets des dérives auxiniques sur la production du bananier plantain cv Corne 1 en Côte d'Ivoire. *Sciences et Techniques, Sciences naturelles. et agronomie*, 29 (1-2) : 105 p.

TUSHEMEREIRWE W., KANGIRE A., SMITH J., SEKIWOKO F., NAKYANZI M., KATUMA C., MUSITWA M. et KARYAJA R., 2003. Epidémie de flétrissement bactérien sur bananier en Ouganda. *Infomusa*, 12 (2) : 6 - 8.

VALMAYOR R.V., DAVIDE R.G., STANTON J.M., TREVERROW N.L. et ROA V.N., 1994. Banana nematodes and weevil borers in Asia and Pacific. *Proceedings of conference-Workshop on nematodes and weevil borers affecting bananas in Asia and Pacific*. Serdang Selangor, Malaysia. Ed. INIBAP/ASPNET, Los Baños (PHL), 268 p.

VILAIN M., 1997. La production végétale – les composantes de la production, Volume I, *Edition Lavoisier Tec & Doc*, 3e édition, 478 p.

VOLAIRE F., CONEJERO G. et LELIEVRE F., 2001. Drought survival and dehydration tolerance in *Dactylis glomerata* and *Poa bulbosa*. *Aust. j. plant physiol.*, 28 : 743-754.

VOLAIRE F., GIOVANNA S., LUIGI L. et LELIEVRE F., 2009. Water deficit and induction of summer dormancy in perennial Mediterranean grasses. *Annal of Botany*, doi: 10.1093/aob/mcp080. <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/content/full/mcp080v1>. and courriel : journalspermissions@oxfordjournals.org

WEAVER R. J., 1961. Growth of grapes in relation to gibberellin. *Gibberellines advances. Chem. Ser.*, 28 : 89-108.

WILLS G. D. et BRISCOE G. A., 1970. Anatomy of purple nutsedge, *Weed Science*, 18 (5) : 631-635.

WILLS G. D., 1972. Sugars, phosphorus, and iron in purple nut sedge, *Weed Science*, 20 (4) 348-350.

WILSON G.F., VUYLSTEKE D. et SWENNEN R., 1987. Rapid multiplication of plantain improved field technique. *Musarama*, pp 24-26.

WINFIELD R.G. et HART J., 1983. Reclaiming heat energy for grain corn drying. Rapport effectué pour le Centre de recherche sur l'utilisation de l'énergie en agriculture, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Toronto, Ontario M7A 2B2, 41 p.

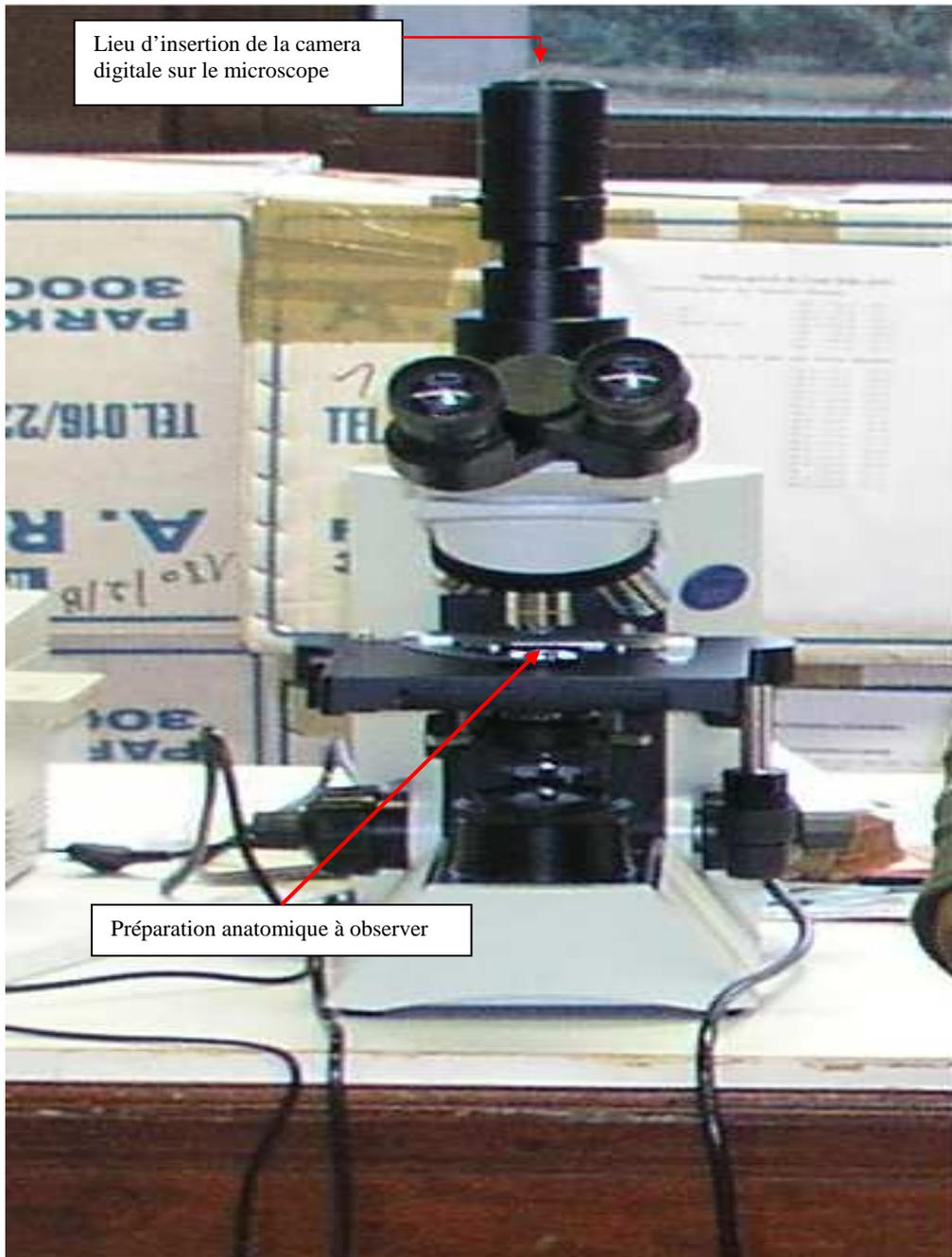
YAO N., 1988. Système de culture intégrant le bananier plantain en milieu paysan de Côte d'Ivoire. *Fruits*, 41 (3) : 149-159.

ZOUNDJIHEKPON J., HAMON P., HAMON S. et TIO-TOURE B., 1995. Relation entre germination, mise à fleurs et niveau de prélèvement des semenceaux d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata*. *Agronomie Africaine*. 7 (3) : 223-235.

ZOUNDJIHEKPON J., 1997. Biologie de la reproduction des ignames africaines. *In: Rencontre Internationale ressources génétiques végétales, enjeux biologiques-enjeux de société*. Ecole thématique. Centre régional de l'énergie solaire, Bamako, Mali. Coll. CNRS-IER, Bamako, Mali. Chap.1. pp. 40 - 46.

ANNEXES

Annexe 1



Annexe 2

Tableau I. Matrice de corrélation de Pearson (n) sur les caractéristiques de croissance

Variables	H (cm)	C (cm)	FE	FF	FR	IPF (j)	IPR (j)	et de développ ement des bananier s transféré s en champ
H (cm)	1	0,944	0,481	0,232	0,751	-0,903	-0,869	
C (cm)	0,944	1	0,517	0,159	0,720	-0,897	-0,866	
FE	0,481	0,517	1	-0,060	0,064	-0,198	-0,125	
FF	0,232	0,159	-0,060	1	0,373	-0,265	-0,281	
FR	0,751	0,720	0,064	0,373	1	-0,778	-0,787	
IPF (j)	-0,903	-0,897	-0,198	-0,265	-0,778	1	0,971	
IPR (j)	-0,869	-0,866	-0,125	-0,281	-0,787	0,971	1	

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Annexe 3

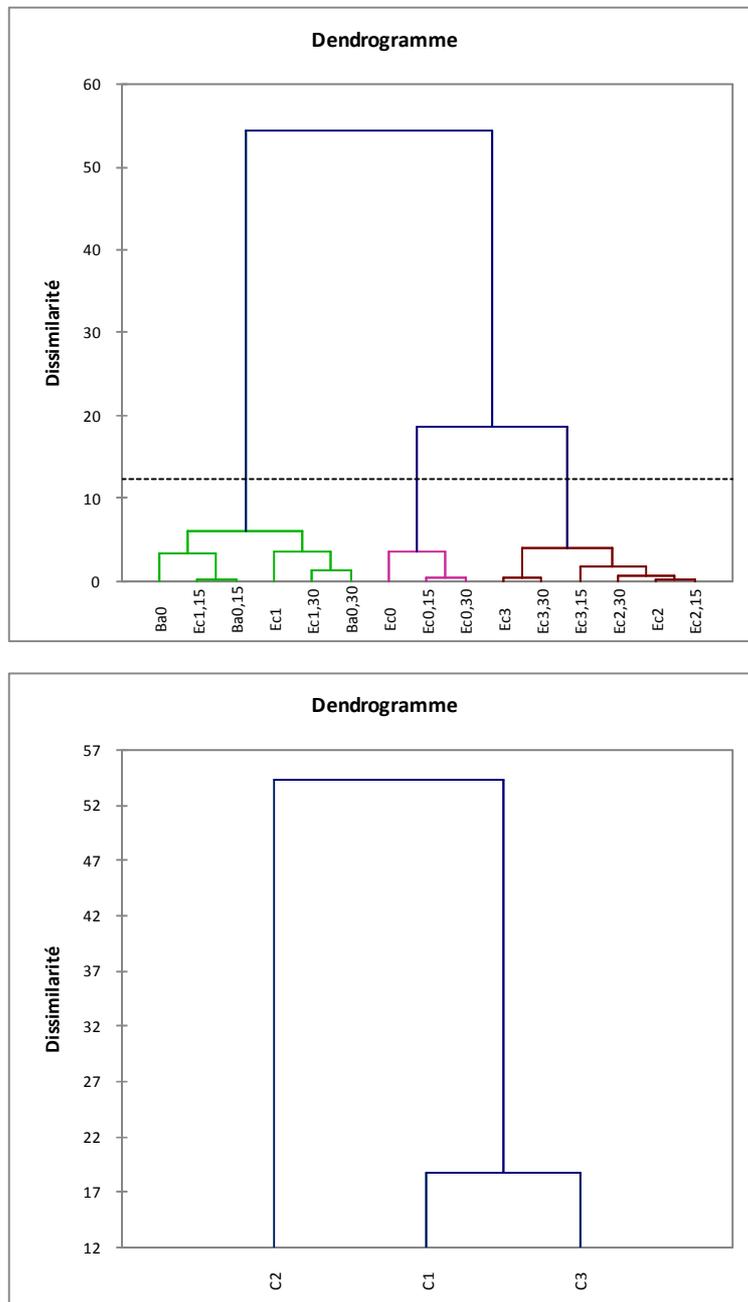


Figure 1. Dendrogramme de classification en fonction de la phase végétative des bananiers plantain cv Corne 1 transférés au champ

Suivant le model de classification ascendante hiérarchique, du logiciel XLSTAT, 2007

A – Regroupement des bananiers suivant leur performance végétative

B – Identification des groupes homogènes de bananiers plantain

Annexe 4

Tableau I. Matrice de corrélation de Pearson (n) sur les paramètres agronomiques de bananiers plantain cv Corne 1 transférés en champ

Variables	H (cm)	C (cm)	FE	FF	FR	IPF (j)	IPR (j)	NM	Dt	Rm
H (cm)	1	0,944	0,481	0,232	0,751	-0,903	-0,869	0,766	0,797	0,831
C (cm)	0,944	1	0,517	0,159	0,720	-0,897	-0,866	0,887	0,825	0,890
FE	0,481	0,517	1	-0,060	0,064	-0,198	-0,125	0,477	0,498	0,661
FF	0,232	0,159	-0,060	1	0,373	-0,265	-0,281	0,312	0,147	-0,005
FR	0,751	0,720	0,064	0,373	1	-0,778	-0,787	0,565	0,659	0,524
IPF (j)	-0,903	-0,897	-0,198	-0,265	-0,778	1	0,971	-0,739	-0,638	-0,687
IPR (j)	-0,869	-0,866	-0,125	-0,281	-0,787	0,971	1	-0,755	-0,620	-0,645
NM	0,766	0,887	0,477	0,312	0,565	-0,739	-0,755	1	0,720	0,804
Dt	0,797	0,825	0,498	0,147	0,659	-0,638	-0,620	0,720	1	0,833
Rm	0,831	0,890	0,661	-0,005	0,524	-0,687	-0,645	0,804	0,833	1

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Annexe 5

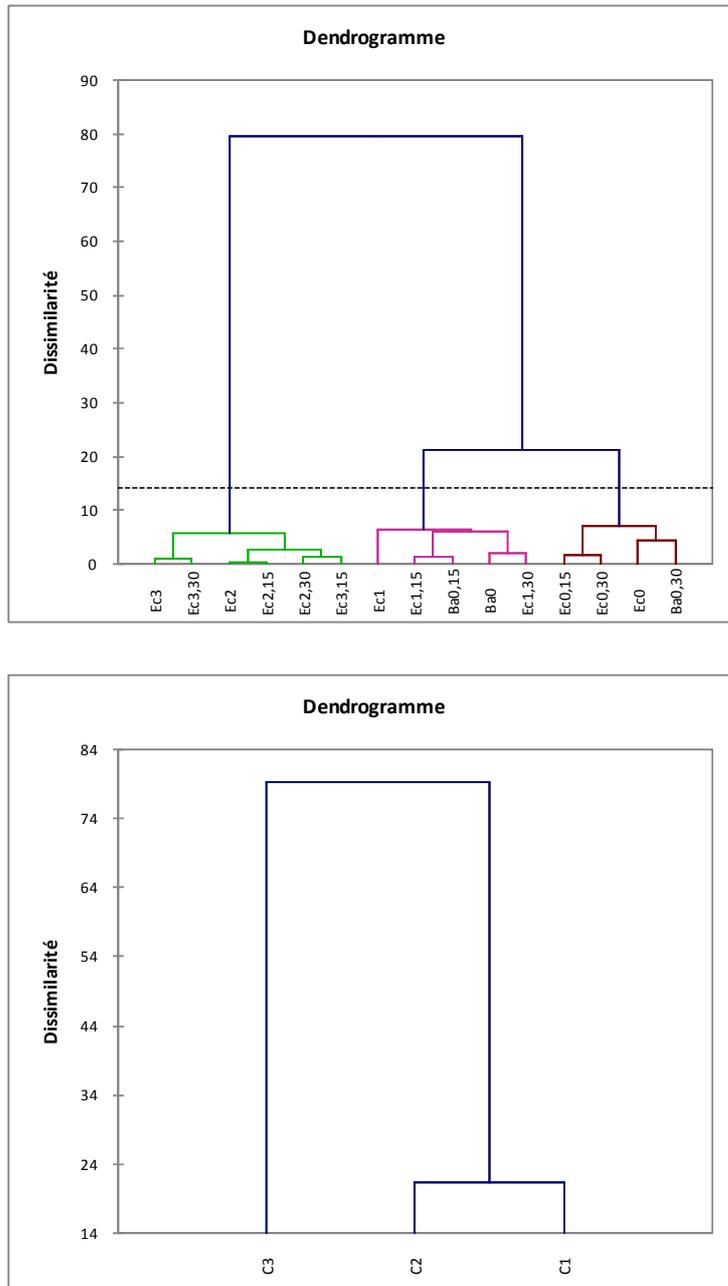


Figure 2. Dendrogramme de classification en fonction du rendement des bananiers plantain transférés au champ

Suivant le model de classification ascendante hiérarchique, du logiciel XLSTAT, 2007

A – Regroupement des bananiers lié à leur potentialité agronomique

B – Identification des groupes homogènes de bananiers plantain

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

BOYE M.A.D., TURQUIN L., GNAHOUA J.B.G., COULIBALY D.R., AKE S. et ANNO A.P., **2010**. Performances agronomiques de bananiers plantain *Musa* AAB cv Corne 1 issus de rejets déshydrates pendant un mois. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Issue 1, 7: 767- 778.

TURQUIN L., **BOYE M.A.D.**, COULIBALY D.R., GNAHOUA J.B.G., AKE S. et ANNO A., **2010**. Etude du comportement des rejet-écailles soumis au stress hydrique, chez le bananier plantain *Musa* AAB cv Corne 1 en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*. ISSN 1450-216X40 (2) :256-263.

BOYE M.A.D., COULIBALY D.R., TURQUIN L., ANNO A.P. et ZOUZOU M., **2008**. Caractérisation pathologique in vivo du stress hydrique sur les rejet-écailles de bananier plantain *Musa* AAB cv Corne 1. *Rev. Ivoir. Sci. Technol*, Vol. 11, pp. 143-158

Résumé

La banane plantain constitue une des principales cultures vivrières dans le monde avec une production de 86 Mt par an. Troisième produit vivrier après l'igname (3 Mt) et le manioc (1,7 Mt), sa production en Côte d'Ivoire est estimée à 1,42 Mt. Malheureusement, cette production est menacée par de nombreuses contraintes. En effet, la mise en place des exploitations bananières se fait habituellement avec des rejets baïonnettes réduits à l'unité par pied-mère, ce qui engendre des problèmes de disponibilité des boutures pour la création ou le renouvellement des exploitations bananières. Depuis la découverte des potentialités agronomiques des rejet-écailles, de leur importance (5 à 8) sur le rhizome du bananier plantain une nouvelle opportunité est offerte à la culture bananière. Toutefois, ils sont puissamment inhibés une fois détachés du bulbe parental. Un des moyens pour esquiver cette dormance naturelle des rejet-écailles serait de les conserver. Cette approche permettra de disposer de "semences" en quantité suffisante. Pour ce faire, les rejets ont été soumis à différents temps de déshydratation et de réhydratation. Leurs effets sur la morphologie et les performances au champ des rejets ont été étudiés. L'étude a montré que le délai de survie des rejets en condition de stress hydrique a été de 3 mois. Les effets similaires des 2 et 3 mois de déshydratation ont été caractérisés par une inhibition de la partie aérienne des plantes (H, C) et un allongement du cycle de production. Les paramètres de croissance, de développement et les masses des régimes des bananiers issus des rejets prétraités par un mois de déshydratation n'ont pas été significativement différents de celles des témoins. Par contre, les bananiers issus des rejets traités par 2 et 3 mois de déshydratation ont donné une masse de régime (5 kg) inférieure à celle des témoins (8 kg). Les résultats ont montré que la déshydratation contrôlée jouerait un rôle dans la levée d'inhibition des rejet-écailles et la réhydratation de 15 j serait nécessaire pour l'éveil.

Mots clés : Rejet-écailles, déshydratation, banane plantain, Côte d'Ivoire