

**RÉPUBLIQUE DE CÔTE 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](mailto:biosciences@univ-cocody.ci)

[ufrbiosciences@yahoo.fr](mailto:ufrbiosciences@yahoo.fr)

N° d'ordre : 567/2010

## **Laboratoire de botanique**

# **THÈSE**

Présentée à l'U.F.R. BIOSCIENCES, pour obtenir le titre de Docteur d'Etat

ès- Sciences Naturelles en Botanique

Option : Malherbologie

Par

**BORAUD N'Takpé Kama Maxime**

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SIMULATION D'UN  
IMPACT AGROÉCOLOGIQUE DE CULTURES  
TRANSGÉNIQUES SUR LA FLORE ADVENTICE DE  
QUELQUES LOCALITÉS DE LA CÔTE D'IVOIRE**

**Soutenue le 16 Octobre 2010, devant le jury composé de :**

**Président :** M. KOUASSI Kouassi Philippe, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Directeur de Thèse :** M. AKÉ Séverin, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Rapporteur :** M. TRAORÉ Dossahoua, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Examineurs :**

M. N'GUESSAN Kouakou Édouard, Professeur Titulaire, Université de Cocody

M. DJÈ Yao, Maître de conférences, Université d'Abobo-Adjamé

M. ZOUZOU Michel, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**RÉPUBLIQUE DE CÔTE 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](mailto:biosciences@univ-cocody.ci)  
[ufrbiosciences@yahoo.fr](mailto:ufrbiosciences@yahoo.fr)

N° d'ordre : 567/2010

## **Laboratoire de botanique**

# **THÈSE**

Présentée à l'U.F.R. BIOSCIENCES, pour obtenir le titre de Docteur d'Etat

ès- Sciences Naturelles en Botanique

Option : Malherbologie

Par

**BORAUD N'Takpé Kama Maxime**

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SIMULATION D'UN  
IMPACT AGROÉCOLOGIQUE DE CULTURES  
TRANSGÉNIQUES SUR LA FLORE ADVENTICE DE  
QUELQUES LOCALITÉS DE LA CÔTE D'IVOIRE**

**Soutenue le 16 Octobre 2010, devant le jury composé de :**

**Président :** M. KOUASSI Kouassi Philippe, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Directeur de Thèse :** M. AKÉ Sévérin, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Rapporteur :** M. TRAORÉ Dossahoua, Professeur Titulaire, Université de Cocody

**Examineurs :**

M. N'GUESSAN Kouakou Édouard, Professeur Titulaire, Université de Cocody

M. DJÈ Yao, Maître de conférences, Université d'Abobo-Adjamé

M. ZOUZOU Michel, Professeur Titulaire, Université de Cocody

## **Avant-propos**

La présentation de ce mémoire nous donne l'occasion de rendre hommage à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Professeur AKÉ Séverin, Directeur de cette Thèse, nous a apporté ses critiques constructives et ses orientations.

Docteur Jacques GASQUEZ, Directeur de recherche à l'INRA de Dijon, qui a accepté de codiriger ce travail depuis la conception du protocole expérimental jusqu'à la rédaction finale de la thèse. Nous avons bénéficié de sa grande connaissance sur les organismes génétiquement modifiés (OGM), de ses conseils et encouragements.

Feu Docteur AMAN Kadio a été, pour nous, un Maître, un père; il a su renforcer, en nous, l'engouement de la Malherbologie et s'est montré toujours disponible et serviable toute au long de sa vie d'enseignant. Maître, soit fier de ton fils et élève.

Docteur Henry DARMENCY, Directeur de Recherche à l'INRA de Dijon, a été d'un apport considérable dans la documentation et les conseils tant pendant la phase de collecte des données que pendant celle de la rédaction. Nous lui exprimons toute notre gratitude.

Nous remercions les membres du Jury qui, malgré leur emploi du temps chargé, ont accepté d'examiner et de juger ce travail. Il s'agit des Professeurs KOUASSI Kouassi Philippe président du jury, ZOUZOU Michel et DJÈ Yao comme examinateurs.

Professeur TRAORÉ Dossahoua, rapporteur de cette thèse pour ses encouragements, Professeur N'GUESSAN Kouakou Édouard, membre du jury pour mon accueil au CNF.

Nous remercions Professeur AKÉ-ASSI pour ses conseils et aide à l'identification des taxons, Dr ÉGNANKOU Wadja Mathieu, Directeur du Laboratoire de Botanique, pour ses encouragements et tous les autres Enseignants du Laboratoire de Botanique qui nous ont toujours encouragés à persévérer dans le travail.

Docteur KOUASSI Auguste, Directeur du Laboratoire de Génétique de l'Université de Cocody-Abidjan et les enseignants du dit laboratoire, pour leurs conseils avisés sur les notions de génétique; qu'ils trouvent, ici, l'expression de notre profonde gratitude.

Ce travail s'est déroulé en deux étapes. La première étape, qui consistait en la collecte des données, nous a permis de prospecter le terrain en Côte d'Ivoire et plus précisément dans les localités d'Aboisso, Agboville, Alepé, Azaguié, Gagnoa et Rubino. Que toutes les

communautés villageoises reçoivent ici notre gratitude, pour la qualité de leur accueil et leur disponibilité.

Aussi nous voudrions, sous le couvert du Laboratoire de Botanique de l'Université de Cocody interposé, adresser nos remerciements à la Coopération Française par le biais de son Ambassade à Abidjan, de nous avoir permis de bénéficier de quatre voyages d'études successifs à l'Unité Mixte de Biologie et Gestion des Adventices de l'INRA de Dijon.

La deuxième partie de ce travail s'est déroulée à l'Unité Mixte de Biologie et Gestion des Adventices de l'INRA de Dijon (France), où nous avons effectué le traitement de nos données. Nous exprimons notre gratitude au Docteur Xavier REBOUD, responsable de l'unité de Recherche, à Nicolas MUNIER-JOLAIN, à Sabrina GABA, notre collègue de bureau lors du dernier séjour, pour sa sympathie, son humour et surtout sa bonne humeur contagieuse ainsi qu'à tout le personnel de l'unité de recherche pour leur disponibilité et leur courtoisie.

Nous témoignons notre reconnaissance à Claudine CHOTEL et à Sandrine GESLAIN, Secrétaires au Laboratoire d'accueil, pour leur aide et leur disponibilité.

Que les parents et amis, qui nous ont apporté leurs soutiens durant toutes ces années d'étude, veuillent trouver, ici, l'expression de notre reconnaissance.

Fils BORAUD Kama Yann David et épouse ALLOUE Wazé Aimée Mireille, merci à vous pour votre compréhension et votre soutien durant toutes ces absences prolongées.

Enfin, nous dédions ce travail à mon père, feu BORAUD N'Takpé Mathurin et à mon jeune frère, feu MDL BORAUD N'Takpé Denis, très tôt arraché à notre affection. Que le seigneur leur accorde la paix et son pardon pour le repos éternel.

## Table des matières

Avant-propos .....	i
Table des matières .....	iii
Liste des Tableaux.....	viii
Listes de figures .....	x
Annexes .....	xii
Sigles et abréviations.....	xiii
Introduction .....	1
Première partie : Généralités .....	6
Chapitre I: Revue bibliographique .....	7
1-1- Qu'est ce qu'un organisme génétiquement modifié (OGM)? .....	8
1-2- Acquis de la biotechnologie .....	8
1-3- Plantes transgéniques cultivées dans le monde .....	8
1-4- Plantes transgéniques en Afrique .....	10
1-5- Controverse sur les plantes génétiquement modifiées.....	10
1-5-1 Arguments en faveur des plantes transgéniques.....	11
1-5-1-2- Résistance des plantes à des insectes .....	11
1-5-1-3- Résistance des plantes à des virus.....	12
1-5-1-4- Maîtrise de la pollinisation pour la production de variétés hybrides .....	12
1-5-1-5- Domaine alimentaire : Modifications des qualités nutritionnelles .....	13
1-5-1-6- Domaine médical .....	13
1-5-1-7- Plantes transgéniques du futur .....	15
1-5-1-7-1- Adaptations aux contraintes physiques du milieu .....	15
1-5-1-7-2- Amélioration de la qualité des fibres végétales par modification des lignines .....	15
1-5-2- Arguments en défaveur des plantes transgéniques.....	16
1-5-2-1- Résistance des plantes aux herbicides.....	16
1-5-2-2- Résistance des plantes à des insectes .....	16
1-5-2-3- Pollution de l'environnement.....	16
1-5-2-4- Brevetage du vivant .....	16
1-6- Réglementations sur les OGM.....	17
1-6-1- Rélementation dans l'Union Européenne.....	18
1-6-2- Réglementation aux Etats-Unis .....	19

1-6-3- Protocole de Carthagène.....	19
1-6-4- Réglementation de l'Union Africaine (UA).....	21
1-7- Impacts Potentiels des OGM .....	21
1-7-1-Impacts sur l'environnement .....	22
1-7-1-1-Impacts sur la biodiversité .....	22
a-Toxicité vis-à-vis d'organismes non ciblés .....	22
b-Toxicité vis à vis des insectes bénéfiques .....	22
c-Menace pour les écosystèmes du sol.....	23
1-7-2 Impacts sur la santé.....	24
1-7-3-Impacts économiques et sociaux .....	24
2-1-Situation géographique dans la Commune d'Azaguié .....	26
2-1-1-Géologie et Pédologie .....	26
2-1-2-Climat .....	27
2-1-3-Végétation .....	27
2-2-Situation géographique du Département de Gagnoa .....	27
2-2-1- Géologie et Pédologie .....	28
2-2-2- Climat et réseau hydrographique.....	28
2-2-3-Végétation .....	28
2-3-Situation géographique du Centre National Floristique (C.N.F.).....	29
2-3-1- Géologie et Pédologie .....	29
2-3-2- Climat .....	30
2-3-3-Végétation .....	30
Deuxième partie : Matériels et Méthodes .....	38
Chapitre 3 : Matériel .....	39
3-1-Populations cibles des enquêtes.....	40
3-2- Étude floristique .....	40
3-3- Suivi des flux de gènes .....	40
3-4- Produit chimique.....	44
3-5- Analyse des données.....	44
Chapitre 4 : Méthodes .....	46
4-1- Enquêtes.....	47
4-2- Étude floristique .....	49
4-2-1-Inventaire floristique .....	49
4-2-1-1-Techniques de relevés .....	49

4-2-1-2- Réalisation du relevé.....	50
4-2-1-3- Codification des taxons.....	50
4-2-2- Analyse des données .....	51
4-2-2-1 Analyse multivariée.....	51
4-2-2-2 Coefficient de similitude .....	52
4-2-3- Suivi des flux de gènes.....	54
4-2-3-1- Cas de champs contigus .....	54
Dispositif 1 : Champs voisins et mitoyens .....	54
Dispositif 2 : Champs voisins avec espace.....	56
Dispositif 3 : dispositif paysan .....	56
Dispositif 4 : Cas de champs de maïs séparés par une végétation d'arbre.....	56
4-2-3-3 -Dispositif 5: Suivi des repousses de semences de maïs.....	60
4-2-4- Etude de la dynamique et du coût du contrôle chimique des adventices .....	60
4-2-5-Analyse statistique, analyse factorielle et homogénéité floristique .....	62
Troisième partie : Résultats et Discussion .....	63
Chapitre 5 : État de connaissance sur les OGM dans.....	64
six localités du Sud de la Côte d'Ivoire.....	64
5-1- Résultats d'enquêtes chez les paysans.....	65
5-1-1- Sur la connaissance des OGM et par rapport à la source d'information.....	65
5-1-2- Avis des paysans .....	65
5-1-3- Raisons évoquées pour l'acceptation des OGM.....	65
5-1-4- Types de plantes transgéniques souhaitées .....	65
5-1-5- Caractères agronomiques souhaitées pour les plantes génétiquement modifiées .....	66
5-2- Résultats d'enquêtes chez les intellectuels .....	66
5-2-1- Sur la connaissance des OGM.....	66
5-2-2- Par rapport à la source d'information.....	66
5-2-3- Sur la prise de position pour ou contre les plantes transgéniques et les raisons .....	67
5-2-4 Caractéristiques souhaitées pour les plantes transgéniques.....	67
5-2-5- Types de plantes transgéniques souhaitées .....	67
5-2-6- Types de législations souhaités .....	68
5-3- Discussion.....	70
Chapitre 6 : Flore adventice des différents agrosystèmes dans les localités de Gagnoa et Azaguié.....	77
6-1-Inventaire global de la flore adventice dans les agrosystèmes étudiés.....	78

6-2- Plantes transgéniques susceptibles d'être introduites en Côte d'Ivoire et les espèces sauvages voisines. ....	80
6-3- Caractéristiques des flores adventices des 2 zones étudiées.....	83
6-3-1- Flore adventice des agrosystèmes de la localité d'Azaguié .....	83
6-3-2- Flore adventice des agrosystèmes de la localité de Gagnoa.....	83
6-4- Relations entre les agrosystèmes et la qualité de la flore adventice .....	83
6-4-1 Au niveau d'Azaguié .....	83
6-4-1-1 Axes factoriels 1 et 2 .....	84
6-4-1-2- Axes factoriels 1 et 3.....	84
6-4-2-1- Axes factoriels 1 et 2, 1 et 3.....	84
6-5- Fréquence des adventices et espèces majeures recensées .....	94
6-6- Description, écologie, biologie de quelques espèces majeures des agrosystèmes .....	96
6-6-1- <i>Panicum maximum</i> Jacq. - Poaceae – Monocotylédone .....	96
6-6-2- <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. - Poaceae - Monocotylédone .....	97
6-6-3- <i>Brachiaria deflexa</i> (Schumach.) C.E. Hubb. ex Robyns .....	98
6-6-4- <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. - Poaceae – Monocotylédone .....	99
6-7- Discussion.....	101
7-1- Cas des champs voisins contigus.....	105
7-1-1- Cas des champs voisins contigus sans espace .....	105
7-1-2- Cas des champs séparés de la parcelle centrale par différentes distances.....	108
7-2- Cas des champs voisins séparés par une végétation .....	108
7-3- Dispositif paysan .....	110
7-4- Repousses des semences de maïs .....	110
7-5- Dates de floraisons des différentes variétés de maïs .....	113
7-6- Autres observations .....	115
7-7- Discussion.....	115
Chapitre 8 : Impact environnemental des plantes transgéniques .....	120
et leurs implications agroéconomiques .....	120
8-1- Dynamique des adventices et du coût par le contrôle chimique.....	121
8-1-1- Dynamique des adventices .....	121
8-1-1-1- Évolution de la flore sur 3 années de traitement chimique.....	121
8-1-1-2- Étude morphologique et biologie de quelques espèces présentes en 2007 .....	124
8-1-1-3- Comparaison des listes floristiques.....	133
8-1-1-4- Diversité des adventices au cours d'une année de traitement herbicide.....	133



8-1-1-5- Efficacité du traitement herbicide .....	136
8-1-1-6-Temps mis avant la résurgence de nouvelles espèces.....	138
8-1-2- Coût du traitement herbicide .....	142
8-2-Discussion.....	145
Quatrième partie : Discussion générale.....	147
Conclusion générale .....	157
Références bibliographique.....	160
ANNEXES .....	175

## Liste des Tableaux

Tableau I : Surfaces globales de plantes transgéniques par pays en 2007 .....	9
Tableau II: Principales cultures d’OGM dans le monde .....	9
Tableau III : Variétés de maïs et leurs caractéristiques génétiques.....	41
Tableau IV: Variables et classes de facteurs utilisées lors des enquêtes .....	48
Tableau V: Agrosystèmes et leur code dans les localités d’Azaguié et de Gagnoa.....	53
Tableau VI: Familles caractéristiques les plus représentées à Azaguié .....	79
Tableau VII : Familles caractéristiques les plus représentées à Gagnoa.....	79
Tableau VIII : Différents types de classes recensées à Azaguié et Gagnoa .....	79
Tableau IX : liste de plantes cultivées et leurs formes proches par le genre dans la flore ivoirienne.....	81
Tableau X : Différents agrosystèmes codifiés et les coefficients de similitude dans la localité d’Azaguié .....	85
Tableau XI : Calcul des coefficients de similitudes des agrosystèmes dans la région de Gagnoa .....	85
Tableau XII : Agrosystèmes et espèces caractéristiques dans la localité d’Azaguié .....	89
Tableau XIII: Espèces de Poaceae majeures des Agrosystèmes.....	95
Tableau XIV : Effectifs de grains violets obtenus sur les huit premières lignes de culture de maïs dans les champs contigus sans espace .....	107
Tableau XV: Effectifs de grains violets obtenus par ligne de culture de maïs et par distance à Azaguié.....	109
Tableau XVI : Effectif de grains violets obtenus par pied de maïs en essai discontinu à Gagnoa .....	109
Tableau XVII: Effectif de grains violets de maïs recensés par rapport à la distance de la source pollinisatrice à Gagnoa .....	109
Tableau XVIII : Effectif de grains jaunes et violets de maïs recensés par rapport à l’orientation à Abidjan .....	111
Tableau XIX: Temps mis en jours par semence de maïs pour germer en fonction de la profondeur d’un semis.....	111
Tableau XX: Tailles et dates de floraisons des différentes variétés de maïs .....	114
Tableau XXI : Liste des espèces présentes par an, en fonction des familles caractéristiques, au Centre National de floristique à Abidjan.....	122

Tableau XXII : Variation de la diversité floristique des adventices liée au traitement herbicide appliqué en post levé durant trois campagnes agricoles sur la même parcelle au CNF à Abidjan .....	123
Tableau XXIII : Familles et Effectifs des espèces recensées au CNF à Abidjan.....	123
Tableau XXIV: Coefficients de similitude des listes floristiques comparatives des périodes de relevés effectuées au Centre National de Floristique à Abidjan .....	134
Tableau XXV : Variation de la diversité floristique pendant une même année au Centre National de Floristique à Abidjan .....	135
Tableau XXVI : Mars 2005 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate.....	139
Tableau XXVII: Mars 2006 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate .....	140
Tableau XXVIII : Mars 2007 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate .....	141

## Listes de figures

Figure 1: Carte de la végétation de Côte d'Ivoire .....	31
Figure 2 : Relique de forêt près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Adzopé.....	32
Figure 3: Jachère occupée par <i>Bambusa vulgaris</i> , près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville.....	33
Figure 4 : Exploitation de <i>Heliconia caribaea</i> (plante ornementale), près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville.....	33
Figure 5: Exploitation d' <i>Ananas comosus</i> (plante ornementale), près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville.....	34
Figure 6 : Association culturale de <i>Manihot esculenta</i> et de <i>Zea mays</i> , près d'Azaguié gare.....	34
Figure 7 : Exploitation de <i>Musa</i> AAB (banane poyo), entre Azaguié awa et Azaguié gare...	35
Figure 8 : Îlot de forêt dans le département de Gagnoa, près du village de Tipa dipa.....	35
Figure 9 : Souches de <i>Terminalia superba</i> coupées avec marquage d'exploitants forestiers.	36
Figure 10: Jachère de <i>Tithonia diversifolia</i> dans le département de Gagnoa.....	36
Figure 11: Champ d' <i>Hevea brasiliensis</i> sur l'axe Gagnoa–Soubré .....	37
Figure 12 : Champ de <i>Manihot esculenta</i> , près du village de Gnaliépa, sur l'axe Gagnoa-Ouragahio .....	37
Figure 13 : Variété de maïs Suvan I-SR.....	43
Figure 14 : Variété de maïs TZE Composite 5.....	43
Figure 15: Variété de maïs Ferké 7529 .....	45
Figure 16: Variété de maïs TZBR Ecdana 3C2.....	45
Figure 17 : Dispositif d'ensemble pour le suivi du flux de gènes entre champs voisins contigus .....	55
Figure 18: Schéma détaillé de la parcelle centrale ; L1 à L5 : Lignes de culture .....	55
Figure 19: Dispositif pour le suivi des flux de gènes entre champs non contigus .....	57
Figure 20 : Dispositif paysan pour le suivi des flux de gènes.....	58
Figure 21 : Dispositif pour le suivi des flux de gènes entre champs de maïs séparés par un couvert végétal .....	59
Figure 22 (Dispositif 6): Dispositif pour le traitement herbicide des adventices.....	62
Figure 23: connaissance, source d'information et avis de quelques .....	69
Figure 24 : Causes du rejet ou de l'acceptation, plantes transgéniques .....	69

Figure 25 Diagramme représentant différentes conditions qui doivent être remplies pour que le passage d'un transgène à la flore sauvage présente un risque par la voie sexuée.....	82
Figure 26 : Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 2.....	87
Figure 27 : Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 3.....	88
Figure 28: Projection des espèces dans le plan 1 et 2 de l'ACM dans la localité d'Azaguié ..	88
Figure 29 : Projection des espèces dans le plan 1 et 3 de l'ACM dans la localité d'Azaguié .	89
Figure 30: Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 2.....	91
Figure 31 : Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 3.....	92
Figure 32 : Projection des espèces dans le plan 1 et 2 .....	92
Figure 33 : Projection des espèces dans le plan 1 et 3 .....	93
Figure 34: <i>Panicum maximum</i> Jacq. (Poaceae) sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010 .....	97
Figure 35: <i>Brachiaria deflexa</i> (Schumach.) C.E. Hubb. ex Robyns sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010.....	99
Figure 36: <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010 .....	100
Figure 37 : Epis de maïs de la génération F1 issus d'un croisement entre parent de maïs à grain violet et parent à grain blanc .....	106
Figure 38: Epis de maïs de la génération F1 issus d'un croisement entre parents de maïs à grains blancs et parents à grains jaunes.....	112
Figure 39: <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob au CNF en Octobre 2007 .....	126
Figure 40: <i>Cyperus rotundus</i> L. au CNF en Octobre 2007 .....	127
Figure 41: <i>Cyperus rotundus</i> L. montrant le rhizome et les pieds fils au CNF en Octobre 2007 .....	127
Figure 42: <i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv. au CNF en Octobre 2007 .....	128
Figure 43: <i>Euphorbia heterophylla</i> L. au CNF en Octobre 2007 .....	132
Figure 44: <i>Imperata cylindrica</i> L. sur l'axe Abidjan-Agboville en Juin 2010 .....	132
Figure 45: Nombre d'espèces de mauvaises herbes par époque de relevés au Centre National de Floristique à Abidjan .....	134
Figure 46 : Parcelles avant les différentes applications d'herbicide en .....	137
Figure 47: Effet de l'herbicide à base du glyphosate sur les mêmes parcelles montrant les repousses, 3 mois après traitement herbicide, au Centre National de Floristique, à Abidjan	137
Figure 48: Placette témoin non traitée dominée par <i>Panicum maximum</i> , <i>Panicum repens</i> et <i>Croton hirtus</i> , au Centre National de Floristique, à Abidjan .....	144
Figure 49 : Prolifération d' <i>Ipomoea involucrata</i> dans toutes les placettes .....	144

## **Annexes**

ANNEXE 1 : Fiche d'enquête des agents du Ministère de l'environnement.....	176
ANNEXE 2 : Fiche d'enquête pour les chercheurs et étudiants .....	177
ANNEXE 3 : Fiche d'enquête pour les paysans ivoiriens .....	178
ANNEXE 4: Liste des espèces recensées en 2005 sur la parcelle d'essai herbicide, au CNF .....	179
ANNEXE 5 : Liste d'espèces recensées en 2006, lors de l'essai herbicide, au CNF .....	181
ANNEXE 6: Liste des espèces recensées en 2007, lors de l'essai herbicide, au CNF .....	182
ANNEXE 7 : Liste floristique inventoriée dans la localité d'Azaguié.....	183
ANNEXE 8 : Liste Floristique inventoriée dans la localité de Gagnoa.....	188
ANNEXE 9 : Index des taxons .....	193

## **Sigles et abréviations**

**ADPIC** : Aspects des Droits de Propriété Intellectuelle qui touchent au Commerce

**AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

**AGERI** : Institut de Recherche en Génie Génétique Agricole

**APHIS**: Animal and Plant Health Inspection Service

**ANADER** : Agence Nationale d'Appui au Développement Rural

**Bt** : Bacillus thuringiensis

**CGB** : Commission du Génie Biomoléculaire

**CNRA** : Centre National de Recherche Agronomique

**CNF** : Centre National de Floristique

**CRII-GEN** : Comité de Recherche-Génie génétique

**CIPC**: Comité Intergouvernemental sur le Protocole de Carthagène

**Cry** : Protéine cristal

**EFAS** : Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire

**EPA** : Environmental Protection Agency

**FAO** : Fond des Unies pour l'alimentation et l'agriculture

**FDA** : Food and Drug Administration

**INERA** : Institut National d'Environnement et de Recherche Agricoles

**INRA** : Institut National de Recherche Agronomique

**OCDE** : Organisation de Coopération et Développement Economique

**OGM** : Organisme génétiquement modifié

**OMC** : Organisation Mondiale du Commerce

**OUA** : Organisation de l'Unité Africaine

**OVM** : Organismes Vivants modifiés

**PGM** : Plante génétiquement modifiée

**RETROCI** : Retrovirus on Ivoirry Coast

**SYNGETA** : Société [suisse](#) spécialisée dans la [chimie](#) et l'[agrobusiness](#)

**UA** : Union Africaine

**UFR**: Unité de Formation et de Recherche

**USA**: United States of America

**USAID**: United States Agency for International Development

## **Introduction**



L'Afrique sub-saharienne reste la partie du globe où le nombre de « sous-alimentés » atteindra 205 millions d'habitants en 2015 (FAO, 2005). Dans cette région du monde, la production céréalière annuelle par habitant est la plus faible au monde avec 128 kg, pour des rendements à l'hectare inférieurs à une tonne (FAO, 2002). Globalement, l'Afrique reste dépendante de l'assistance internationale et a reçu, en 2000, quelques 2,8 millions de tonnes d'aide alimentaire, soit plus du quart du volume mondial total (Saito, 2000).

En 2008, la crise céréalière survenue par la hausse des prix des denrées alimentaires a fortement perturbé les économies africaines et entraîné des troubles à l'ordre public, semblables à des guerres civiles dans presque toutes les grandes villes africaines ([www.monde-solidarite.org](http://www.monde-solidarite.org) du 18/10/2008).

Face à toutes ces difficultés, les plantes transgéniques avec leurs énormes potentialités (rendements élevés, résistances aux maladies, aux insectes et au stress hydrique), (Jaglo-Ottosen *et al.*, 1998) semblent représenter une solution pour l'Afrique et pourraient contribuer à la réduction de la pauvreté et à l'augmentation de la production agricole dans cette zone du monde.

La production du riz en Asie a augmenté de 170 % depuis 1962, alors que la population passait de 1,6 à 3,7 milliards. L'augmentation de la production a exigé moins de 30 % des terres en plus, grâce à de nouvelles variétés de riz obtenues par des efforts d'hybridation et qui ont permis l'introduction de nouvelles caractéristiques telles que les gènes de nanification et ceux de la qualité des grains (Hei *et al.*, 2002).

Flowers *et al.* (2000) ont mis au point une variété de riz tolérant la salinité par l'ajout d'un gène. Un riz basmati transgénique résiste à la sécheresse et à l'eau saumâtre (Morin, 2002). Des gènes de levure favorisent son développement dans de tels milieux. Les anglo-saxons les appellent « plantes reviviscentes ». Elles sont capables de résister à des sécheresses intenses et de renaître à la moindre goutte de pluie. Elles survivent alors que leur teneur en eau ne représente que 5 % de leur poids, deux fois moins que dans le riz par exemple. Ce qui distingue ces végétaux, c'est leur concentration élevée en tréhalose, un sucre que l'on trouve aussi chez les bactéries, les champignons et les invertébrés et qui semble jouer un rôle dans la résistance au stress hydrique.

Avec l'utilisation des cotons Bt, des pays comme l'Inde et la Chine ont nettement amélioré leur production avec respectivement 580 et 1043 kg/ha. Tout ceci accompagné d'une réduction drastique de l'utilisation des pesticides ([www.libertyindia.org/policy\\_reports/cotton\\_info\\_march\\_2002.htm](http://www.libertyindia.org/policy_reports/cotton_info_march_2002.htm)).

La question des impacts potentiels des OGM sur l'environnement a donné lieu à une abondante littérature. Le développement du soja Roundup-Ready (soja RR) a largement évincé les autres herbicides employés naguère au profit du glyphosate. Ainsi, dans la quinzaine d'états plus grands producteurs de soja, entre 1995 et 2000, la part de culture de soja recevant du glyphosate est passée de 20 % à 62 % tandis que celle traitée à l'Imazéthapyr a chuté de 44 à 12 % ; celle traitée à la pendimethaline a baissé de 26 à 11 %, à la trifluraline de 20 à 14 % (Doré et Varoquaux, 2006).

Il faut aussi considérer les retombées à plus long terme de l'emploi de glyphosate et des plantes transgéniques tolérantes. La consommation de glyphosate augmente rapidement avec la diffusion des plantes transgéniques tolérantes, mais aussi avec le développement des techniques de cultures simplifiées (Woodburn, 2000). En 1999-2000, le glyphosate était répandu sur environ 70 % des surfaces cultivées avec les plantes transgéniques tolérantes (Verfaillie, 2001).

L'évaluation des OGM dans les exploitations pose divers problèmes méthodologiques, souvent peu pris en compte dans les controverses sur les résultats, mais analysés assez finement par plusieurs agro économistes qui s'y sont essayés (Heimlich *et al.*, 2000, Lemarié, 2000, Mara, 2001 ; Lin *et al.*, 2001).

Cependant, les organismes génétiquement modifiés traînent un cortège de polémiques et de risques décriés qui concerneraient la santé humaine, l'environnement, les risques économiques et sociaux liés aux questions de brevetage du vivant, au problème d'appropriation des ressources génétiques locales et des connaissances traditionnelles par les firmes multinationales (Oury, 2006)

Face aux applications potentielles des biotechnologies, les attitudes apparaissent divergentes et teintées d'émotivité (Lepoivre, 2002). Les techniques de transformations génétiques provoquent, chez certains groupes, des réactions extrêmement prudentes, au point de proposer des moratoires sur toute action, y compris l'expérimentation, alors que ces techniques paraissent aptes à résoudre des problèmes agronomiques importants (Lepoivre, 2002).

A l'autre extrémité de la palette des réactions, des scientifiques et industriels entretiennent un engouement sans réserve fondé sur les réalisations scientifiques et les perspectives d'application que relèvent quotidiennement la presse scientifique.

En Côte d'Ivoire, il existe la charte de la coalition ivoirienne de bio-vigilance (CI-BIOV). Cette organisation a pour missions :

- de participer au processus d'élaboration des lois d'application ;

- d'analyser et faire des propositions sur les projets de lois concernant les OGM ;
- d'informer et de sensibiliser le public sur les OGM, leurs enjeux et toute introduction de produits OGM en Côte d'Ivoire ([www.inadesfo.net](http://www.inadesfo.net)).

Selon cette organisation, la législation sur les organismes génétiquement modifiés est prête et a été soumise à l'Assemblée Nationale pour adoption. En attente de l'adoption de cette loi, aucun organisme génétiquement modifié ne circule officiellement dans le pays. Toutes ces divergences citées plus haut sur les OGM laissent les autorités dans la difficulté à adopter une position définitive.

L'objectif de la présente étude est d'identifier les risques réels et potentiels que les plantes et ou organismes génétiquement modifiés (OGM) présentent à plus ou moins long terme pour l'environnement et la biodiversité, ainsi que pour la santé des populations.

Avant d'entreprendre cette étude, nous avons initié un chapitre concernant l'état de connaissance de quelques populations ivoiriennes sur les OGM. Il s'agissait de savoir si les nationaux, dans leur majorité, savent ce que c'est que les organismes génétiquement modifiés. S'ils les connaissent, quels usages veulent-ils en faire ? Pour répondre à ces questions, une série d'enquêtes au sein d'un échantillon de la population a été initiée, comme décrite au chapitre méthode.

L'étude proprement dite a concerné d'abord :

- l'aspect floristique qui a consisté à établir des listes floristiques des agrosystèmes dans les départements d'Azaguié et de Gagnoa. Les résultats obtenus devraient permettre de mieux connaître le répertoire des adventices des zones étudiées et de pouvoir mettre en évidence, en cas de cultures éventuelles de plantes transgéniques, les risques réels de flux de gènes entre espèces cultivées transgéniques et espèces voisines sauvages par voie sexuée ;
- la dispersion du pollen de maïs dans différentes situations. Ce chapitre, présente les résultats sur les flux du transgène par le pollen vers les cultures non transgéniques et vers les adventices, ainsi que le flux par les graines avec l'utilisation de deux phénotypes de maïs, l'un à grains violets, homozygote (considérée comme la plante simulant 1 OGM) et l'autre, à grains blancs et homozygote (considérée comme l'espèce locale, non génétiquement modifiée, donc biologique ou conventionnelle);
- l'étude d'un aspect de l'impact environnemental qui a été réalisé pendant trois ans sur la même parcelle par un traitement herbicide à base de glyphosate pour apprécier l'effet sur la diversité biologique des adventices, mais également pour suivre le comportement de chaque adventice par rapport au glyphosate. Les aspects suivants ont été traités : l'efficacité du glyphosate (matière active de l'herbicide) à maîtriser l'enherbement en désherbage de post

levée, la détermination du spectre d'efficacité du glyphosate et l'ensemble des espèces résistantes, l'identification du temps mis pour les repousses après les traitements.

Dans cette étude, les plantes transgéniques supposées sont, en réalité, des cultures biologiques mais considérées comme telles pour se rapprocher des conditions naturelles d'expérimentations. L'impact environnemental avec uniquement l'aspect agro écologique a été évalué à cause de la complexité pour l'évaluation des autres impacts.

Nos résultats devraient permettre aux populations d'avoir une opinion objective sur les organismes génétiquement modifiés et aux décideurs de posséder des éléments de base de décisions.

## **Première partie : Généralités**

## **Chapitre I: Revue bibliographique**

### **1-1- Qu'est ce qu'un organisme génétiquement modifié (OGM)?**

Un organisme ou une plante transgénique est un organisme ou une plante dont le génome (patrimoine génétique) a été modifié par l'introduction d'un gène provenant d'une autre plante ou de tout autre organisme (Gallais, 2006). Le gène reçu sera utilisé par l'organisme récepteur puisque le code génétique est universel.

### **1-2- Acquis de la biotechnologie**

Les nouvelles biotechnologies sont le fruit d'une accumulation de progrès scientifiques qui, de la compréhension de certains mécanismes fondamentaux à la découverte de moyens autorisant leur exploitation, ont conduit à la possibilité d'interférer sur les commandes moléculaires du vivant. L'évolution spectaculaire des nouvelles biotechnologies, avec la maîtrise des connaissances, des risques et avantages du transfert du gène d'une cellule à n'importe quel organisme, a donné au début des années 1980 (Carpenter *et al.*, 2002), l'élaboration des techniques de transgénèse végétale et juste après à la culture de variétés transgéniques particulièrement en Amérique.

### **1-3- Plantes transgéniques cultivées dans le monde**

Selon Clive (2007), les principaux pays producteurs de plantes génétiquement modifiées en cultivent près de 114,5 millions d'hectares (Tableau I) et ces principales cultures sont le maïs, le soja, le coton et le colza (Tableau II). La plupart des plantes transgéniques développées et cultivées dans le monde concernent les caractères suivants : 68 % confèrent la tolérance à un herbicide, 19 % pour la Résistance Bt (résistance à un insecte) et 13 % pour les deux résistances à la fois au sein de la même plante (R herbicide et R Bt).

Tableau I : Surfaces globales de plantes transgéniques par pays en 2007

Rang	Pays	Superficies (millions d'hectare)	Plantes transgéniques
1*	Etas Unis	57,7	Soja, Maïs, Coton, Colza, Courge, Papaye, Luzerne
2*	Argentine	19,1	Soja, Maïs, Coton
3*	Brésil	15	Soja, Coton
4*	Canada	7	Colza, Maïs, Coton
5*	Inde	3,8	Coton
6*	Chine	3,8	Coton, Tomate, Peuplier, Papaye, Poivron doux
7*	Paraguay	2,6	Soja
8*	Afrique du Sud	1,8	Maïs, Soja, Coton
9*	Uruguay	0,5	Soja, Maïs
10*	Philippines	0,3	Maïs
11*	Australie	0,1	Coton
12*	Spain	0,1	Maïs
13*	Mexique	0,1	Coton, Soja
14	Colombie	< 0,1	Coton, Oeillet
15	Chili	< 0,1	Maïs, Soja, Colza
16	France	< 0,1	Maïs
17	Honduras	< 0,1	Riz
18	République Tchèque	< 0,1	Maïs
19	Portugal	< 0,1	Maïs
20	Allemagne	< 0,1	Maïs
21	Slovaquie	< 0,1	Maïs
22	Romanie	<0,1	Soja
23	Pologne	< 0,1	Maïs

Source: Clive James, 2007. \* : Les 13 pays au Monde cultivant au moins 50.000 hectares de plantes transgéniques

Tableau II: Principales cultures d'OGM dans le monde

OGM Cultivés	Superficie (millions d'hectares)	(%) de Surfaces cultivées
Soja	62,6	64
Maïs	28,2	16,8
Coton	16,9	41,7
Colza	6,8	18,3
Total	114,5	-



#### **1-4- Plantes transgéniques en Afrique**

L'Afrique demeure encore largement un territoire « vierge » concernant la culture et l'expérimentation des OGM.

L'Afrique du Sud est le premier pays d'Afrique qui a pratiqué et commercialisé les cultures génétiquement modifiées avec le maïs Bt de Monsanto (firme de développement de matériels génétiquement modifiés) et le coton Bt depuis 1997 (Ismaël *et al.*, 2001, Clive 2007).

Au Kenya, le maïs Bt de Syngenta (firme de développement de matériels génétiquement modifiés), le coton Bt et la patate douce de Monsanto sont au stade d'expérimentation financée par l'industrie. A ce jour, Monsanto a eu l'autorisation désormais de débiter les essais en champ de son coton et maïs Bt.

En Ouganda, c'est un projet sur la banane, soutenu par la fondation Rockefeller qui a servi de marchepied pour former les scientifiques et introduire les OGM dans ce pays.

Le Burkina Faso vient de se lancer dans l'expérimentation du coton Bt en signant un contrat de collaboration entre l'Institut National d'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA) avec Monsanto et Syngenta. Depuis 2008, le Burkina dispose de 12 000 ha de semences de coton Bt et s'apprête à les planter en 2009.

L'Egypte a été la cible principale du travail du projet de soutien aux biotechnologies agricoles dans les années 1990. Le bureau du Caire de l'USAID a accordé un financement de 7 millions de dollars sur des programmes de biotechnologies. Le projet le plus significatif qui réunissait une filiale de Syngenta et un centre de recherche Egyptien, l'institut de recherche en génie génétique agricole (AGERI) consistait à modifier génétiquement des variétés égyptiennes de pomme de terre avec le gène Bt breveté de Garest (filiale Syngenta) et de les distribuer aux agriculteurs égyptiens. Les scientifiques égyptiens ont profité du projet pour se former.

#### **1-5- Controverse sur les plantes génétiquement modifiées**

Depuis l'avènement des plantes transgéniques, il y a des controverses entre deux groupes de scientifiques dont l'un est favorable aux organismes génétiquement modifiés pour les multiples solutions qu'ils offrent pour la résolution des problèmes alimentaires et environnementaux dans le monde. Un autre groupe s'oppose à ces idées et annonce plutôt, une nouvelle manière pour les multinationales de s'accaparer des richesses alimentaires dans le monde. Les controverses alimentaires sur les plantes génétiquement modifiées concernent les risques d'allergie, de transfert de gènes à l'organisme, de contamination de la chaîne agro-alimentaire. Dans tous les cas, il s'agit de savoir si la consommation des plantes

génétiqnement modifiées n'entraîne pas de risque particulier. Les opposants à la technologie affirment que la méthode d'obtention induit un risque pour le consommateur, alors que les partisans soutiennent que ce qui doit être surveillé c'est le produit (Oury, 2006). Au cœur de ce débat, il y a le « principe d'équivalence en substance ». Dans ce qui suit, nous proposons les argumentaires des deux groupes qui s'opposent par l'exposé des points de vue.

### **1-5-1 Arguments en faveur des plantes transgéniques**

L'objectif initial de l'amélioration génétique des plantes cultivées est l'optimisation agronomique sous ses multiples aspects. Les plantes transgéniques sont une réponse apportée au souhait de poursuivre les progrès accomplis dans la sélection des espèces végétales et les pratiques culturales.

#### **1-5-1-1- Résistance des plantes aux herbicides**

Dans l'agriculture, les adventices représentent un problème important. Si elles ne sont pas combattues, la récolte au champ est médiocre, voire nulle.

La biotechnologie offre une technique qui permet de conférer aux plantes cultivées une tolérance face à un herbicide total à large spectre. Ce qui revient à rendre sélectif un herbicide total (glyphosate, glyphosinate) ou élargir le spectre de sélectivité d'herbicides sélectifs (Anonyme 3, 2002). Ces propriétés de tolérance ont été découvertes dans des bactéries et ont été transmises à des plantes telles que le maïs, le coton, la betterave, le soja, le colza, etc. Il faut aussi noter que les adventices ont développé elles-mêmes des résistances aux herbicides dès les années 1970 avant même l'avènement des plantes transgéniques. Selon le cas, les gènes ont été prélevés chez des bactéries ou chez des angiospermes. De cette manière, les cultures survivent aux herbicides qui détruisent la plupart des adventices. Il s'agit de plantes tolérantes aux herbicides concernés par le gène introduit.

#### **1-5-1-2- Résistance des plantes à des insectes**

Dans la nature, les bactéries du sol de l'espèce *Bacillus thuringiensis* (Bt) synthétisent une protéine toxique pour certains types d'insectes. Le gène à l'intérieur qui est responsable de la production de cette toxine est le gène Bt. Il peut être transféré aux plantes de culture comme le maïs, le riz, le coton, la pomme de terre. Ces plantes deviennent alors des variétés transgéniques portant ce type de gène, et ces cultures sont dites « Bt ». L'avantage immédiat et non négligeable des cultures Bt s'illustre dans la réduction significative des traitements insecticides. Pour chaque culture, on veut contrôler des insectes différents; le gène utilisé est donc différent puisque la cible est différente.

En 1996 aux USA, de telles cultures ont requis en moyenne une seule pulvérisation au lieu de 4 ou 6 en production conventionnelle (Heikki et Hokkamen, 1998). La résistance des cultures aux ravageurs permet donc logiquement des économies de traitements et des diminutions de pollution. Elle est, par ailleurs, une perspective très positive pour la santé des agriculteurs grâce à une moindre manipulation de produits dangereux. Le fait qu'aucune résistance aux plantes Bt n'ait été développée, confirme selon l'avis d'experts (Anonyme 3, 2002), l'efficacité des mesures prises jusqu'à présent. Comme pour toute autre mesure de protection des plantes, une résistance ne pourra être totalement exclue, étant donné que les insectes ont une grande capacité d'adaptation. Des contrôles réguliers des champs sont donc nécessaires.

#### **1-5-1-3- Résistance des plantes à des virus**

Les maladies virales constituent un problème très répandu dans le monde végétal car elles sont à l'origine d'importantes pertes chez certaines cultures, surtout en milieu tropical. Elles peuvent agir négativement aussi bien sur le rendement que sur la qualité intrinsèque des plantes attaquées. Chez la pomme de terre, par exemple, une infection virale (Virus X) peut causer des pertes allant jusqu'à 80 %, voire 100 % de la récolte (Kavanagh et Spillane, 1995).

Parmi la large gamme de pathogènes s'attaquant aux plantes, tels que ceux occasionnant les maladies fongiques ou transmis par des insectes ravageurs, les virus sont particulièrement nocifs, car il n'existe aucun traitement curatif des maladies virales. Ces virus phytopathogènes étant spécifiques des plantes, ne présentent aucun effet nocif ou toxique envers l'animal ou envers l'homme (Kay *et al.*, 2002).

#### **1-5-1-4- Maîtrise de la pollinisation pour la production de variétés hybrides**

L'utilisation de variétés hybrides F1 est un moyen sûr et rapide chez les espèces végétales allogames en particulier, pour améliorer la production végétale. La biologie florale chez certains végétaux n'est pas adaptée à la production de ce type de semences où il est nécessaire de disposer de plantes femelles (les porte-graines) et de plantes pollinisatrices entre lesquelles s'effectuent les hybridations. Des systèmes dits de « stérilité mâle » (produisant donc des plantes femelles) existent naturellement chez certaines espèces comme la betterave, le tournesol, le riz, le chou, etc et sont exploités pour la production d'hybrides F1. Pour d'autres, où ce caractère n'existe pas, on peut imaginer avoir recours à des constructions génétiques originales. Un système de stérilité mâle basé sur le transgène a été mis au point (Mariani *et al.* 1990) qui permet d'ouvrir de nouvelles perspectives pour la production de variétés hybrides. Il a été développé, en particulier sur le colza et la chicorée, mais est

aujourd'hui étendu à beaucoup d'autres espèces (maïs, Tomates, etc..). Ce caractère n'intéresse que les sélectionneurs.

#### **1-5-1-5- Domaine alimentaire : Modifications des qualités nutritionnelles**

Pour des fruits dont la maturation est soumise à une crise climatique par production d'éthylène endogène, des modifications de la chaîne de biosynthèse de cette hormone végétale ont été introduites (Gallais et Ricroch, 2006)

Des enzymes intervenant au cours de cette biosynthèse ont été prises pour cibles, par des stratégies « antisens » (La stratégie «antisens» est une technique de biologie moléculaire visant à modifier l'expression d'un gène muté ou surexprimé en agissant sur son ARN messager) de façon à contrôler la production d'éthylène et donc de ralentir la maturation : Acide 1-AminoCyclopropane-1-Carboxilique synthase ou ACC synthase, ACC oxydase, S-adenosylmethionine hydrolase (Anonyme 3, 2002). Une autre cible a été le gène de la polygalacturonase (tomate flavr Savr<sup>TM</sup>), responsable de l'hydrolyse des parois cellulaires et du ramollissement du fruit (Baerson *et al.*, 2002). *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) et *Cucumis melo* L. subsp. *melo* (Cucurbitaceae), ont été les premières espèces génétiquement modifiées dans cette perspective. Les fruits obtenus mûrissent lentement et peuvent être récoltés plus tardivement, ce qui améliore les qualités gustatives et nutritionnelles dans les conditions de récolte et de transport actuelles.

Aux Etats-Unis, une variété transgénique de pomme de terre à teneur modifiée en amidon absorbe moins de matières grasses lors de la cuisson, ce qui est donc un avantage diététique non négligeable (Gallais et Ricroch, 2006).

La modification des proportions des différents acides gras (augmentation de la teneur en acide oléique, diminution de la teneur en acide linoléique) chez le colza et le soja, par utilisation de stratégies antisens, permet de limiter certaines étapes de désaturation et aboutit à des huiles de meilleure qualité nutritionnelle.

#### **1-5-1-6- Domaine médical**

Les micro-organismes génétiquement modifiés sont utilisés depuis près de 20 ans pour la production de médicaments comme l'insuline pour les diabétiques, l'hormone de croissance, ou l'érythropoïétine qui permet de traiter l'anémie chez un patient atteint d'un cancer ou d'une insuffisance rénale (Anonyme 3, 2002).

Les OGM servent aussi à fabriquer les vaccins humains contre l'hépatite B et vétérinaires contre la rage (Gallais et Ricroch, 2006).

Les perspectives dans ce domaine sont immenses car les organismes génétiquement modifiés peuvent être utilisés comme de véritables fabriques de médicaments ou d'autres substances bénéfiques pour la santé.

Les plantes transgéniques ont un avantage important par rapport aux produits animaux: leur production à large échelle est plus simple et beaucoup moins coûteuse que celle des produits d'origine animale. De plus, les plantes sont naturellement exemptes de virus ou de gènes pathogènes pour l'homme.

Des recherches prometteuses sont en cours sur plusieurs plantes transgéniques comme :

- la pomme de terre capable de délivrer un vaccin contre l'hépatite B ou contre un virus responsable de diarrhée (Anonyme 3, 2002);
- un tabac produisant une substance vaccinale contre le cytomégalovirus, qui est un virus responsable d'infections congénitales (Anonyme 3, 2002) ;
- une autre variété de tabac produisant du collagène (Anonyme 3, 2002) ;
- un maïs qui produit de la lipase gastrique permettant de lutter contre la mucoviscidose (Gallais et Ricroch, 2006).

Les OGM pourraient également contribuer à la mise au point de substances permettant de remplacer les transfusions sanguines.

Des chercheurs américains (Gallais et Ricroch, 2006) ont réussi, à l'aide d'une intervention génétique, à produire des plantes de tabac ayant une très faible teneur en nicotine. Ces cigarettes sont vendues aux Etats-Unis depuis le début de l'année 2003 sous le nom de « Quest ». Plusieurs types de cigarettes sont disponibles : sans nicotine ou à teneur réduite.

Le riz doré (Yé *et al.*, 2000) est le résultat d'une modification plus complexe qui met en jeu plusieurs gènes : le gène de la phytoène synthétase, le gène de la lycopène bêta cyclase (tous deux isolés du narcisse) et le gène de la phytoène désaturase isolé de la bactérie *Erwinia*. Le riz ainsi modifié accumule de hauts niveaux de bêta carotène, ce qui représente un espoir extraordinaire pour les populations souffrant de déficit chronique en vitamine A.

L'augmentation de la teneur en lycopène a été obtenue chez la tomate par transformation génétique, conférant ainsi une plus grande valeur nutritive.

Plus récemment, l'augmentation de l'expression d'un facteur de transcription permet à des cellules de *Catharanthus roseus* (Apocynaceae) de produire beaucoup plus d'alcaloïdes indoliques (vincristine et vinblastine) utilisés dans le traitement du cancer.

### **1-5-1-7- Plantes transgéniques du futur**

Elles ne sont restreintes que par les limites de l'imagination du chercheur. Selon Chupeau (2000), les applications seront immenses, à la mesure des quelques 25 000 gènes qui déterminent la vie des plantes. Les exemples qui suivent ne représentent que quelques-unes de ces possibilités.

#### **1-5-1-7-1- Adaptations aux contraintes physiques du milieu**

On estime en moyenne que la production d'une tonne de céréales nécessite 1200 m<sup>3</sup> d'eau ([www.wateryear2003.org](http://www.wateryear2003.org)). Ces besoins en eau varient légèrement d'une espèce à une autre et en fonction de l'environnement climatique. La réponse au déficit hydrique peut revêtir des aspects très variés et complexes, aussi bien morphologiques que métaboliques. Cependant, il a pu être démontré que la surexpression d'un seul gène (CBF/DREB) codant une protéine régulatrice se liant aux promoteurs d'un ensemble de gènes qui interviennent dans la réponse à la sécheresse et au gel (qui agit également par un effet de déshydratation), améliore en conditions expérimentales, la tolérance à ces deux conditions adverses (Jaglo-Ottosen *et al.*, 1998). Ce résultat montre que par génie génétique, on peut modifier, dans un sens favorable, des caractères agronomiques qui dépendent de plusieurs gènes.

Chez *Nicotiana tabacum*, en diminuant la teneur des membranes chloroplastiques en acides gras à trois doubles liaisons, on est parvenu à une tolérance aux hautes températures (Murakani *et al.* 2000).

Des stratégies analogues sont développées pour la résistance au sel avec par exemple des résultats encourageants obtenus sur la tomate par surexpression d'un gène qui dirige la synthèse d'une protéine assurant l'échange des ions H<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup> entre le cytoplasme et la vacuole (Zhang et Blumwald, 2001). Les plantes irriguées avec une eau ayant une concentration en sel équivalent à 40 % de la salinité de l'eau de mer, accumulent ce sel dans la vacuole des cellules des feuilles tout en produisant des fruits normaux, là où des plantes normales ne pourraient pas pousser.

#### **1-5-1-7-2- Amélioration de la qualité des fibres végétales par modification des lignines**

Les lignines sont des biopolymères complexes responsables de la rigidité des parois de certaines cellules végétales et qui assurent le port dressé des plantes (Gallais, 2006). Elles constituent de 20 à 30 % du bois des arbres et lui confèrent un fort pouvoir calorifique. Toutefois, les lignines sont un déchet majeur dans le processus de fabrication du papier qu'il faut éliminer en utilisant des traitements chimiques polluants. Un certain nombre de programmes d'amélioration des arbres pour la pâte à papier ont eu pour but la sélection

d'hybrides à croissance rapide possédant peu de lignines. D'autres ont pour objectif, probablement plus difficile à atteindre, de changer la composition des lignines (Académie, 2002).

### **1-5-2- Arguments en défaveur des plantes transgéniques**

#### **1-5-2-1- Résistance des plantes aux herbicides**

Selon Baerson *et al.* 2002, Baylis, 2000, depuis 1973, date du début d'utilisation du glyphosate au champ, il n'y avait pas eu d'apparition d'adventices résistantes au glyphosate dans le monde, sauf deux ou trois espèces comme *Eleusine indica* (L.) Gaertn (Poaceae), *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae), *Lolium multiflorum* Lam. (Poaceae); mais ne risquent-elles pas d'apparaître ultérieurement avec la progression rapide de son emploi, comme c'est le cas actuellement ? Un désherbant total deviendrait inefficace, souvent utilisé dans des usages non agricoles et considéré comme intéressant du fait de son assez bon profil toxicologique relativement à d'autres molécules. La forte croissance de son emploi doit donc faire l'objet de surveillance.

#### **1-5-2-2- Résistance des plantes à des insectes**

Purdue (1998) signale le développement de la résistance des insectes cibles chez certaines cultures ayant reçu le transgène. Selon Rousch (1996), les plantes transgéniques (Bt) peuvent présenter une plus grande concentration de toxines. Par conséquent, les pressions de sélection provoquées sur les insectes sont plus fortes et ceux-ci pourraient affecter plus d'insectes non cibles et d'augmenter la probabilité de toxicité pour d'autres organismes comme l'homme.

#### **1-5-2-3- Pollution de l'environnement**

Une préoccupation des opposants est la pollution de l'environnement avec les flux de gènes des espèces cultivées vers les plantes voisines sauvages et cela procurerait un avantage sélectif aux plantes sauvages ayant reçu le transgène.

#### **1-5-2-4- Brevetage du vivant**

Le brevetage du vivant inquiète les opposants, cela concentrerait entre les mains d'une minorité de multinationales l'ensemble des ressources naturelles. Selon des associations et organisations non gouvernementales, les multinationales feront d'énormes profits financiers sur des ressources naturelles dont les sélections variétales ont été réalisées par les populations locales. Quelques exemples de brevets sont cités par Chilliard (2007), Patay et Reynaud

(2007), lors de la conférence sur le « brevetage du vivant », parlant d'une multiplication des brevets sur les espèces sauvages traditionnellement utilisées par les populations locales. Comme exemples on a :

- les feuilles et les écorces de saule (Genre *Salix*) originaire de l'Amérique du sud sont utilisées par Bayer qui a eu un brevet pour fabriquer l'acide acétylsalicylique (Aspirine) ;
- l'igname jaune originaire de l'Afrique de l'Ouest et utilisée par les diabétiques pour se soigner dans la pharmacopée africaine est exploitée par Sharma pharmaceutical, qui dispose d'un brevet US N° 5019580 et en extrait la dioscorétine pour le traitement du diabète ;
- *Pentadiplandra brazzeana* Baillon (Capparaceae) appelé la brazzeine est une plante cultivée au Gabon; elle intéresse pour ses baies sucrées. Elle a permis aux chercheurs d'extraire une protéine 1000 fois plus sucrée que le sucre et bien moins riche en calories. Il existe 4 brevets sur la brazzeine, délivrés à l'Université de Wisconsin et 5 licences d'exploitations, accordées à des sociétés dont aucune n'est Gabonaise ; les estimations portent à 100 milliards de dollars par an les produits d'exploitation susceptible de revenir aux industriels;
- *Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae) appelé neem ou margousier est utilisé en Asie notamment en Inde, mais aussi en Afrique et dans les Caraïbes. La pharmacopée traditionnelle fait usage de ses formidables propriétés médicinales, cosmétiques et insecticides ; des expertises ont prouvé son efficacité contre les maladies virales, les troubles digestifs, les maladies de peau ou les maladies respiratoires. Il convient également pour les usages de savon ou de dentifrices. Depuis 1990, plus de 70 brevets ont été déposés, notamment sur un nouveau composé insecticide et fongicide à base de graines de neem;
- le riz basmati est largement cultivé en Inde et au Pakistan ; de nouvelles variétés ont été brevetées et appartiennent depuis 1997 à la société Américaine Rice Tec.

## **1-6- Réglementations sur les OGM**

Les réglementations concernant les plantes génétiquement modifiées se sont construites par étapes successives, en s'adaptant à un contexte changeant et dans un climat de fortes controverses, surtout en Europe occidentale.

Les pays Européens sont toujours restés très prudents face à cette nouvelle science prétextant toujours des inconvénients indétectables et des risques probables à long terme pour l'environnement. Tandis que le continent Américain, en général, l'a très vite adoptée et intégrée dans son système agricole avec de très grandes étendues de terres cultivées avec des plantes génétiquement modifiées.



Les pays Africains, dans leur majorité, trainent à se doter de lois sur les OGM.

Les pays ont, au nom de leur souveraineté, le droit inaliénable de se doter de lois et d'arsenal juridique pour se protéger de tous phénomènes qu'ils jugent susceptibles de troubler la quiétude de leurs populations. Ce droit amène de nombreux pays à opter pour le principe de précaution.

### **1-6-1- Rélementation dans l'Union Européenne**

En 1983, date de la création du premier tabac transgénique, un groupe d'experts français sur la sécurité des biotechnologies est mis en place par le comité pour la science et la technologie de l'OCDE. Sur la base des travaux de l'OCDE, deux directives européennes ont été adoptées en 1990 et qui régissent les OGM. Il s'agit de :

- la directive 90/219 relative à l'utilisation confinée des micro-organismes génétiquement modifiés, qui a harmonisé les procédures et les règles techniques mises en œuvre en Europe (à la suite de la conférence d'Asilomar de 1975) ;
- la directive 90/220 relative à la « dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement », restée en vigueur jusqu'au 27 Octobre 2002.

Ensuite, vient la directive 2001/18/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 mars 2001 relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement et abrogeant la directive 90/220/CEE selon le Journal officiel du 17/04/2001 du gouvernement Français.

Dans les 63 recommandations, 38 articles et 14 annexes que compte cette directive, il faut retenir qu'il s'agit essentiellement de définir :

- ce que c'est un organisme génétiquement modifié et le type d'organisme pris en compte par la loi ;
- les obligations des états membres à veiller conformément au principe de précaution, à ce que toutes mesures appropriées soient prises afin d'éviter les effets négatifs sur la santé humaine et l'environnement qui pourraient résulter de la dissémination volontaire ou la mise sur le marché d'OGM.

Les états membres et la commission veillent à ce que l'on accorde une attention particulière aux OGM qui contiennent des gènes exprimant une résistance aux antibiotiques utilisés pour des traitements médicaux ou vétérinaires lors de l'évaluation des risques pour l'environnement en permettant d'identifier et d'éliminer progressivement des OGM, les marqueurs de résistances aux antibiotiques qui sont susceptibles d'avoir des effets

préjudiciables sur la santé humaine et sur l'environnement et d'ici au plus tard le 31 décembre 2008 pour les derniers OGM concernés.

### **1-6-2- Réglementation aux États-Unis**

Aux Etats-Unis, il n'y a pas de réglementation spécifique aux OGM, même si dans la pratique la situation est moins nette. Il n'y a, en particulier, pas d'autorisation préalable à la mise sur le marché par les autorités gouvernementales, mais simplement une « notification volontaire » témoignant d'une philosophie sous-jacente assez fondamentalement différente de celle qui a prévalu pour la réglementation européenne. Différentes agences réglementent ensuite les OGM selon la nouveauté et la finalité du produit, et la décision de faire une évaluation préalable ou non n'est pas fondée sur l'utilisation de la transgénèse.

Food and Drug Administration (FDA) réglemente les aliments seulement lorsqu'ils peuvent être reconnus comme non « sains », ce qui reste un cas exceptionnel ; seuls les additifs ont besoin d'autorisation préalable, mais les OGM ne sont pas inclus dans les additifs.

Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Service relevant de l'United State Department of Agriculture, réglemente l'utilisation des plantes, seulement si elles peuvent être considérées comme présentant le danger de devenir nuisible. La présence du promoteur 35S issu d'un virus pathogène (Ca-MV) a été utilisée dans un premier temps pour justifier d'une procédure d'évaluation. Dans ces cas, l'APHIS réalise une étude d'impacts environnementaux et accorde ou refuse un permis pour la dissémination dans l'environnement (dissémination expérimentale ou commerciale). En 1993, l'APHIS a introduit une procédure accélérée pour un certain nombre de cas, qui doivent être notifiés mais qui ne sont pas soumis à un permis préalable, s'approchant ainsi d'une autorisation sur la base de propriétés génériques plus qu'au cas par cas.

Environmental Protection Agency (EPA) traite des plantes génétiquement modifiés résistantes aux ravageurs qui sont considérées comme des « plantes-pesticides » et des plantes tolérantes aux herbicides en considérant qu'elles ont une influence sur l'utilisation d'herbicides chimiques. L'agence détermine le risque du pesticide pour la santé humaine et pour l'environnement et accorde ou non une autorisation.

### **1-6-3- Protocole de Carthagène**

Le Protocole de Carthagène a été adopté en janvier 2000 à Montréal, avec l'aval des Etats-Unis, qui ne l'ont, par la suite, pas signé, ni a fortiori ratifié. L'île de Palau, dans le Pacifique Sud, est devenue le 50<sup>e</sup> Etat, sur 103 qui l'ont signé et ratifié. Ce qui permet ainsi

son entrée en vigueur. Cet accord international oblige les pays exportateurs d'OGM à fournir des informations sur ces produits et les pays importateurs à en évaluer les risques avant de les autoriser.

Rattaché à la Convention sur la diversité biologique, le Protocole sur la biosécurité est le seul accord traitant des mouvements transfrontières d'OVM. Le Protocole représente une grande avancée dans le droit international de l'environnement. D'une part, le principe de précaution est au cœur de la régulation des échanges d'OVM. D'autre part, il s'agit d'un accord fondamental pour les pays en développement ne disposant pas encore de législations nationales sur la biosécurité, car il permet, entre autres, d'avoir accès à l'information sur les OVM et aux normes techniques qui les concernent. Il permet de disposer de l'expertise nécessaire pour effectuer une évaluation satisfaisante des risques, préalablement à l'utilisation et à l'importation d'OVM.

Après l'entrée en vigueur du Protocole, l'organe de prise de décision du Protocole, la Conférence des Parties siégeant en tant que Réunion des Parties au protocole a été chargé de la mise en œuvre et du suivi de l'accord. Il a remplacé le Comité intergouvernemental sur le Protocole de Carthagène (CIPC) qui avait été créé pour préparer l'entrée en vigueur du Protocole. La première Réunion des Parties a eu lieu au printemps 2004 et a inclus les pays qui ont ratifié le protocole au moins 90 jours avant la réunion.

D'après le Protocole de Biosécurité (article 14), les Etats peuvent conclure des accords régionaux pour maîtriser les risques biotechnologiques.

Au plan international, le protocole sur la biosécurité fixe les règles présidant à l'échange des semences transgéniques et des autres organismes vivants modifiés (OVM) destinés à l'agriculture et à l'alimentation ou à être transformés en produits alimentaires.

Quand aux codes alimentaires, les produits contenant des OGM et destinés à l'alimentation humaine sont soumis aux normes internationales et nationales de sécurité des aliments. Les normes internationales sont définies par la commission du « Codex alimentarius », organe intergouvernemental commun à l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et à l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elles portent sur l'aspect et l'étiquetage des produits, la composition, les additifs et l'hygiène, les résidus de pesticides, de médicaments vétérinaires, etc. Elles servent de référence aux autorités nationales, mais n'ont pas de caractère obligatoire.

L'hétérogénéité des systèmes nationaux de mise en marché a conduit l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) à mettre en place un groupe de

travail pour encourager l'harmonisation des procédures d'évaluation de l'innocuité des produits issus des biotechnologies modernes.

#### **1-6-4- Réglementation de l'Union Africaine (UA)**

Etant donné que la quasi-totalité des pays africains ne disposaient d'aucune législation dans ce domaine, des experts africains ont décidé d'élaborer une loi cadre permettant de mutualiser les capacités. Ainsi est née en 2001 la loi modèle de l'OUA sur la sécurité en biotechnologie. Cette loi permet la participation de toutes les parties prenantes au processus de décision en rapport avec les OGM. La loi modèle africaine traite de tous les types d'OGM et de leurs produits dérivés, contrairement au protocole dont le champ d'application ne concerne pas certains produits dérivés tels que les produits pharmaceutiques.

En ce qui concerne les cadres nationaux en biosécurité, il faut rappeler que 100 pays en développement et en transition étaient éligibles au projet conjoint PNUE/FEM d'appui à l'élaboration de cadres nationaux sur la biosécurité. Ce projet devrait permettre aux bénéficiaires de se doter :

- d'outils réglementaires ;
- d'un système de prise de décision incluant l'évaluation et la gestion des risques;
- de mécanismes pour la sensibilisation et la participation du public ;
- d'un cadre administratif définissant les autorités nationales compétentes pour répondre aux demandes d'autorisation pour certaines activités liées aux OGM (importation, recherche et commercialisation).

#### **1-7- Impacts Potentiels des OGM**

L'avènement des organismes génétiquement modifiés pourrait entraîner une série d'impacts potentiels de divers ordres. Il s'agit des impacts sur l'environnement, la santé et l'économie. Les projets d'avenir portent sur l'amélioration de la qualité des plantes sur les plans agronomique et nutritionnel. Cependant, des questions essentielles restent à élucider. Des questions auxquelles il n'est pas toujours possible aujourd'hui de répondre de façon précise, mais auxquelles les chercheurs s'emploient en travaillant les problèmes avérés ou potentiels sous divers angles. Il s'agit de répondre à la question à travers:

- l'évaluation des effets possibles des aliments génétiquement modifiés sur la santé humaine (nutrition, la dégradation des OGM au cours de la digestion, quels sont les

dangers potentiels, les risques d'allergie, des effets potentiels de l'utilisation d'ADN viral végétal sur la santé humaine, l'évaluation de la sécurité alimentaire des produits génétiquement modifiés (GM), etc...) ;

- l'évaluation des impacts sur l'environnement.

## **1-7-1-Impacts sur l'environnement**

### **1-7-1-1-Impacts sur la biodiversité**

Les impacts sur l'environnement des plantes génétiquement modifiées créées pour résister à un insecte ravageur ou à un herbicide total ont été largement prouvés. Les cultures transgéniques, dites résistantes aux insectes, ont pour fonction de tuer les insectes nuisibles spécifiques qui attaquent les cultures. Outre leur nocivité ciblée, elles ont aussi d'autres impacts :

#### **a-Toxicité vis-à-vis d'organismes non ciblés**

Il a été montré qu'une exposition prolongée au pollen de maïs Bt (maïs transgénique produisant la toxine du *Bacillus thuringiensis*) affectait le comportement (Prasifka *et al.*, 2007) et la survie (Divley *et al.*, 2004) du papillon monarque, le plus connu des papillons d'Amérique du Nord. En ce qui concerne les papillons européens, les conséquences sont quasiment inconnues car il n'existe que peu d'études à ce sujet. Ces dernières soulèvent néanmoins des inquiétudes sur les conséquences des plantes résistantes aux insectes pour les papillons européens (Lang et Vojtech, 2006 ; Darvas *et al.*, 2004 ; Felke et Langenbruch, 2002, 2003).

#### **b-Toxicité vis à vis des insectes bénéfiques**

Les plantes Bt génétiquement modifiées sont néfastes (Obrist *et al.*, 2006) pour des insectes importants dans le contrôle naturel des ravageurs du maïs, comme les chrysopes vertes (Andow et Hilbeck, 2004 ; Obrist *et al.*, 2006 ; Harwood *et al.*, 2005 ; Lövei et Arpaia, 2005). Dans l'Union Européenne, comme ailleurs, l'évaluation des risques environnementaux des cultures Bt prend uniquement en compte la toxicité aiguë directe sans évaluer les effets sur les organismes situés plus haut dans la chaîne alimentaire. Les conséquences peuvent pourtant être importantes. Ainsi, les chrysopes vertes souffrent de la toxicité des cultures Bt à travers les proies dont elles se nourrissent. Le mode d'évaluation basé uniquement sur les risques directs a largement été critiqué, beaucoup de scientifiques estimant que les impacts

des cultures Bt nécessitent une étude à tous les niveaux de la chaîne alimentaire (Andow et Zwahlen, 2006; Snow *et al.*, 2005; Andow et Hilbeck, 2004 ; Knols et Dicke, 2003).

### **c-Menace pour les écosystèmes du sol**

De nombreuses cultures Bt sécrètent leur toxine de la racine vers le sol (Saxena *et al.*, 2002). Les résidus restant dans le champ contiennent de la toxine Bt active (Flores *et al.*, 2005 ; Stotzky, 2004 ; Zwahlen *et al.*, 2003). Les effets cumulés sur le long terme de la culture de maïs Bt n'ont pas été évalués dans le contexte européen, bien que cela soit requis par la législation Européenne (Directive 2001/18 du 12 mars 2001, relative à la dissémination).

Les risques environnementaux, jusqu'à présent, complètement ignorés par les études peuvent être :

- déchets agricoles provenant de maïs Bt pourraient infiltrer les cours d'eau. La toxine Bt pourrait s'avérer toxique envers certains insectes (Rosi-Marshall *et al.*, 2007). Ceci démontre la complexité des interactions qui interviennent dans l'environnement naturel et souligne les lacunes de l'évaluation des risques ;
- le maïs Bt est plus sensible à un type de puceron (aphide) que le maïs conventionnel, en raison d'une altération des composants chimiques de sa sève. Cette altération n'a pas été décrite une seule fois lors des demandes de mise sur le marché de maïs Bt alors qu'elle a des implications écologiques importantes. Les interactions plantes-insectes sont trop complexes pour être mesurées par l'évaluation des risques ;
- la culture de plantes tolérantes à un herbicide (TH) serait associée aux effets toxiques des herbicides sur les écosystèmes. L'herbicide Roundup, vendu conjointement avec les plantes génétiquement modifiées Roundup Ready, est un perturbateur endocrinien potentiel, c'est-à-dire qu'il pourrait potentiellement interférer avec les hormones (Richard *et al.*, 2005). Il pourrait être également toxique pour les têtards (Relyea, 2005). L'évolution de la résistance des mauvaises herbes au Roundup est devenu un sérieux problème dans les pays qui cultivent les plantes Roundup Ready à grande échelle comme les Etats-Unis (Roy, 2004 ; Baucom et Mauricio, 2004 ; Vitta *et al.*, 2004 ; Nandula, 2005 ; Duke, 2005 ) où les agriculteurs se retrouvent dans l'obligation d'augmenter les quantités de Roundup pour contrôler les mauvaises herbes ou d'utiliser d'autres herbicides en complément du Roundup ([http://farimindustrynews.com/mag/farming\\_saving\\_glyphosate/index.html](http://farimindustrynews.com/mag/farming_saving_glyphosate/index.html));

- concernant la disparition de mauvaises herbes mais aussi à la diminution de la biodiversité, une étude du gouvernement britannique a observé une diminution de 24 % des papillons en bordure des champs de colza transgénique, car il y a moins de mauvaises fleurs (donc moins de nectar) pour se nourrir (Roy, *et al.*, 2003). De plus, le colza et les betteraves à sucre fournissaient moins de graines pour les oiseaux (Heard *et al.*, 2003 ; Firbank *et al.*, 2006 ; Bohan *et al.* 2005). L'utilisation d'herbicides sur les cultures de soja RR conduit à la diminution de la quantité de bactéries bénéfiques fixant l'azote (King, 2001; Zablotowicz et Reddy, 2004).

### **1-7-2 Impacts sur la santé**

Les études indépendantes démontrant l'innocuité des cultures OGM sur la santé humaine ou animale sont cruellement absentes de la littérature scientifique (Domingo, 2007 ; Vain, 2007; Brown *et al.*, 2003; Pryme et Lembcke, 2003 ).

En fait, nous ignorons si les cultures OGM sont sans danger pour la consommation animale ou humaine car trop peu d'études à ce sujet ont été menées sur le long terme. Lors d'une expérimentation à long terme menée en Australie, il a été constaté que des petits pois OGM causaient des réactions allergiques chez les souris (Prescott *et al.*, 2005). Cela les rendait également plus sensibles à d'autres allergies alimentaires.

### **1-7-3-Impacts économiques et sociaux**

Aux États-Unis, le marché des semences génétiquement modifiées se développe (quantité et qualité), principalement parce que les fermiers ont augmenté les achats de graines génétiquement modifiées et ont réduit l'utilisation des semences provenant des graines conservées non génétiquement modifiées de la récolte précédente.

La croissance sur le marché des graines a été particulièrement rapide à cause du développement des cultures de plein champ de maïs, de soja, de coton, et de blé génétiquement modifié qui ont ensemble constitué les deux tiers de la valeur marchande de graine en 1997. Ces hybrides génétiquement modifiés ont des rendements plus élevés que les variétés non hybrides mais sont dégénératifs. Ainsi, des fermiers ont dû acheter de la nouvelle graine chaque année pour maintenir les rendements élevés (Fernandez-Cornejo, 2004). L'industrie des semences a entraîné un brevetage du vivant. L'autonomie alimentaire des peuples et l'agriculture paysanne sont mises en péril surtout dans les pays en voie de développement à cause du brevetage des ressources naturelles.

## **Chapitre 2 : Situation géographique et caractéristiques des milieux d'étude**



La Côte d'Ivoire est un carré dont les coordonnées sont 4°30 et 10°30 de latitude Nord, 2°30 et 8°30 de longitude Ouest. Elle appartient à l'Afrique de l'Ouest et sa limite méridionale est constituée par une partie du golfe de Guinée. Elle est entourée à l'Ouest par le Libéria et la Guinée, au Nord par le Mali et le Burkina-Faso, à l'Est par le Ghana.

Azaguié et Gagnoa, deux localités de la Côte d'Ivoire appartenant respectivement aux régions de l'Agnéby et du Fromager ont été retenues pour cette étude. Ces choix ont été guidés par l'accès facile et sécurisé à ces zones au moment de l'étude car le pays était en crise armée.

La seconde raison est que dans ces localités, lorsque nous avons approché les populations locales pour leur faire part de notre projet, elles ont adhéré de façon spontanée et ont mis à notre disposition des portions de terre pour réaliser nos expérimentations.

## **2-1-Situation géographique dans la Commune d'Azaguié**

La Commune d'Azaguié est située à 30 km au Nord d'Abidjan, en zone forestière. Elle fait partie du Département d'Agboville au Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Fig. 1) et de la Région administrative de l'Agneby. La Commune d'Azaguié est majoritairement peuplée par les Abbeys mais regorge d'une forte communauté étrangère constituée par les allochtones ivoiriens et les ressortissants de la sous-région Ouest Africaine. C'est une zone fortement agricole et elle renferme de grandes exploitations agricoles appartenant aussi bien aux paysans qu'aux industriels. Outre les cultures de caféiers et de cacaoyers, de vastes plantations d'ananas, de bananes existent. La région d'Azaguié est une zone de grande production de fleurs horticoles et de cultures vivrières.

### **2-1-1-Géologie et Pédologie**

Le substratum géologique est varié : sables quelquefois argileux du continental terminal, roches métamorphiques, schisteuses et roches du complexe volcano-sédimentaire, granites éburnéens et migmatites diverses. La variété texturale des sols, commandant leur capacité de rétention en eau, imprime des variations floristiques profondes dans la composition de la forêt sempervirente, qui peut être décomposée en plusieurs types.

Les sols ferrallitiques issus de ces différentes roches sont tous fortement désaturés. Leur horizon humifère est peu épais, médiocrement pourvu en matière organique et plus acide que les horizons sous-jacents. Leurs propriétés physiques sont, par contre, très variables et sont fonction de la nature de la roche mère et du modelé (Avenard *et al.*, 1971).

## 2-1-2-Climat

Le Sud du pays (Berron, 1978, Eldin, 1971), essentiellement la région forestière connaît quatre saisons : une grande saison de pluies (avril-mi-juillet), une petite saison sèche (mi-juillet-mi-septembre), une petite saison des pluies (mi-septembre-novembre) et une grande saison sèche (décembre-mars).

## 2-1-3-Végétation

La Commune d'Azaguié se trouve dans le domaine guinéen et dans le secteur de la forêt dense humide sempervirente. Ce secteur ombrophile comportait initialement des forêts de type fondamental à *Eremospatha macrocarpa* et *Diospyros mannii* et de type à *Turraeanthus africanus* et *Heisteria parvifolia* (Guilllaumet et Adjanohou, 1971).

Le milieu initial a subi une agression humaine modifiant profondément la structure de la végétation.

La végétation actuelle de la Commune d'Azaguié est un ensemble comprenant plusieurs groupements végétaux:

- des fragments de forêts (Fig. 2) comportant *Albizia zygia* (Mimosaceae), *Terminalia superba* (Combretaceae), *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiaceae), *Christiana africana* (Tiliaceae), *Mansonia altissima* (Sterculiaceae) ;
- des jachères à *Bambusa vulgaris* souvent très étendues (Fig. 3) ;
- de vastes exploitations de plantes ornementales (Fig.4 et 5) ;
- des plantations de cultures vivrières de maïs, de manioc (Fig. 6) ;
- de vastes plantations de bananiers poyo (Fig.7) ;
- des vastes plantations de cacaoyers et de caféiers.

## 2-2-Situation géographique du Département de Gagnoa

Le département de Gagnoa est situé au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire, dans la région administrative du Fromager. Il se trouve dans le domaine guinéen, entre 5° 37' et 6°60' de longitude Ouest, 5°80' et 6°27' de latitude Nord. C'est une zone agricole où sont produites les cultures pérennes telles le caféier et le cacaoyer, l'hévéa, le palmier à huile et le cocotier. Dans cette zone, on a également des cultures vivrières et maraîchères telles la banane plantain, le riz, le maïs, l'igname et des légumes.

### **2-2-1- Géologie et Pédologie**

Le relief appartient à la zone de transition et plus précisément au glacis de l'Ouest, dans le grand interfluve entre le Sassandra et le Bandama. Il est caractérisé dans son ensemble par des glacis aplanis, indifféremment établis sur schistes ou granites, puis s'abaisse de 300 m d'altitude au nord (à partir d'Issia en allant vers le département de Daloa) et de 200 m d'altitude au sud (au niveau du département de Soubré). Ce relief présente, dans sa partie nord-est, des bandes schisteuses orientées NE-SW. Dans sa partie nord-ouest, se trouve une zone plus aplanie et relativement déprimée, avec un ennoyage généralisé ; plus au sud, les surfaces sont subhorizontales (Avenard *et al.*, 1971).

Les sols ferralitiques fortement désaturés caractérisés par la présence d'un horizon humifère peu épais et un horizon gravillonnaire peu développé (Avenard *et al.*, 1971). On y rencontre aussi des sols hydromorphes représentés par des sols de bas fonds, gisant au fond des plaines, caractérisés par une texture assez grossière mais fine en surface

### **2-2-2- Climat et réseau hydrographique**

Le climat est celui de la moyenne Côte d'Ivoire caractérisé par le faciès intérieur du type subéquatorial (appellation locale : Attiéen ou Akiéen). Il est caractérisé, par une pluviométrie comprise entre 1400 et 2000 mm de pluie et par l'alternance de deux saisons des pluies et deux saisons sèches dont la plus longue a un déficit hydrique cumulé compris entre 250 et 500 mm, et réparti sur 3 à 5 (Eldin, 1971). La température annuelle varie entre 26 °C et 27 °C. L'hygrométrie est comprise entre 78 % et 83 %.

Le réseau hydrographique est constitué par des bras annexes du Nzo venant du côté Ouest de Gagnoa et du Lobo venant de l'Est, tous deux, des affluents du fleuve Sassandra.

### **2-2-3-Végétation**

Le département de Gagnoa était initialement dominé par deux types de forêts denses humides. Dans la moitié Sud et plus, il y a la forêt à *Diospyros* spp. (Ebenaceae) et *Mapania* spp. (Cyperaceae) dont le déterminisme est d'ordre édaphique. La forêt à *Celtis* spp. (Ulmaceae) et à *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiaceae) est considérée comme le type fondamental de la forêt semi-décidue. On la rencontre depuis le Ghana jusqu'en Guinée où Schnell (1957) l'érige au rang d'alliance (*Triplochiton-Chrysophyllum pulpuchri*).

La végétation actuelle est caractérisée par :

- des îlots de forêts (Fig. 8) composés de *Cedrela toona* (Meliaceae), *Terminalia superba* (Combretaceae), *Nesogordonia papaverifera* (Sterculiaceae), *Sterculia tragacantha* (Sterculiaceae) ;
- des parcelles en exploitation forestière (Fig. 9) avec des tiges de *Terminalia superba* coupées avec marquages, des traces d'exploitants forestiers, *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiaceae), *Sterculia rhinopetala* (Sterculiaceae), *Culcasia liberica* (Araceae), *Chasmanthera dependens* (Menispermaceae), *Tiliacora dinklagei* (Minispermaceae)
- des jachères à *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) (Fig. 10)
- des plantations d'hévéa (Fig. 11)
- des plantations de cultures vivrières de manioc (Fig. 12) ;
- des plantations de cacaoyers et de caféiers
- des bas-fonds marécageux qui sont l'habitat de *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae), *Palisota hirsuta* (Commelinaceae), *Paullinia pinnata* (Sapindaceae), *Raphia hookeri* (Arecaceae), etc..
- des végétations aquatiques où sont fréquents *Azolla africana* (Azollaceae), *Lemna* sp. (Lemnaceae), *Pistia stratiotes* (Araceae), *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), etc.

## 2-3-Situation géographique du Centre National Floristique (C.N.F.)

Le CNF est situé à l'université de Cocody dans la commune de Cocody du district d'Abidjan. L'agglomération d'Abidjan est située au sud de la Côte d'Ivoire, au bord du Golfe de Guinée et est comprise entre les latitudes 5°00' et 5°30' N et les longitudes 3°50' et 4°10' W. Elle s'étend sur une superficie de 57 735 ha (Rougerie, 1978) et représente à vol d'oiseau, une étendue d'une douzaine de kilomètres du nord au sud et d'une dizaine d'est en ouest. Cette superficie contient encore des îlots, de plus en plus rares, où règne une végétation fournie.

### 2-3-1- Géologie et Pédologie

Les sols présentent la même apparence que ceux que l'on rencontre en grande partie en Afrique de l'Ouest : ils sont souvent meubles, parfois indurés, d'un matériau dont la couleur se situe habituellement dans la gamme des rouges, allant de l'ocre au rouille sombre. Toutefois, l'empreinte des milieux équatoriaux sur les sols ivoiriens est proportionnellement plus marquée que dans la quasi-totalité des territoires qui se situent au nord du Golfe de Guinée (Avenard *et al.*, 1971).. Les sols ferralitiques couvrent la majeure partie du territoire

ivoirien. Ils sont notamment présents dans l'Est, l'Ouest, le Sud, les zones forestière et pré forestière, les zones de savanes soudanaises ou sub-soudanaises, les aires septentrionales, etc.

Le sous sol d'Abidjan est formé en quasi-totalité par des roches de socle, cristallines ou phylliteuses, présentant divers degrés de métamorphisation.

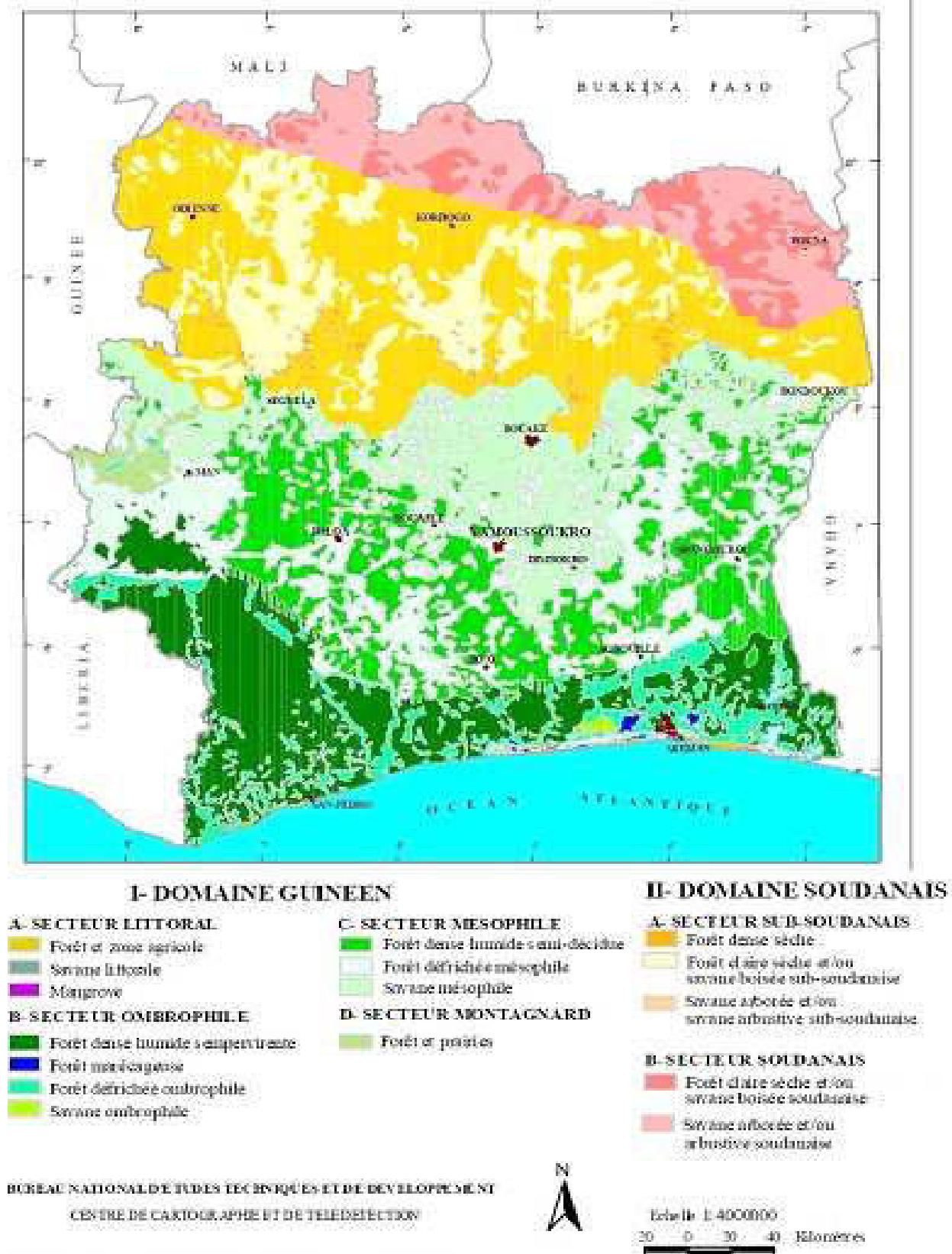
### **2-3-2- Climat**

La ville jouit d'un climat de type subéquatorial, chaud et humide, qui comporte une grande saison des pluies (mai-juin-juillet), une petite saison des pluies (septembre-novembre) et deux saisons sèches. En saison des pluies, il peut pleuvoir sans discontinuer pendant plusieurs jours consécutifs ou alors pleuvoir intensément pendant une heure, période à laquelle succède un très fort ensoleillement (Eldin, 1971).

Les précipitations y sont abondantes: environ 2 mètres d'eau par an<sup>5</sup>. Les précipitations mensuelles varient entre 26 mm en janvier et 610 mm en juin et la température y est quasiment constamment d'environ 27 degrés Celsius. Le degré d'hygrométrie y atteint 80 %.

### **2-3-3-Végétation**

Le couvert végétal d'Abidjan s'est considérablement modifié au cours des années avec l'urbanisation galopante de la ville. Le paysage de base était constitué par les forêts denses, globalement subdivisées en forêts hygrophiles et forêts sempervirentes. Seuls subsistent quelques îlots de forêts encore bien conservés comme la forêt du banco, la Jachère attenante au Centre National de floristique (Boraud, 1995)



Source : Atlas de Côte d'Ivoire, ORSTOM,-IGT, 1979, carte à 1/2 000 000 rédigé par l'UTSIG, Août 1999

**Figure 1:** Carte de la végétation de Côte d'Ivoire



Figure 2 : Relique de forêt près d’Azaguié, sur l’axe Abidjan-Adzopé





Figure 3: Jachère occupée par *Bambusa vulgaris*, près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville



Figure 4 : Exploitation de *Heliconia caribaea* (plante ornementale), près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville





Figure 5: Exploitation d'*Ananas comosus* (plante ornementale), près d'Azaguié, sur l'axe Abidjan-Agboville



Figure 6 : Association culturale de *Manihot esculenta* et de *Zea mays*, près d'Azaguié gare





Figure 7 : Exploitation de *Musa* AAB (banane poyo), entre Azaguié awa et Azaguié gare



Figure 8 : Îlot de forêt dans le département de Gagnoa, près du village de Tipa dipa





Figure 9 : Souches de *Terminalia superba* coupées avec marquage d'exploitants forestiers



Figure 10: Jachère de *Tithonia diversifolia* dans le département de Gagnoa





Figure 11: Champ d'*Hevea brasiliensis* sur l'axe Gagnoa–Soubré



Figure 12 : Champ de *Manihot esculenta* , près du village de Gnaliepa, sur l'axe Gagnoa-Ouragahio

## **Deuxième partie : Matériels et Méthodes**

## **Chapitre 3 : Materiel**

### **3-1-Populations cibles des enquêtes**

Deux fiches ont été élaborées en fonction de la qualité de l'individu interrogé (Annexes 1 et 2). Dès le début de l'enquête, deux catégories de personnes ont été ciblées.

Il s'agit d'une part des intellectuels considérés comme des personnes ayant obtenu le baccalauréat et qui ont fait des études supérieures. Dans cette catégorie ont été répertoriés les étudiants inscrits à tous les niveaux de l'U.F.R. Biosciences car disponibles et accessibles, les chercheurs du CNRA, les enseignants chercheurs de l'Université de Cocody et les responsables du Ministère de la Recherche Scientifique.

D'autre part, les paysans qui travaillent au quotidien la terre et qui ont la réalité du terrain et des besoins ont constitué la deuxième catégorie.

### **3-2- Étude floristique**

Le matériel biologique a été constitué de la flore adventice déterminée sur les sites d'étude. Des piquets en bois de 1 m de hauteur et des cordes en fil de sisal ont été utilisés pour délimiter les placettes et réaliser les relevés. Du papier journal, des grilles métalliques et des fours électriques ont été utilisés pour réaliser un herbier disponible au CNF.

### **3-3- Suivi des flux de gènes**

L'objectif est le suivi des flux de pollen du maïs en milieu réel avec du matériel non transgénique et cela devrait permettre d'extrapoler en cas de transgène réel. Pour cela, des variétés de maïs de couleurs différentes de grains (violet, jaune et blanc) ont été acquises chez un semencier dont les semences proviennent d'une ferme semencière agréée et sous contrôle des chercheurs du Centre National de Recherche agronomique (CNRA). Les variétés (FAO, 2008) ont été identifiées et confirmées comme étant celles contenues dans le tableau III par les chercheurs du CNRA.

Tableau III : Variétés de maïs et leurs caractéristiques génétiques

Variétés de maïs	Caractéristique génétique	Cycle des cultures	Couleur des grains	Obtenteur	Mainteneur
Ferké 7529	population sélectionnée	120 jours	Violette	CNRA	CNRA
Suvan I-SR	population sélectionnée	110-120 jours	Jaune	IITA	CNRA
TZBR Ecdana 3C2	population sélectionnée	110-120 jours	Blanche	IITA	CNRA
TZE composite 5	population sélectionnée	90 jours	blanche ou jaune	IITA	CNRA IITA



La variété Suvan I-SR à grains jaunes (Fig.13) donne des plantes qui atteignent 2,5 à 3 m de hauteur. L'épi a un bon recouvrement, la texture du grain est cornée et le poids des 100 grains secs varie entre 21 et 25 g. La variété est résistante au virus de la striure (MSV), au mildiou (moisissure) et à la verse, elle se développe mieux lorsque l'isohyète est supérieure ou égale à 800 mm. L'obteneur de cette variété est l'IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale) et le mainteneur est le CNRA (Centre National de Recherche Agronomique). Cette variété dispose d'un allèle récessif à l'état homozygote porté par un gène codant pour la couleur de la graine. Le rendement de la variété oscille entre 6-7,5 T/ha.

La variété TZE composite 5 à grains blancs ou jaunes (Fig. 14) produit des plantes dont la taille peut atteindre 1,80 m de hauteur, l'épi a un bon recouvrement. La texture du grain est cornée ou dentée. La variété est résistante au MSV et à *Striga hermonthica*. L'obteneur est l'IITA et les mainteneurs sont l'IITA et le CNRA. Cette variété dispose de deux allèles hétérozygotes dont le blanc est récessif et le jaune dominant porté par le même gène et codant pour la couleur des grains. Le rendement varie entre 5,5-7 T /ha.



Figure 13 : Variété de maïs Suvan I-SR



Figure 14 : Variété de maïs TZE Composite 5

La variété de maïs Ferké 7529 à grains violets (Fig.15) dispose d'un allèle dominant à l'état homozygote porté par un gène codant pour la couleur des grains. L'obteneur et le mainteneur de cette variété sont le CNRA. Elle donne des plantes pouvant atteindre 0,95 à 1,75 m de hauteur, l'épi à un recouvrement faible, la texture du grain est cornée ou dentée. La variété est tolérante aux fortes densités, résistante à la casse et à *Striga hermonthica*. Le rendement varie entre 5,5-6 T /ha.

La variété TZ BR Ecdana à grains blancs (fig. 16) donne des plantes qui peuvent atteindre 1,6 mètre de hauteur. L'épi a un bon recouvrement, la texture du grain est dentée ou cornée. Cette variété est résistante au MSV, à *Eldana saccharina* et aux maladies foliaires. Elle dispose d'un allèle récessif homozygote porté par un gène codant pour la couleur des grains. Le rendement varie de 5 à 8,5 T/ha.

### **3-4- Produit chimique**

Il s'agit essentiellement de l'herbicide Kalach de Calivoire dont la matière active est le glyphosate. Cet herbicide a été utilisé tout au long de l'expérimentation. Le produit chimique a été repandu grâce à un pulvérisateur manuel de 5 l à débit préalablement réglé.

### **3-5- Analyse des données**

Les statistiques élémentaires (ANOVA), de l'écart type, et des moyennes ont été déterminés à l'aide du tableur Microsoft (Excel). Les analyses multivariées ont été faites à l'aide du logiciel XL-Stat 7. 1.



Figure 15: Variété de maïs Ferké 7529



Figure 16: Variété de maïs TZBR Ecdana 3C2

## **Chapitre 4 : Méthodes**

#### **4-1- Enquêtes**

400 paysans et 1000 intellectuels ont été interrogés à travers une série de questionnaires disponibles sur deux fiches d'enquêtes (annexes 1 et 2). Les questions essentielles posées dans ces questionnaires sont résumées dans le Tableau IV.

Concernant les paysans, l'enquête a été réalisée entre Mai et Décembre 2006 à travers les localités d'Agboville, de Rubino, d'Adzopé, de Gagnoa et d'Aboisso à cause de leur proximité d'Abidjan et surtout pour leur niveau d'expression en français. A chaque rencontre, les paysans ont été aidés dans le remplissage du formulaire par un guide local et les réponses ont été transcrites sur les fiches d'enquêtes par nous-mêmes.

En ce qui concerne les responsables du Ministère de la Recherche Scientifique, les enseignants-chercheurs et les étudiants en Sciences, les formulaires de questions ont été distribués et collectés une ou deux semaines après. Cette enquête s'est déroulée entre Septembre 2005 et Juin 2006.

L'analyse a consisté à faire les statistiques pour évaluer l'effectif des paysans et d'intellectuels qui connaissent ou ont entendu parler des OGM, leur source d'information, le type de culture transgénique éventuelle qu'ils souhaitent avoir, le type de loi souhaitée et les caractères agronomiques que les ivoiriens souhaitent avoir.

Avant de poser certaines questions, notre guide et nous avons pris le temps de leur expliquer les différentes caractéristiques des plantes transgéniques qui existent ou qui pourraient exister.

Nous sommes, au cours de l'année 2007, retourné rencontrer les paysans favorables aux cultures transgéniques pour nous entretenir avec eux.

Tableau IV: Variables et classes de facteurs utilisées lors des enquêtes

N°	Variables	Classes de facteurs
1	Connaissez-vous les OGM ?	Oui ; Non
2	Source d'information	Radio ou TV ; Journaux ; Interlocuteurs
3	Pour ou contre les OGM	Oui ; Non.
4	Raisons avancées pour son avis	Santé ; Economie ; Pollution de l'environnement ; Autres
5	Cultures OGM souhaitées	Céréales ; Vivriers ; Rentes ; Autres
6	Caractéristiques souhaitées pour le végétal	Rendement élevé ; Résistance à un Herbicide ; Résistance aux maladies ; Stress hydrique

## **4-2- Étude floristique**

### **4-2-1-Inventaire floristique**

L'inventaire floristique a pour objectif d'identifier toutes les adventices et de s'intéresser particulièrement à toutes celles qui sont proches parents du maïs (considéré comme la culture transgénique), par le genre ou la famille.

Parmi les différents types d'échantillonnages décrits, a été retenu celui préconisé par Godron (1971), repris par Daget et Godron (1982). Il s'agit de l'échantillonnage stratifié.

Les "régions" à étudier ont été décomposées en "agrosystèmes". Les échantillons ont été ensuite tirés au sort, à l'intérieur de chaque agrosystème pour que le procédé soit aléatoire.

Dans cette définition, le mot région est remplacé par le mot "station", conformément à la définition proposée par un certain nombre d'auteurs, notamment Godron *et al.* (1968) pour lesquels «la station est une surface où les conditions écologiques sont homogènes ; elle est caractérisée par une végétation uniforme ». Mais, cette uniformité n'est jamais parfaite ; elle est habituellement estimée en observant la présence des espèces en différents points de la "station".

Dans le cadre de notre travail, chaque type de culture est considéré comme un agro système.

Nous avons réalisé un inventaire floristique exhaustif des adventices des espaces cultivées et des jachères. Dans nos investigations, les cultures vivrières et céréalières sont les agrosystèmes dans lesquels il y a eu plus d'échantillonnage dans les deux régions.

#### **4-2-1-1-Techniques de relevés**

La technique de relevé qui permet de définir la surface à utiliser a pour but de désigner une surface minimale qui facilite l'identification du maximum d'espèces végétales. La surface des relevés, dans les études agronomiques, varie en fonction du type de culture. Barralis (1976) préconise, en culture annuelle, des placettes de 1000 à 2000 m<sup>2</sup> par parcelle. Maillet (1981) a jugé suffisant 100 m<sup>2</sup> en céréales contre 1000 à 2000 m<sup>2</sup> en culture pérenne comme la Vigne, dans la région du Languedoc-Roussillon. Hoffman (1986), s'inspirant des travaux de Maillet, a installé en milieu paysan (en Côte d'Ivoire), des placettes d'observation de 100 m<sup>2</sup> sur un quart d'hectare. Sanon (1986), dans son étude de la flore des rizières camarguaises, a utilisé des transects perpendiculaires de 50 m par parcelle et effectué les relevés à l'aide d'un cadre de 1 x 1 m qu'il dispose tous les 2 m le long des transects. Fagery (1987) a installé,



au Soudan, des placettes de 42 m<sup>2</sup>, tandis que Déat *et al.* (1987) ont délimité des parcelles de 230 m<sup>2</sup> et Traoré (1991), au Burkina Faso, des placettes d'un demi-hectare dans les cultures de céréales. Dans le cadre de notre travail, nous avons retenu des surfaces de 100 m<sup>2</sup> dans les départements d'Azaguié et de Gagnoa.

#### **4-2-1-2- Réalisation du relevé**

Les opérations réalisées lors du relevé permettent l'exploitation des données pendant les interprétations. A l'intérieur de chaque surface élémentaire (100 m<sup>2</sup>) en fonction de l'agrosystème, ont été notées pour chaque espèce, la présence/absence, ainsi que l'abondance. Les traits de vie suivant ont été retenus : allogamie/autogamie, organes de dispersion, moyens de dispersion, cultures aux alentours de chaque parcelle recensée.

Ensuite, le degré de nuisibilité des adventices a été estimé. Les estimations de la nuisibilité des adventices sont subjectives. Elles vont de la notation d'abondance (Godron *et al.*, 1968 Barralis, 1976 ; Maillet, 1981 ; Sanon, 1986) à la notation de recouvrement (Merlier 1972 a, b ; Hoffmann, 1986; Unamma *et al.* 1986 ; Traoré, 1987; Fontanel, 1987 a, b) en passant par celle d'abondance dominance (Braun Blanquet 1932, Guinochet, 1973).

L'abondance-dominance exprime l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce. Quant au recouvrement, il correspond au pourcentage de la surface du sol recouverte par les individus d'une espèce donnée ou de l'ensemble des espèces. Pour Barralis (1976), l'abondance donne une meilleure idée de la nuisibilité en estimant la nocivité potentielle contrairement au recouvrement qui n'est que l'expression de l'aptitude d'une plante à se développer sous un couvert.

La plupart de nos relevés ont été effectués pendant ou après la période de pleine croissance des mauvaises herbes. Dans chaque relevé, nous avons noté quelques espèces dominantes en utilisant l'échelle de notation de Braun- Blanquet (1875).

#### **4-2-1-3- Codification des taxons**

La codification des taxons présente l'avantage d'être facile à interpréter et son caractère international lui permet d'être utilisé sans ambiguïté par un large public. Les taxons identifiés ont été codés ; cette opération a pour but de faciliter, à la fois, la saisie et l'interprétation des données recueillies. Il existe trois types de codages des espèces qui sont : le codage numérique à 5 chiffres (Godron, 1968), le codage "mnémotechnique" personnel à 4 lettres (Fontanel, 1987a), le codage "mnémotechnique international" à 5 lettres (Bayer, 1992) ou code Bayer.

Le code Bayer approuvé par la "Weed Science Society of America" (W.S.S.A) et la "Weed Science Society of Japan" (W.S.S.J) a été choisi. Le code Bayer est constitué en général des trois premières lettres du genre et des deux premières lettres de l'espèce. Cependant, un certain nombre d'espèces que nous avons recensées au cours de nos investigations ne sont pas encore codées par Bayer. Elles ont donc reçu un code provisoire, en attendant leur validation définitive par Bayer. Exemple : *Cyperus rotundus* a pour code Bayer CYPRO, *Panicum maximum* a pour code Bayer PANMA.

#### **4-2-2- Analyse des données**

##### **4-2-2-1 Analyse multivariée**

Cette analyse permet de mettre en évidence dans un graphique les liens entre les espèces recensées et les facteurs du milieu. Les variables du milieu sont uniquement de type qualitatif (agrosystèmes) dans l'enquête et quelques relevés floristiques ; elles ont été saisies sans reclassement afin de conserver toutes les informations.

La saisie et la gestion des données correspondant aux relevés floristiques ont été effectuées sur micro-ordinateur à l'aide du Tableur Microsoft "Excel".

L'Analyse de Correspondances Multiples (ACM) est très adaptée aux études phytosociologiques et phytoécologiques (Romane, 1972) car elle permet une vision synthétique des relations entre les espèces ou entre les espèces et les facteurs du milieu.

Dans les analyses factorielles des espèces, seules les espèces ayant une fréquence relative supérieure ou égale à 10 ont été prises en compte pour éviter de surcharger les figures.

#### 4-2-2-2 Coefficient de similitude

Le coefficient de similitude ( $C_s$ ) permet de mettre en évidence l'homogénéité entre les différents agro systèmes. L'estimation du coefficient de similitude de Sorensen (1948) se fait à partir de la formule suivante:

$$C_s = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

Dans cette formule,  $a$  et  $b$  représentent les listes des espèces recensées respectivement dans les deux unités d'échantillonnage que l'on veut comparer (A et B), et  $c$  est le nombre d'espèces communes aux deux listes  $a$  et  $b$ . Par ailleurs, cette formule indique que la valeur du coefficient de similitude ( $C_s$ ), exprimée en pourcentage, varie entre 0 et 100 p.c., selon que les deux listes ont des compositions floristiques totalement différentes (dans ce cas, elles ne comportent aucune espèce commune et  $c = 0$ ) ou, selon que les deux listes sont rigoureusement identiques; dans ce cas :  $a = b = c$ .

En général, il est admis qu'un coefficient de similitude au moins égal à 50 % peut être considéré comme un seuil assez significatif pour montrer que les listes comparées sont suffisamment semblables et que le milieu échantillonné est floristiquement homogène d'un bout à l'autre de son étendue (Gounot, 1969).

Une station est dite floristiquement homogène lorsqu'il n'existe pas un grand écart entre les relevés floristiques effectués en tout point de cette station (Guinochet, 1973 ; Daget et Godron, 1982).

Dans les départements d'Azaguié et de Gagnoa, les agro systèmes échantillonnés sont consignés dans le Tableau V.

Tableau V: Agrosystèmes et leur code dans les localités d’Azaguié et de Gagnoa

Localités	Agrosystèmes	Code
Azaguié	Champ de manioc	MAN
Azaguié	Jachère	JAC
Azaguié	Champ de gombo et de tomate	GOTO
Azaguié	Champ d'igname et vivriers divers	IGVI
Gagnoa	Champ d'Igname et de Manioc	IGMN
Gagnoa	Champ de maïs et d’arachide	MAAR
Gagnoa	Champ de riz pluvial	RIPU
Gagnoa	Champ de maïs et manioc	MAMA
Gagnoa	Champ d'arachide et de haricot	ARHA
Gagnoa	Champ de riz et maïs	RIMA
Gagnoa	Champ d'igname, maïs, gombo	IGMG
Azaguié, Gagnoa	Champ de maïs	MAIS
Azaguié, Gagnoa	Champ de bananier	BAN
Azaguié, Gagnoa	Champ d'igname	IGN
Azaguié, Gagnoa	Champ d'igname et de maïs	IGMA

#### **4-2-3- Suivi des flux de gènes**

Le suivi des flux de gènes a pour objectif l'étude du degré de contamination des parcelles non transgéniques et l'estimation d'une distance de sécurité entre cultures transgéniques et conventionnelles. Cette étude a été réalisée par la mise en place d'un certain nombre de dispositifs expérimentaux.

##### **4-2-3-1- Cas de champs contigus**

###### **Dispositif 1 : Champs voisins et mitoyens**

Ce dispositif permet de déterminer le degré de contamination entre champs voisins mitoyens. Une parcelle de 5 m X 7 m de côté est plantée d'un cultivar de maïs à grains violets (Ferké 7529) et tout autour de cette parcelle, sont implantées quatre autres parcelles d'égales superficies (10 m x 7 m) disposées aux quatre points cardinaux et de façon contiguë à la parcelle centrale (figures 17 et 18). A l'intérieur de chaque parcelle ont été réalisées des lignes de cultures semées de grains de maïs blanc (TZBR Ecdana 3C2). Sur chaque ligne de culture, les semis ont été distants de 30 cm. Les lignes de cultures ont été, quant à elles, distantes de 50 cm. Selon le dispositif, la parcelle centrale a renfermé par ligne de culture, 15 pieds de maïs avec au total 15 lignes, soit environ 225 pieds de maïs à grains violets considérés comme la source pollinisatrice. Les parcelles contiguës, au nombre de 4, ont été constituées chacune de 21 lignes comportant 30 pieds de maïs, soit 630 pieds de maïs par parcelle. Ce qui fait un total de 2520 pieds de maïs pour l'ensemble des quatre champs contigus. Cet essai de maïs a été réalisé en Avril et récolté en Août 2005.

A la récolte, les grains violets obtenus dans les semis à grains blancs des parcelles voisines à la parcelle centrale ont été dénombrés par épi de maïs et par ligne de culture. Sur 30 plants de maïs par ligne de culture, seul un épi de maïs a été choisi par plant. Ce qui donne un total de 15 plants sur 30 échantillonnés. Sur ces épis pris au hasard par ligne et par plant de maïs, ont été comptés les grains violets présents.

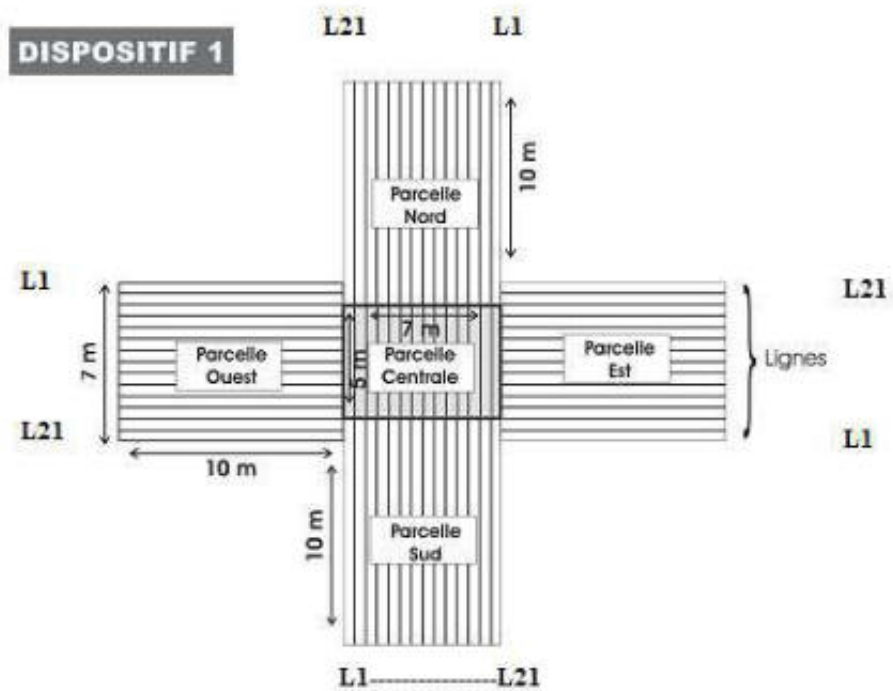


Figure 17 : Dispositif d'ensemble pour le suivi du flux de gènes entre champs voisins contigus  
 L1 → L21 : Orientation des lignes de cultures

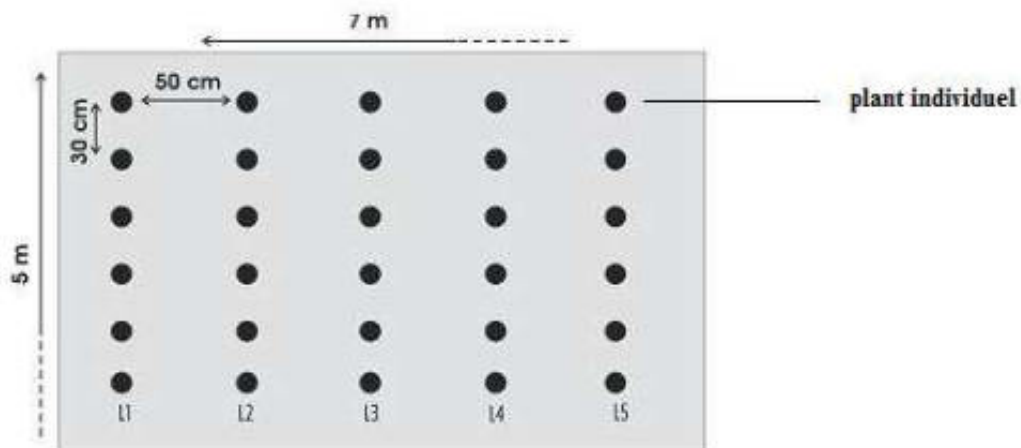


Figure 18: Schéma détaillé de la parcelle centrale ; L1 à L5 : Lignes de culture

### **Dispositif 2 : Champs voisins avec espace**

Ce dispositif permet de suivre la contamination des champs non transgéniques relativement éloignés d'un champ OGM.

Une parcelle centrale de 5 m X 7 m de côté, plantée d'une variété de maïs à grains violets (Ferké 7529) donc disposant d'un allèle dominant à l'état homozygote, a été réalisée. Tout autour de cette parcelle centrale ont été implantées quatre autres parcelles d'égales superficies (10 m x 7 m) et disposées aux quatre points cardinaux (Figure 19) à différentes distances (Nord = 5 m, Sud = 20 m, Est = 15 m et Ouest = 25 m). A l'intérieur de chaque parcelle voisine, ont été réalisées des lignes de cultures semées de grains de maïs blanc (TZBR Ecdana 3C2).

A part la distance entre le champ pollinisateur et les champs pollinisées, tout le reste du dispositif reste identique au cas précédent. Cet essai de maïs a été réalisé en Avril et récolté en Août 2005.

### **Dispositif 3 : dispositif paysan**

Ce dispositif permet de suivre la contamination des champs non transgéniques en condition de culture naturelle, en milieu paysan. Il a été mis en place en Mars 2006 dans la parcelle expérimentale du jardin botanique de l'Université de Cocody. Il s'est agit d'une parcelle centrale de 35 m<sup>2</sup> semée de maïs à grains jaunes (TZE Composite 5). Les semis sont en lignes et espacés de 30 cm. Les lignes sont distantes de 50 cm entre elles. Tout autour de la parcelle centrale ont été plantés des maïs à grains blancs (TZBR Ecdana 3C2) de façon aléatoire sans respecter un quelconque alignement, ni une distance entre les semis (Figure 20). Les semis ont été faits aléatoirement comme en culture villageoise autour de la parcelle centrale. La récolte a été faite en juillet 2006. Il faut noter aussi que ce dispositif était situé dans un environnement où il existait plusieurs autres champs de maïs dans la zone d'essai.

### **Dispositif 4 : Cas de champs de maïs séparés par une végétation d'arbre**

Ce dispositif nous permet de déterminer l'effet de la végétation et de la distance sur le taux de contamination. La première parcelle a été semée de maïs à grains blancs (TZBR Ecdana 3C2) et l'autre parcelle, avec du maïs à grains violets, variété Ferké 7529 (Figure 21). Les deux parcelles sont à égale distance (57 m) d'une bande de plantation d'hévéa âgée de 15 ans, haut de 25 m moyenne, large de 50 m et long de 150 m. A la récolte, ont été dénombrés sur chaque ligne de culture de la parcelle semée de grains blancs, le nombre de grains violets présents. Les champs ont été semés en Avril 2005 et récoltés en Août 2005.

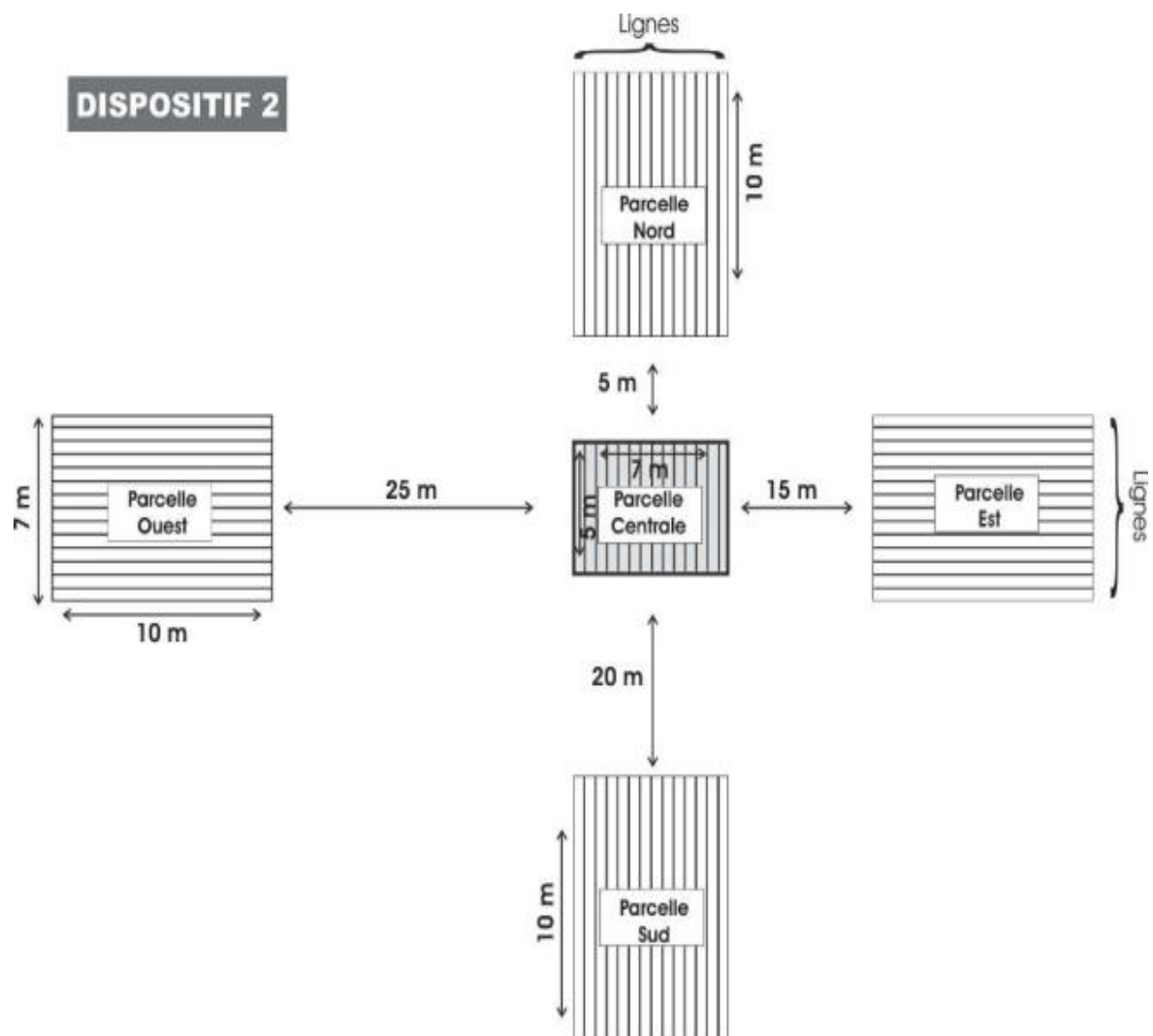


Figure 19: Dispositif pour le suivi des flux de gènes entre champs non contigus



Dispositif

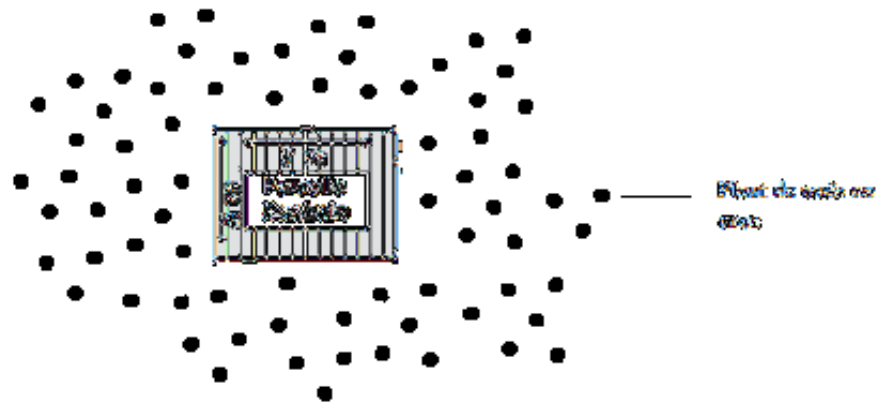


Figure 20 : Dispositif paysan pour le suivi des flux de gènes

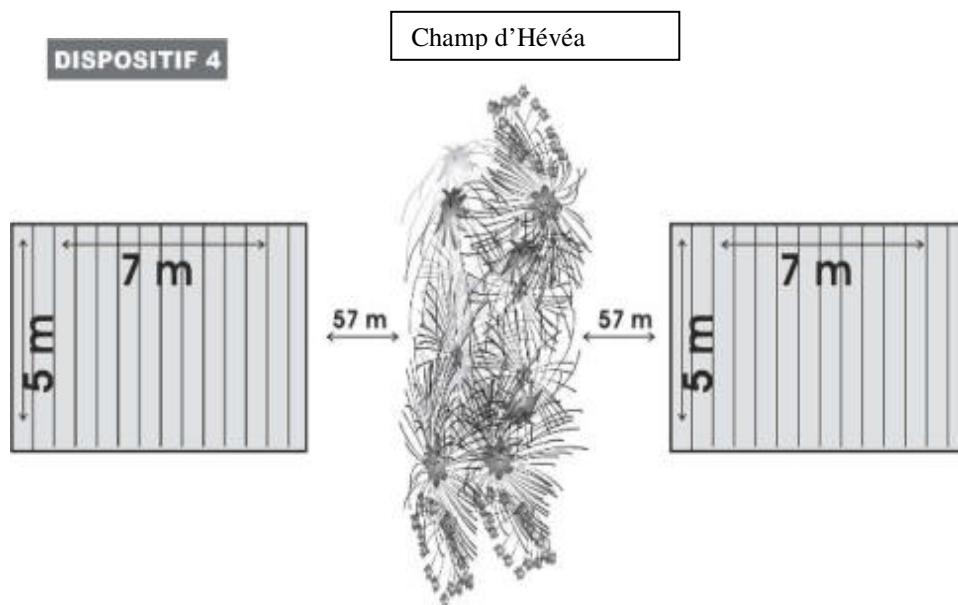


Figure 21 : Dispositif pour le suivi des flux de gènes entre champs de maïs séparés par un couvert végétal

#### **4-2-3-3 -Dispositif 5: Suivi des repousses de semences de maïs**

Le but est de suivre l'effet de contamination des cultures conventionnelles par des grains qui pourraient échapper à la récolte. Les grains violets (Ferké 7529) ont été mis en terre sous forme de semis à différentes profondeurs du sol. D'abord, le sol a été retourné en profondeur par une houe pour le rendre facile à creuser. Ensuite, à l'aide d'une machette, de petits trous ont été creusés et avec un tuyau de conduit d'eau en vinyle gradué en cm, les différentes profondeurs sont mesurées. Les semis ont été réalisés en ligne de cultures espacées de 30 cm et distantes les uns des autres de 50 cm. Pour chaque profondeur donnée, trois lignes de cultures de 15 semis chacune sont réalisées. Ainsi, ont été réalisées les lignes de cultures de 3, 5, 10, 15 et 20 cm de profondeur. Les observations ont été faites d'Avril à Juin 2005.

#### **4-2-4- Étude de la dynamique et du coût du contrôle chimique des adventices**

L'objectif de cette manipulation est de permettre de connaître l'effet de l'utilisation répétitive de l'herbicide sur la biodiversité végétale et d'évaluer le coût financier du traitement herbicide par rapport aux sarclages manuels. Les observations ont été réalisées en parcelles expérimentales constituées de jachères. Celles-ci ont été réalisées au CNF à Abidjan au Sud de la Côte d'Ivoire selon le dispositif 6 (Figure 22). Il s'agit d'un bloc de Fischer de 5 répétitions et 9 traitements, soit 45 micro parcelles de 9 m<sup>2</sup> chacune pour effectuer les mesures.

Ces microparcelles n'ont pas été semées mais ont toutes reçu des traitements herbicides (glyphosate) 3 fois par an (Mars-Juin-Septembre) durant 3 années consécutives. A l'intérieur de chaque micro parcelle, un relevé exhaustif des mauvaises herbes a été réalisé avant et après traitement herbicide sur 3 mois. Trois variables ont permis de visualiser les effets de l'herbicide total sur la dynamique des adventices à savoir ; l'année, la dose et le nombre de traitements.

Dans ces microparcelles ont été réalisées avant traitement les mesures suivantes :

- les relevés floristiques
- les stades phénologiques des adventices : fructifications, floraison, stade végétatif, stade de jeune plant

Après le traitement, les effets du glyphosate sur les différents stades phénologiques ont été relevés. L'herbicide utilisé avait une concentration de 360 g/l de matière active. Les concentrations utilisées pour les traitements ont été :

[T1]= 360 g/ha soit 50 ml de produit pour 5 placettes (correspondant à la dose usuelle)

[T2]= 340 g/ha soit 47 ml de produit pour 5 placettes  
[T3]= 320 g/ha soit 44,4 ml de produit pour 5 placettes  
[T4]= 300 g/ha soit 41,7 ml de produit pour 5 placettes  
[T5]= 280 g/ha soit 38,9 ml de produit pour 5 placettes  
[T6]= 380 g/ha soit 52,8 ml de produit pour 5 placettes  
[T7]= 400 g/ha soit 55,6 ml de produit pour 5 placettes  
[T8]= 420 g/ha soit 58 ml de produit pour 5 placettes ;  
[T9]= traitement témoin

Chaque quantité de produit a été complétée à l'eau plate pour atteindre un volume de 5 l, qui a servi pour les traitements à l'aide d'un pulvérisateur à pression préalable constante. Le volume a servi pour les 5 répétitions, ce qui fait environ 1 l de volume par micro placette de 9 m<sup>2</sup>.

Chaque année, trois séries de relevés correspondant au calendrier agricole en Côte d'Ivoire ont été réalisées. La première série de 45 relevés a eu lieu vers fin mars, date de l'apparition des premières pluies et des germinations en général. La deuxième série également constituée de 45 relevés s'est déroulée en juin au moment de la première récolte du maïs et enfin la troisième série de relevés a eu lieu en Septembre correspondant à la petite saison des pluies, avant le début de la grande saison sèche. Les effets du traitement ont été notés toutes les deux semaines.

En effet, les périodes de pluies correspondent au moment où les taux de germination des semences au sol des mauvaises herbes sont meilleurs et où il y a une plus grande diversité d'adventices.

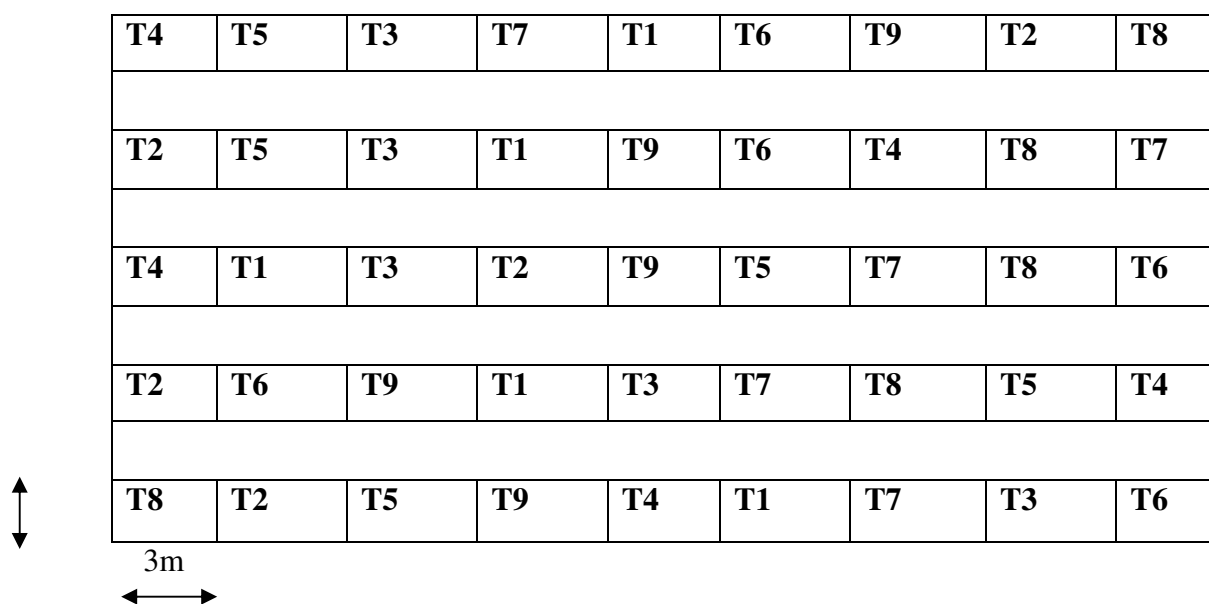


Figure 22 (Dispositif 6): Dispositif pour le traitement herbicide des adventices (9 traitements et 5 répétitions) avec du Glyphosate (360 g/l)

#### 4-2-5-Analyse statistique, analyse factorielle et homogénéité floristique

Des statistiques élémentaires (Moyenne, écart type, variance) ont été réalisées sur Excel de Microsoft pour suivre la répartition des grains de pollens à travers les lignes de cultures. L'analyse factorielle des données a été effectuée selon la méthode informatique de "l'Analyse Multivariée". L'outil informatique qui a servi à ces analyses est le logiciel "XLSTAT". L'homogénéité floristique a été réalisée en comparant deux à deux les listes floristiques et en appliquant la formule de Sorensen.

## **Troisième partie : Résultats et Discussion**

## **Chapitre 5 : État de connaissance sur les OGM dans six localités du Sud de la Côte d'Ivoire**

## **5-1- Résultats d'enquêtes chez les paysans**

### **5-1-1- Sur la connaissance des OGM et par rapport à la source d'information**

A la question « connaissez-vous les OGM? », l'enquête menée auprès de 400 paysans des zones rurales d'Azaguié, d'Adzopé, d'Aboisso, d'Agboville, de Rubino et de Gagnoa montre que 263 individus, soit 65,72 % des paysans ignorent l'existence des organismes génétiquement modifiés contre 137 (34,28 %) qui en connaissent l'existence.

Concernant les 137 paysans qui connaissent ou ont entendu parler des OGM, à la question de savoir « quelle est votre source d'information » ?, la grande majorité, soit 121 (88,32 %) des personnes ont avancé que l'information leur a été donnée par des interlocuteurs occasionnels et 16 (11,68 %) en ont entendu parler à la télévision lors des journaux télévisés.

### **5-1-2- Avis des paysans**

A la question « Êtes-vous pour ou contre la culture des plantes transgéniques en Côte d'Ivoire ? », sur les 137 paysans qui ont su de quoi il s'agissait, 35 (25,55 %) ont été pour une culture des plantes transgéniques en Côte d'Ivoire, tandis que 27 (19,7 %) des paysans ont été contre, 75 (54,74 %) des paysans n'ont pas eu d'opinion et ont déclaré s'en remettre aux structures d'encadrement comme l'ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural) qui, selon eux, sont capables de leur donner la réponse correcte. Quand aux 27 paysans qui ont été contre les OGM, leurs inquiétudes ont été que les OGM provoqueraient des problèmes de santé et un risque pour la pollution de l'environnement. Cent pour cent des sujets ayant rejeté les OGM ont posé cette question récurrente : « si, c'est bon, pourquoi les blancs même refusent ça ? ». On aurait appris que « les blancs mettent des choses provenant des animaux dans les plantes et que ces plantes, après, envahiront toutes les parcelles cultivées parce qu'elles sont plus vigoureuses que les cultures que nous pratiquons ».

### **5-1-3- Raisons évoquées pour l'acceptation des OGM**

A la question « pourquoi souhaitez-vous avoir des plantes transgéniques ? », les paysans favorables à l'introduction de cultures transgéniques ont répondu unanimement que de telles cultures leur procureraient une augmentation substantielle des rendements, donc naturellement l'augmentation de leurs revenus.

### **5-1-4- Types de plantes transgéniques souhaitées**

Lorsqu'on pose la question, « Quelles types de plantes transgéniques aimeriez-vous avoir ? », sur les 35 paysans qui ont été favorables, 15 (42,85 %) ont été pour uniquement les



cultures céréalières et 20 (57,15 %) ont été pour les cultures de rentes surtout le caféier et le cacaoyer.

#### **5-1-5- Caractères agronomiques souhaitées pour les plantes génétiquement modifiées**

A la question « Quel caractère aimeriez-vous que la plante transgénique acquiert? », tous les 35 paysans (100 %) de façon unanime ont été pour avoir, en premier, des plantes qui résistent au stress hydrique ; suivent celles qui ont un rendement élevé et enfin celles qui résistent à un herbicide et à un insecticide à la fois.

Comment ils souhaiteraient faire la succession culturale avec l'éventuelle introduction de cultures transgéniques, surtout, celles résistantes aux herbicides?

Cette question a semblé bien intéressante car selon certains paysans, elle pourrait aider à résoudre les problèmes de pressions démographiques sur les terres. En général, pour les cultures vivrières annuelles, l'on est obligé de défricher de nouvelles terres à cause des problèmes d'enherbement. L'introduction d'une culture résistante à un herbicide total leur permettrait d'exploiter pendant plusieurs années la même parcelle et pourrait résoudre également le problème de déforestation et les conflits fonciers permanents liés à la défriche de nouvelles parcelles.

Les paysans ont proposé dans la succession culturale, d'abord une culture vivrière, suivie d'une culture pérenne. Mais, en même temps, ils ont proposé compte tenu du coût élevé des intrants agricoles que les scientifiques leur offrent des plantes transgéniques pour la culture.

#### **5-2- Résultats d'enquêtes chez les intellectuels**

##### **5-2-1- Sur la connaissance des OGM**

A la question « connaissez-vous les OGM ? », nous avons recueilli 971 réponses affirmatives contre 29 réponses négatives. Cela représente 97,10 % des individus interrogés qui sont informés de l'existence des organismes génétiquement modifiés.

##### **5-2-2- Par rapport à la source d'information**

La plupart des individus interrogés ont plusieurs sources d'informations dont la plus importante est la télévision et la radio (800). Ensuite, viennent les journaux et les interlocuteurs (550), c'est-à-dire l'information de bouche à oreille ou au cours d'une

conversation de rue. Les livres et l'internet (300) donnent l'information sensiblement au même pourcentage.

### **5-2-3- Sur la prise de position pour ou contre les plantes transgéniques et les raisons**

A la réponse à cette question, 571 individus ont été contre les OGM soit 58,80 % de rejet des cultures transgéniques par la population intellectuelle et 400 (41,20 %) des individus ont été pour.

Les raisons majeures du rejet ont été les problèmes de santé (430 individus) et la pollution de l'environnement par les flux de gènes des cultures transgéniques (200 individus) qui transmettraient leurs résistances aux espèces voisines sauvages. Ces espèces sauvages, une fois en possession du transgène deviendront plus vigoureuses, prendront un avantage certain sur les espèces non transgéniques et se répandront partout réduisant la biodiversité végétale. D'autres raisons évoquées par les opposants aux cultures transgéniques concerneraient surtout 'un problème d'éthique'. Ils conçoivent assez difficilement que l'on transfère un gène animal à un végétal, alors que ce n'est pas le cas pour les cultures traditionnelles. Selon eux, la science irait au delà des principes divins.

La raison essentielle avancée par ceux qui sont favorables aux plantes transgéniques est d'ordre économique. Selon cette catégorie, les plantes transgéniques pourraient améliorer la qualité des cultures et assurer des rendements plus élevés et cela permettra aux paysans de vendre plus et de gagner un peu plus d'argent.

### **5-2-4 Caractéristiques souhaitées pour les plantes transgéniques**

Concernant les 400 individus qui ont été favorables, les plantes transgéniques devraient avoir en priorité les caractéristiques suivantes : d'abord, les plantes doivent être résistantes aux herbicides (232 individus) ; ensuite, avoir une résistance au stress hydrique (80 individus), un rendement élevé (44 individus) et être résistantes aux maladies (44 individus).

### **5-2-5- Types de plantes transgéniques souhaitées**

A la question « Quel type de plante souhaitez-vous voir génétiquement modifiée? », 244 individus ont été favorables aux cultures céréalières comme le riz, le mil et le maïs, 112 pour les cultures vivrières comme la banane plantain, l'aubergine et les piments, 44 pour les cultures de rente et 130 pour tous les autres types de cultures.

### **5-2-6- Types de législations souhaités**

A la question « Êtes-vous pour une législation? », 771 individus soit (77,10 %) sont favorables à une législation sur les OGM contre 200 (20 %) individus.

Quand à la loi modèle dont il faut s'inspirer pour avoir une législation sur les OGM en Côte d'Ivoire, 346 individus soit 44,87 % ont été pour une législation modèle s'inspirant de celle de l'Union Européenne (opposants), 232 individus ont été favorables à la loi modèle des USA (favorables), soit 30,10 % et 193 individus, soit 25,03 % ont été favorables à la loi modèle proposée par l'Union Africaine.

En ce qui concerne les précautions à prendre avant l'introduction des OGM en Côte d'Ivoire, 614 individus, soit 79,63 % des intellectuels ont souhaité que le pays se dote de structures adéquates pour exiger et suivre la traçabilité des produits OGM qui seront sur le territoire ivoirien.

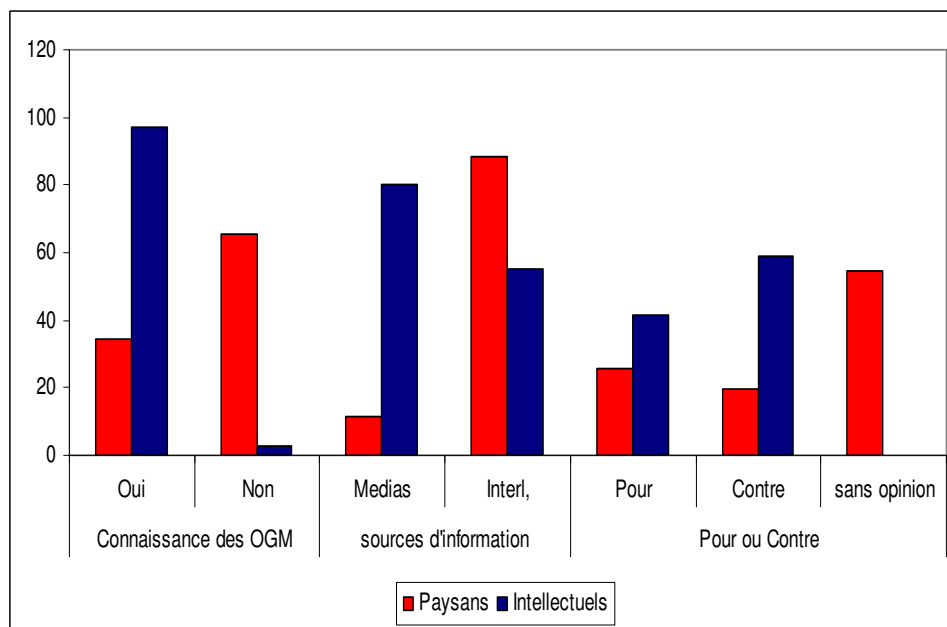


Figure 23: connaissance, source d'information et avis de quelques populations ivoiriennes sur les OGM

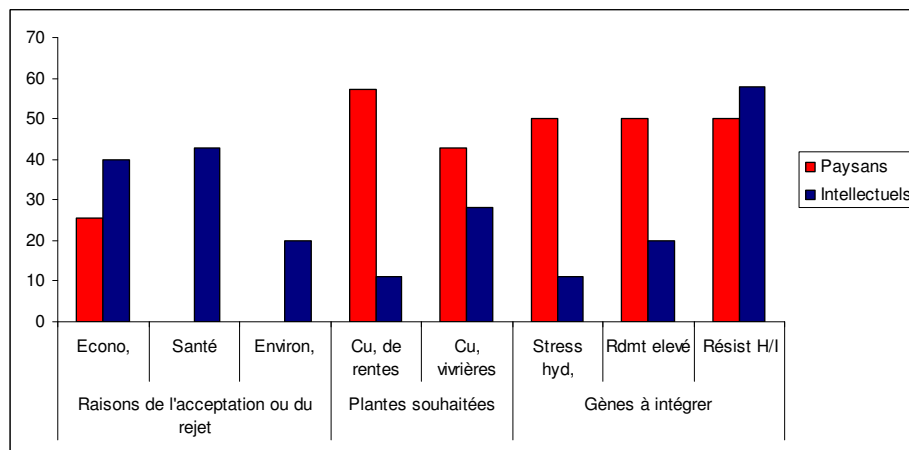


Figure 24 : Causes du rejet où de l'acceptation, plantes transgéniques souhaitées et types de caractères chez quelques populations ivoiriennes

### 5-3- Discussion

Deux groupes d'ivoiriens sont interrogés dans notre étude, les intellectuels d'une part et le monde paysan d'autre part.

En ce qui concerne le monde paysan, les localités visitées ont un fort taux de scolarisation et la plupart des paysans rencontrés se sont exprimés plus ou moins bien en français. Les villages ont été dans l'ensemble électrifiés et les moyens de communications modernes tels que la télévision, la radio et le téléphone existent à ces endroits. Malgré tous ces moyens de communications, 65,72 % des paysans interrogés ont ignoré l'existence ou n'ont jamais entendu parler des OGM.

Si nous projetons ces données à l'ensemble du pays et compte tenu des moyens de communications inexistant dans les zones reculées, 80 à 90 % des paysans et des populations des zones rurales pourrait n'avoir jamais eu à entendre parler des OGM.

Les 8,75 % de paysans favorables à l'introduction de cultures OGM sont des agriculteurs possédant, soit à la fois de vastes plantations de caféiers, de cacaoyers, d'hévéa, d'ananas etc..., soit une vaste plantation d'une des cultures citées.

Concernant les intellectuels, 97,1 % interrogés connaissent l'existence des organismes génétiquement modifiés. Ce taux très élevé est lié à la qualité de l'échantillonnage. En effet, la majorité de l'effectif de l'enquête a été recrutée dans le monde universitaire, relativement informé sur les événements de la planète. La source de l'information est dominée par la télé et la radio (totalité des individus connaissant les OGM), suivie des journaux (550 individus) et par divers interlocuteurs (400 individus). Toutes les personnes interrogées n'ont jamais eu à manipuler ou à suivre de très près un événement concernant les OGM.

Malgré cela, 40 % ont été favorables aux plantes transgéniques contre 57,1 %.

Tous ceux qui ont été favorables aux plantes transgéniques, que ce soit les paysans ou les intellectuels, ont désiré avoir des cultures avec des rendements élevés.

Les intellectuels ont été plutôt favorables à une loi sur les OGM s'inspirant du modèle de l'Union européenne.

En Europe, dans une enquête Eurobaromètre 55,2 (Gallais *et al.*, 2006), intitulée « les Européens, la science et la technologie », réalisée en décembre 2001 à la demande de la direction générale de la recherche de la commission européenne, et à la question « êtes-vous d'accord ou pas avec les aliments transgéniques » « je ne veux pas ce type d'aliment », 71 % des européens ont répondu ne pas en vouloir et seulement 17 % en voulait bien (Bonny, 2003). Dans cette enquête qui a porté sur 16029 personnes (en moyenne 1000 par état

membre), la variation entre pays a été bien plus forte que la variation selon les critères socio-démographiques comme l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, la profession, etc. Ainsi, la Grèce est le pays le plus opposé avec 93 % des personnes interrogées et les Pays-Bas sont le pays le moins hostile avec seulement 52 % d'opposition. La France avec 79 % des personnes interrogées opposées aux aliments transgéniques, figure parmi les pays les plus hostiles, juste derrière la Grèce. Il n'y a pas de déterminants géographiques manifestes dans l'opposition aux aliments issus de plantes génétiquement modifiées, même si l'on peut regrouper quelques pays comme la Finlande et la Suède avec 77 % d'opposition et la Grande Bretagne, L'Irlande, Les Pays-Bas et la Belgique avec en moyenne 60 % d'opposition.

Cette grande variation entre pays et la plus faible variation entre catégories sociodémographiques tend à montrer un fort effet de la vie sociale et politique à l'intérieur de chaque pays sur la position des consommateurs. Comme le soulignent Cheveigné *et al.*, (2002), cette variation est liée à la différence culturelle mais aussi au niveau des différences dans les débats publics, l'intervention des gouvernants et le développement économique.

Malgré le peu de débat sur les OGM dans la société ivoirienne, seul 57,1% des intellectuels s'opposent aux plantes transgéniques. Ce qui est largement en deçà des seuils européens.

Au niveau mondial, une enquête « Environics International » réalisée en 2000 (Le Déaut, 2005) montrait que 72 % des Chinois, 69 % des Indiens et 66 % des Américains considèrent que les avantages des biotechnologies sont plus importants que les risques, alors que ces chiffres étaient de 39 % pour les Espagnols, 34 % pour les Italiens et seulement 22 % pour les Français. Dans cette enquête, il apparaît le comportement particulier des Pays-Bas par rapport aux autres pays européens, avec un taux de 55 %.

Dans cette même enquête Eurobaromètre, 54,6 % des Européens interrogés considéraient les aliments contenant des OGM comme dangereux pour leur santé (avec toutefois 25,6 % sans opinion) et 59,4 % répondaient que les plantes transgéniques auraient des effets négatifs sur l'environnement. Cela peut donc traduire un rejet des plantes transgéniques par suite de crainte sur la santé et l'environnement. Cependant, le rejet des plantes transgéniques en Europe apparaît lié au rejet des biotechnologies dans leur ensemble.

En Côte d'Ivoire, par contre, le rejet des plantes transgéniques est plus lié à la peur de ce qu'on ne sait pas qu'au rejet de la biotechnologie comme en Europe. Les ivoiriens, dans leur ensemble, ont peur des risques environnementaux.

L'absence de débats au sein de toute la société ivoirienne sur les OGM, emmène les médias francophones, surtout français à majorité anti-OGM à donner seuls l'information donc à orienter l'information selon leurs propres convictions.

Il est important de rappeler que le traitement de l'information concernant les OGM est alarmant.

Pour preuve, voilà des faits récents. Selon le journal français le monde « Lancée le 23 avril 2004, par le Crie-Gen, une association écologiste (présidée par l'ancien ministre français de l'Environnement Corinne Lepage), l'«affaire» du maïs Mon 863 a fait grand bruit. Cet organisme génétiquement modifié, commercialisé par le géant américain Monsanto, induirait de graves malformations rénales chez le rat. De quoi légitimement faire craindre de sérieux risques pour la santé humaine en dépit des avis rassurants donnés, jusque-là, par la communauté scientifique sur la dangerosité des OGM. «Pour la première fois, on découvre que les experts admettent que l'ingestion d'OGM a des effets significatifs sur les animaux», déclare ce jour-là Corinne Lepage, dans une interview au Monde, en appui d'un article intitulé «l'expertise confidentielle sur un inquiétant maïs transgénique».

Le Crie-Gen vient en effet de se procurer, non sans mal, auprès de la Commission du génie biomoléculaire (CGB), l'une des instances chargée avec l'Afssa (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) d'instruire les demandes d'autorisation d'OGM pour le compte du gouvernement français, les résultats détaillés d'une étude de toxicité effectuée sur des rats nourris pendant 90 jours avec du Mon 863 comparés à des rats témoins alimentés avec du maïs conventionnel.

Dans son avis daté du 28 octobre 2003, la CGB constate «des différences statistiques significatives» sur des indicateurs clés comme «l'hématologie (globules blancs, lymphocytes), la biochimie clinique (glycémie) ainsi que le poids des reins» et estime ne pas être «en mesure de conclure à l'absence de risque pour la santé animale».

Mais, contrairement à ce que laisse entendre Corinne Lepage, les scientifiques sont loin d'être unanimes. Dans un avis publié le 6 novembre 2003, l'Afssa considère que les différences constatées sur les rats soumis à un régime transgénique «sont sans signification biologique» et conclut que «la consommation» du maïs Mon 863, qui a la particularité de sécréter son propre insecticide (en réalité, une protéine d'origine bactérienne, couramment utilisée en agriculture biologique) ne présente pas de risques nutritionnels.»

Le 19 avril 2004, soit quatre jours avant l'offensive médiatique du Crie-Gen, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (Efsa) allait dans le même sens que l'Afssa en se déclarant favorable à l'importation du maïs Mon 863 dans l'Union européenne. Comment des

spécialistes peuvent-ils arriver à des conclusions aussi dissemblables sur un même dossier ? «Il s'agit de problèmes très complexes qu'il n'est pas facile d'éclaircir du premier coup. Avant de crier au loup et d'affoler les gens pour rien, il faut d'abord s'assurer que l'on dispose de résultats scientifiques fiables et confirmés», soupire Marc Fellous, le président de la CGB, visiblement agacé par le retentissement de cette affaire. Car les choses n'en sont pas restées là. Intriguée par les résultats de l'étude, la CGB a fait appel à deux pathologistes indépendants de renommée internationale, qui ont procédé à un nouvel examen des coupes histologiques des reins présentant des anomalies.

Leur verdict est sans appel : ces lésions, dont le Crici-gen avait fait grand cas, sont «banales et fréquentes dans la plupart des souches de rat utilisées en toxicologie» et ne peuvent être associées à l'ingestion de maïs transgénique, peut-on lire dans un document de la CGB daté du 14 septembre dernier.

Concernant le poids des reins, plus faible chez les rats nourris au Mon 863, la Commission a requis l'avis du professeur André-Laurent Parodi, de l'École nationale vétérinaire de Maisons-Alfort. Ce scientifique explique que «les variations de poids constatées entrent dans la fourchette de la variabilité naturelle. Quant aux anomalies histologiques, je confirme qu'il s'agit bien de néphropathie chronique progressive, une affection qui se développe spontanément chez le rat à partir d'un certain âge, dont la prévalence est plus fréquente chez les mâles que chez les femelles et qui est sans rapport avec l'alimentation.»

Compte tenu de ces nouvelles informations, les conclusions de la CGB sur le Mon 863, publiées sur son site Internet, ne sont évidemment plus les mêmes qu'il y a un an et rejoignent maintenant celles de l'Afssa et de l'Efsa.

Mais l'un de ses membres, le biologiste Gilles-Eric Séralini, responsable scientifique du Crici-Gen, maintient ses doutes. «Il y a eu des négociations avec Monsanto pour extraire les anomalies sanguines de la contre-expertise au motif qu'elles ne sont pas proportionnelles aux doses de maïs ingéré, affirme-t-il. Vu le nombre d'anomalies détectées, il aurait fallu demander à Monsanto de refaire l'expérience, ce qui n'a pas été fait au motif que cela coûte trop cher.»

Des arguments balayés par Gérard Pascal, un autre membre de la CGB. Directeur scientifique à l'INRA, ce toxicologue réputé est en fait à l'origine de l'affaire. «Comme j'avais jusqu'alors régulièrement donné un avis favorable sur les dossiers d'OGM qu'on me soumettait, beaucoup de gens ont cru à l'époque, notamment dans le milieu associatif, que j'avais basculé du côté des opposants...», s'amuse-t-il aujourd'hui.



Sur le fond, il estime «normal» que les données métaboliques n'aient pas été prises en compte. «Une différence même significative de la glycémie n'a pas grand sens si le pancréas des rats est normal comme c'était le cas. En fait, nous sommes face à des résultats qui sont difficilement interprétables et le fait de recommencer l'expérience ne nous aurait pas mieux renseignés. Tout simplement parce que ce type d'essai, conçu à l'origine pour tester des poisons, a un pouvoir discriminant très faible sur des aliments qui ne sont pas censés en être. Depuis cinq ans, des recherches ont été lancées, notamment avec l'appui de l'Europe, pour mettre au point des méthodologies plus sensibles.» Détectera-t-on alors des effets discrets qui échappent pour le moment à l'analyse ?

Pour l'heure, les États membres doivent décider à Bruxelles d'autoriser ou non l'importation dans l'Union européenne de ce maïs transgénique qui, jusqu'à preuve du contraire, n'a plus grand-chose d'«inquiétant».

Voilà comment de façon inquiétante l'on a toujours alarmé les populations sur les problèmes concernant les OGM.

Les opinions sur les organismes génétiquement modifiés ne doivent pas être un frein à la maîtrise de cette technologie qui quel que soit le bord auquel on appartient est sûrement une solution pour résoudre certains maux dont souffre l'agriculture en Afrique et en Côte d'Ivoire, en particulier.

En Afrique, par exemple, un domaine d'application du génie génétique (cultures *in vitro*, réalisation de plantes transgéniques ...) en agriculture est l'amélioration des tubercules et des racines vivrières comme la pomme de terre, la patate douce et le manioc. Cette amélioration permet ainsi de maîtriser des maladies et des parasites virulents et d'augmenter la productivité.

La plupart des pays d'Afrique ont un important retard dans le domaine des plantes transgéniques et ont des accès limités à la technologie mis à part l'Égypte, le Sénégal et l'Afrique du Sud. Dans tous ces pays, le problème principal de l'utilisation de ces techniques est l'absence de lois sur le transfert des technologies génétiques. Au Kenya, ce transfert s'effectue dans le cadre d'un partenariat avec les États industriels des pays développés.

Au Sénégal, un partenariat avec un laboratoire de recherche universitaire français a permis le développement d'un laboratoire de biotechnologies. Ce partenariat a porté d'une part, sur les travaux de recherche sur l'amélioration de la tolérance au manque d'eau chez une

légumineuse originaire d'Afrique (le niébé) et d'autre part, à la formation des spécialistes sénégalais aux biotechnologies.

En Amérique du sud, l'Argentine, le Brésil et le Chili se sont lancés dans les biotechnologies à différents niveaux.

Pour tous ceux que nous avons sondés, tous sont unanimes sur ce constat, l'agriculture ivoirienne doit être systématiquement mécanisée. Car elle utilise des moyens rudimentaires de production et bénéficie de très peu de crédits financiers disponibles pour inciter les jeunes à retourner à la terre.

### **Conclusion partielle**

L'enquête menée au sein des populations paysannes et intellectuelles a indiqué que très peu de paysans, un peu plus de 65 %, n'ont aucune information en ce qui concerne les plantes génétiquement modifiées. Ce fort taux d'ignorance est lié à leur niveau d'instruction.

Par contre, les intellectuels qui se recrutent au niveau de l'Université, des Grandes Ecoles et des fonctionnaires des ministères en charge de l'agriculture, de la recherche scientifique, de l'environnement et des étudiants, plus de 97 % connaissent l'existence des OGM.

Au sein des populations paysannes et intellectuelles, il ya à la fois des adversaires et des partisans pour l'éventuel introduction des plantes transgéniques en Côte d'Ivoire.

Les partisans des OGM ont avancé des raisons économiques telles l'amélioration des rendements et la réduction des temps de travail au champ pour se justifier tandis que ceux qui s'y opposent parlent plutôt de danger réel que ces plantes pourraient constituer pour la santé humaine et pour l'environnement et ils évoquent aussi un problème d'éthique morale que les partisans des OGM ignorent.

Entre temps, les paysans favorables aux OGM, contrairement aux plantes transgéniques déjà utilisées dans le monde, préfèrent plutôt des plantes génétiquement modifiées qui résistent au stress hydrique.

Dans l'ensemble, les ivoiriens reçoivent leurs informations sur les OGM à travers les médias telles que la radio et la télévision y compris tous ce qui y sont farouchement opposés.

La gestion sociale de l'innovation, avec un déficit d'information, une communication non équilibrée, des faits souvent déformés par les médias et les associations opposées aux OGM, des choix politiques pas toujours clairs, et la perte de confiance dans certains acteurs (chercheurs, agriculteurs, agro-industriels et décideurs politiques) ont fini par rendre sceptique un très grand nombre d'individus que nous avons rencontrés en Côte d'Ivoire et en France.

## **Chapitre 6 : Flore adventice des différents agrosystèmes dans les localités de Gagnoa et Azaguié**

### 6-1-Inventaire global de la flore adventice dans les agrosystèmes étudiés

L'étude floristique réalisée dans les agrosystèmes paysans dans les sous préfectures d'Azaguié et de Gagnoa a porté sur 884 relevés. Elle a donné à Azaguié, 263 espèces réparties entre 150 genres et 57 familles et à Gagnoa, 242 espèces réparties entre 145 genres et 48 familles, L'ensemble des deux localités explorées a donné un total de 302 espèces avec 200 espèces communes.

Du point de vue de la diversité floristique, les dix familles les mieux représentées dans chaque zone d'étude sont consignées dans les Tableaux VI et VII. Sur une moyenne de 52 familles d'adventices rencontrées dans chaque localité, 5 d'entre elles (Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae) ont représenté à elles seules plus de 47 % des espèces recensées qui peuplent les champs.

Dans les deux localités, seulement 60 espèces ont été préférentielles de la zone d'Azaguié tandis que 42 espèces ont été préférentielles de Gagnoa.

Ce sont pour la localité d'Azaguié : *Baphia nitida*, *Blighia welwitschii*, *Cnestis longiflora*, *Dalbergia saxatilis*, *Icacina mannii*, *Palisota hirsuta*, *Pteridium aquilinum*, *Tacca leontopetaloides*.,

Pour la localité de Gagnoa, ce sont : *Daniellia oliveri*, *Hackelochloa granularis*, *Lippia multiflora*, *Nauclea latifolia*, *Piliostigma thonningii*, *Polygala arenaria*, *Stylochiton hypogaeus*.

Dans la localité d'Azaguié, les espèces retrouvées sont caractéristiques de forêts primaires et secondaires, tandis que dans la localité de Gagnoa, les espèces sont plutôt savanicoles.

Quarante cinq et trente sept familles appartiennent à la classe des Magnoliopsida (Dicotylédones) respectivement à Azaguié et à Gagnoa (Tableau VIII), ce qui représente plus de 70 % des familles rencontrées pour chaque localité, alors que dans ces deux localités seules 9 familles appartiennent aux Liliopsida (Monocotylédones). Les Liliopsida, malgré leur faible représentation par rapport au Magnoliopsida ont un fort taux de recouvrement dans les parcelles explorées.

Tableau VI: Familles caractéristiques les plus représentées à Azaguié

Rang	Familles	Effectif		Fréquence relative
		Genres	d'espèces	
1	Poaceae	22	43	16,35
2	Fabaceae	13	25	9,51
3	Cyperaceae	5	22	8,37
4	Asteraceae	17	19	7,22
5	Euphorbiaceae	9	17	6,46
6	Malvaceae	5	11	4,18
7	Amaranthaceae	5	10	3,80
8	Rubiaceae	4	9	3,42
9	Dioscoreaceae	1	8	3,04
10	Commelinaceae	3	7	2,66

Tableau VII : Familles caractéristiques les plus représentées à Gagnoa

Rang	Familles	Effectif		Fréquence relative
		Genres	d'espèces	
1	Poaceae	23	39	16,12
2	Asteraceae	16	24	9,92
3	Fabaceae	12	22	9,09
4	Cyperaceae	6	15	6,20
5	Euphorbiaceae	8	15	6,20
6	Malvaceae	4	15	6,20
7	Rubiaceae	6	10	4,13
8	Amaranthaceae	5	8	3,31
9	Caesalpiniaceae	4	7	2,89
10	Convolvulaceae	3	6	2,48

Tableau VIII : Différents types de classes recensées à Azaguié et Gagnoa

Classes	Effectif des Classes	
	Azaguié	Gagnoa
Liliopsida	9	9
Magnoliopsida	45	37
Ptérédiphytes	2	2
Hydrophytes	1	-

## **6-2- Plantes transgéniques susceptibles d'être introduites en Côte d'Ivoire et les espèces sauvages voisines.**

L'étude floristique réalisée dans les agrosystèmes ivoiriens et l'exploitation de l'herbier du Centre National de floristique (CNF) nous ont permis de dresser une liste d'adventices de la flore ivoirienne. La bibliographie réalisée nous a permis d'établir aussi la liste de plantes transgéniques qui sont cultivées en Afrique et qui pourraient être introduites en Côte d'Ivoire, une fois les OGM autorisés. La comparaison générique de l'espèce cultivée et des mauvaises herbes nous a permis de réaliser le Tableau IX. Outre les autres moyens de transmission du transgène entre les plantes, ici nous nous limitons au passage du transgène à la flore sauvage voisine par la voie sexuée, c'est-à-dire par la pollinisation.

Une plante ne produisant pas de pollen (cas des plantes à multiplication végétative où la reproduction sexuée a souvent disparu, comme chez l'igname, ou des plantes mâles stériles non restaurées). Il sera difficile de transmettre ses gènes par les pollens.

La diffusion de pollen par voie sexuée à d'autres végétaux sera très faible pour les plantes autogames comme la tomate et le coton.

Il faut dire qu'à part le maïs, toutes les cultures ont des espèces sauvages voisines et proches parents dans leur milieu de vie. On pense que pour le mil et les autres espèces traditionnelles, le risque de transmission du transgène est certain par voie sexuée parce que la parenté est proche et les formes sauvages sont abondantes dans l'environnement de la plante cultivée.

Le sorgho, par exemple, des croisements sont possibles avec des parents proches (Tableau IX) qui sont nombreux dans la flore ivoirienne. Une vigilance très accrue devrait être maintenue surtout si l'on devait utiliser des variétés transgéniques résistantes aux herbicides.

La transmission du transgène par voie sexuée entre deux espèces a besoin pour se réaliser de diverses conditions (Figure 25).

Tableau IX : liste de plantes cultivées et leurs formes proches par le genre dans la flore ivoirienne

Espèces spontanées voisines	Espèce cultivée	Nom vulgaire	Mode de reproduction
<i>Carica papaya</i> var. <i>bady</i>	<i>Carica papaya</i>	Papaye	Allogame
<i>Coffea afzelii</i>	<i>Coffea canephora</i>	Caféier	Allogame
<i>Coffea excelsa</i>			
<i>Coffea rupestris</i>			
<i>Dioscorea abyssinica</i>	<i>Dioscorea cayenensis-rotundata</i>	Igname	Multiplication végétative fréquente
<i>Dioscorea bulbifera</i>			
<i>Dioscorea dumetorum</i>			
<i>Dioscorea praehensilis</i>			
<i>Dioscorea preussii</i>			
<i>Gossypium arboreum</i>	<i>Gossypium hirsutum</i>	Cotonnier	Autogame
<i>Gossypium herbaceum</i>			
<i>Ipomoea argentea</i>	<i>Ipomoea batatas</i>	Patate	Multiplication végétative fréquente
<i>Ipomoea mauritiana</i>			
<i>Manihot glaziovii</i>	<i>Manihot esculenta</i>	Manioc	Multiplication végétative fréquente
<i>Manihot grahami</i>			
<i>Musa sapientum</i>	<i>Musa paradisiaca</i>	Bananier	Multiplication végétative fréquente
<i>Musa schweinfurthii</i>			
<i>Oryza eichingeri</i>	<i>Oryza sativa</i>	Riz	Autogame
<i>Oryza longistaminata</i>			
<i>Oryza punctata</i>			
<i>Pennisetum americanum</i>	<i>Pennisetum glaucum</i>	Mil	Allogame
<i>Pennisetum pedicellatum</i>			
<i>Pennisetum polystachion</i>			
<i>Pennisetum purpureum</i>			
<i>Pennisetum subangustum</i>			
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Autogame
<i>Sorghum sudanense</i>	<i>Sorghum bicolor</i> subsp. <i>bicolor</i>	Sorgho	Allogame
<i>Sorghum verticilliflorum</i>			
<i>Theobroma grandiflorum</i>	<i>Theobroma cacao</i>	Cacaoyer	Allogame
<i>Theobroma speciosa</i>			
<i>Tripsacum laxum</i>	<i>Zea mays</i>	Maïs	Allogame
<i>Vigna ambacensis</i>	<i>Vigna unguiculata</i>	Niébé	Allogame
<i>Vigna desmodioides</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Haricot	
<i>Vigna filicaulis</i>			
<i>Vigna gracilis</i>			
<i>Vigna luteola</i>			



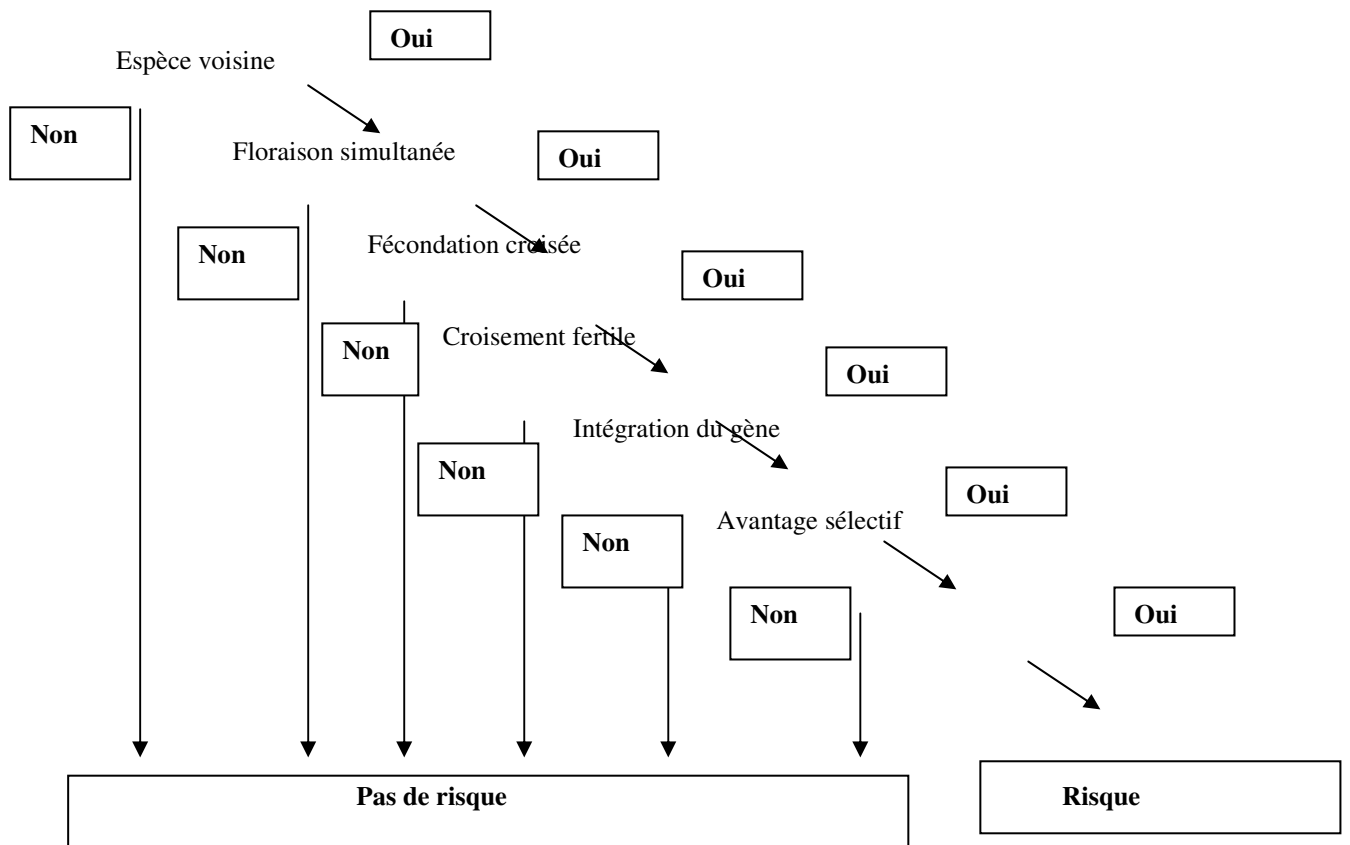


Figure 25 Diagramme représentant différentes conditions qui doivent être remplies pour que le passage d'un transgène à la flore sauvage présente un risque par la voie sexuée.

### **6-3-Caractéristiques des flores adventices des 2 zones étudiées**

#### **6-3-1- Flore adventice des agrosystèmes de la localité d’Azaguié**

La comparaison appariée des listes floristiques a donné les résultats contenus dans le Tableau X. Tous les agrosystèmes de la localité d’Azaguié pris deux à deux ont donné des coefficients de similitude ( $C_s$ ) inférieurs à 50 %, sauf la combinaison (MAIS-IGVI) qui a donnée un  $C_s$  de 50,70 %. Ce qui signifie que les milieux échantillonnés sont floristiquement hétérogènes. Les différents agrosystèmes présentent une diversité d’adventices.

#### **6-3-2- Flore adventice des agrosystèmes de la localité de Gagnoa**

Les listes floristiques des agrosystèmes prise deux à deux ont donné 78 combinaisons (Tableau XI). Sur l’ensemble des 78 combinaisons, 12 couples ont un  $C_s$  compris entre 32 et 48,28 % et 66 ont un  $C_s$  supérieur à 50 %. Ce qui donne plus de 84 % des binômes calculés qui ont un  $C_s$  supérieur à 50 %. Cela signifie que les milieux échantillonnés sont floristiquement homogènes. Les différents agrosystèmes ont une majorité de flore adventice en commun dans la région de Gagnoa.

### **6-4- Relations entre les agrosystèmes et la qualité de la flore adventice**

La flore adventice de plusieurs agrosystèmes a été identifiée et les calculs des coefficients de similitude ont montré, d’une part une flore homogène à Gagnoa et d’autre part une flore hétérogène à Azaguié.

Quelles sont les raisons qui pourraient expliquer cette divergence d’observations en ce qui concerne les tests d’homogénéités observés ?. Des analyses de correspondance multiple (ACM) ont été réalisées pour savoir s’il existe des corrélations entre les agrosystèmes répertoriés et les adventices identifiées.

#### **6-4-1 Au niveau d’Azaguié**

Les trois premiers axes de l’analyse de correspondance multiple (ACM) ont apporté une contribution de plus de 80 %.

#### **6-4-1-1 Axes factoriels 1 et 2**

Les résultats de l'analyse ont permis aux axes 1 et 2 (Figure 26) de dégager deux groupes d'exploitations, Le premier lot constitué des bananeraies et des Jachères, le deuxième lot caractérisé par les plantations d'igname-maïs, de gombo-tomates, d'Ignames, d'ignames-autres vivriers, de manioc et de maïs.

#### **6-4-1-2- Axes factoriels 1 et 3**

Ces axes factoriels ont permis de confirmer les groupes établis à la première analyse.

Les ACM correspondantes en fonction des axes ont été comparées. D'une part, les figures 26 et 27 et d'autre part, les figures 28 et 29 ont permis de dégager des groupes d'adventices caractéristiques des différents lots. C'est-à-dire un noyau floristique de base pouvant être qualifiés d'adventices caractéristiques des agrosystèmes de la zone étudiée.

Pour Azaguié la liste de ces espèces suivantes est montrée dans le Tableau XII.

#### **6-4-2- Au niveau de Gagnoa**

Les trois premiers axes ont apporté une inertie de plus de 80 %.

##### **6-4-2-1- Axes factoriels 1 et 2, 1et 3**

L'analyse des résultats de l'ACM (Figures 30 et 31) ne permet pas de dégager des groupes d'agro systèmes. En effet, les fortes liaisons entre les communautés de mauvaises herbes des agro systèmes (les coefficients de similitudes supérieurs à 50 % dans plus de 84 % des combinaisons expliquent en partie tous les regroupements des espèces et des facteurs environnementaux.

Les figures correspondantes en fonction des axes ont été superposées, C'est d'une part les figures 28 et 30 et d'autre part les figures 29 et 31. Ces figures ont indiqué une forte liaison entre les listes floristiques des agrosystèmes, ce qui a donné un regroupement intense des adventices dans la partie médiane des figures 32 et 33 et n'a pas permis de dégager un cortège floristique de base caractéristique d'un agrosystème particulier.

Tableau X : Différents agrosystèmes codifiés et les coefficients de similitude dans la localité d'Azaguié

Agrosystèmes		Effectifs			Cs(%)
		a	b	c	
BAN	MAIS	33	34	4	11,94
BAN	IGVI	33	37	3	8,57
BAN	IGMA	33	24	4	14,04
BAN	JAC	33	76	22	40,37
BAN	IGN	33	23	3	10,71
BAN	MAN	33	45	12	30,77
BAN	GOTO	33	22	2	7,27
MAIS	GOTO	34	22	5	17,86
MAIS	IGVI	34	37	18	50,70
MAIS	IGMA	34	24	7	24,14
MAIS	JAC	34	76	12	21,82
MAIS	IGN	34	22	2	7,14
MAIS	MAN	34	45	16	40,51
IVGI	MAN	37	45	15	36,59
IVGI	IGMA	37	24	12	39,34
IGVI	JAC	37	76	16	28,32
IGVI	IGN	37	23	13	43,33
IGVI	GOTO	37	22	8	27,12
IGMA	GOTO	24	22	7	30,43
IGMA	JAC	24	76	11	22,00
IGMA	IGN	24	23	8	34,04
IGMA	MAN	24	45	9	26,09
JAC	MAN	76	45	24	39,67
JAC	IGN	76	23	12	24,24
JAC	GOTO	76	22	9	18,37
IGN	GOTO	23	22	9	40,00
IGN	MAN	23	45	7	20,59

Tableau XI : Calcul des coefficients de similitudes des agrosystemes dans la région de Gagnoa

Agrosystèmes		Effectifs			CS(%)
		a	b	c	
MAAR	RIPU	16	20	11	61,11
MAAR	ARHA	16	9	5	40,00
MAAR	RIMA	16	14	9	60,00
MAAR	IMGM	16	14	7	46,67
MAAR	BANA	16	16	6	37,50
MAAR	IGMN	16	18	9	52,94
MAAR	IGMA	16	27	13	60,47
MAAR	IGNA	16	18	9	52,94
MAAR	HARI	16	11	7	51,85
MAAR	MAIS	16	21	14	75,68
MAAR	MANI	16	19	14	80,00
RIPU	MAMA	20	15	11	62,86
RIPU	ARHA	20	9	8	55,17
RIPU	RIMA	20	14	10	58,82
RIPU	IMGM	20	14	11	64,71
RIPU	BANA	20	16	11	61,11
RIPU	IGMN	20	18	11	57,89
RIPU	IGMA	20	27	14	59,57
RIPU	IGNA	20	18	12	63,16
RIPU	HARI	20	11	9	58,06
RIPU	MAIS	20	21	15	73,17
RIPU	MANI	20	19	13	66,67
MAMA	ARHA	15	9	7	58,33

MAMA	RIMA	15	14	7	48,28
MAMA	IMGM	15	14	10	68,97
MAMA	BANA	15	16	9	58,06
MAMA	IGMN	15	18	9	54,55
MAMA	IGMA	15	27	13	61,90
MAMA	IGNA	15	18	10	60,61
MAMA	HARI	15	11	8	61,54
MAMA	MAIS	15	21	12	66,67
MAMA	MANI	15	19	10	58,82
ARHA	RIMA	9	14	6	52,17
ARHA	IMGM	9	14	7	60,87
ARHA	BANA	9	16	4	32,00
ARHA	IGMN	9	18	5	37,04
ARHA	IGMA	9	27	8	44,44
ARHA	IGNA	9	18	7	51,85
ARHA	HARI	9	11	5	50,00
ARHA	MAIS	9	21	6	40,00
ARHA	MANI	9	19	6	42,86
RIMA	IMGM	14	14	9	64,29
RIMA	BANA	14	16	8	53,33
RIMA	IGMN	14	18	10	62,50

Tableau XI (Suite et fin)

Agrosystèmes		Effectifs			Cs (%)
		a	b	c	
RIMA	IGMA	14	27	11	53,66
RIMA	IGNA	14	18	9	56,25
RIMA	HARI	14	11	8	64,00
RIMA	MAIS	14	21	10	57,14
RIMA	MANI	14	19	11	66,67
IMGM	BANA	14	16	7	46,67
IMGM	IGMN	14	18	9	56,25
IMGM	IGMA	14	27	12	58,54
IMGM	IGNA	14	18	9	56,25
IMGM	HARI	14	11	8	64,00
IMGM	MAIS	14	21	11	62,86
IMGM	MANI	14	19	10	60,61
BANA	IGMN	16	18	8	47,06
BANA	IGMA	16	27	12	55,81
BANA	IGNA	16	18	9	52,94
BANA	HARI	16	11	7	51,85
BANA	MAIS	16	21	11	59,46
BANA	MANI	16	19	12	68,57
IGMN	IGMA	18	27	12	53,33
IGMN	IGNA	18	18	8	44,44
IGMN	HARI	18	11	10	68,97
IGMN	MAIS	18	21	14	71,79
IGMN	MANI	18	19	11	59,46
IGMA	IGNA	27	18	14	62,22
IGMA	HARI	27	11	10	52,63

IGMA	MAIS	27	21	16	66,67
IGMA	MANI	27	19	16	69,57
IGNA	HARI	18	11	7	48,28
IGNA	MAIS	18	21	12	61,54
IGNA	MANI	18	19	11	59,46
HARI	MAIS	11	21	9	56,25
HARI	MANI	11	19	8	53,33
MAIS	MANI	21	19	17	85,00

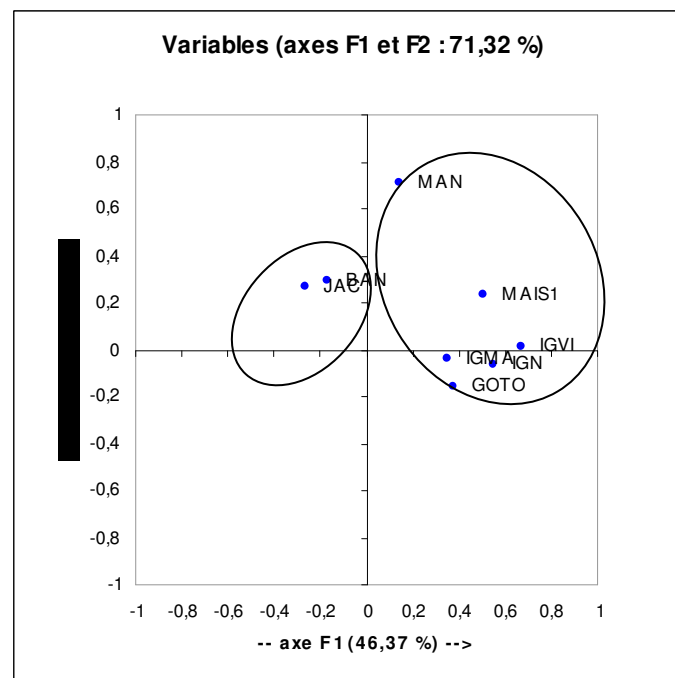
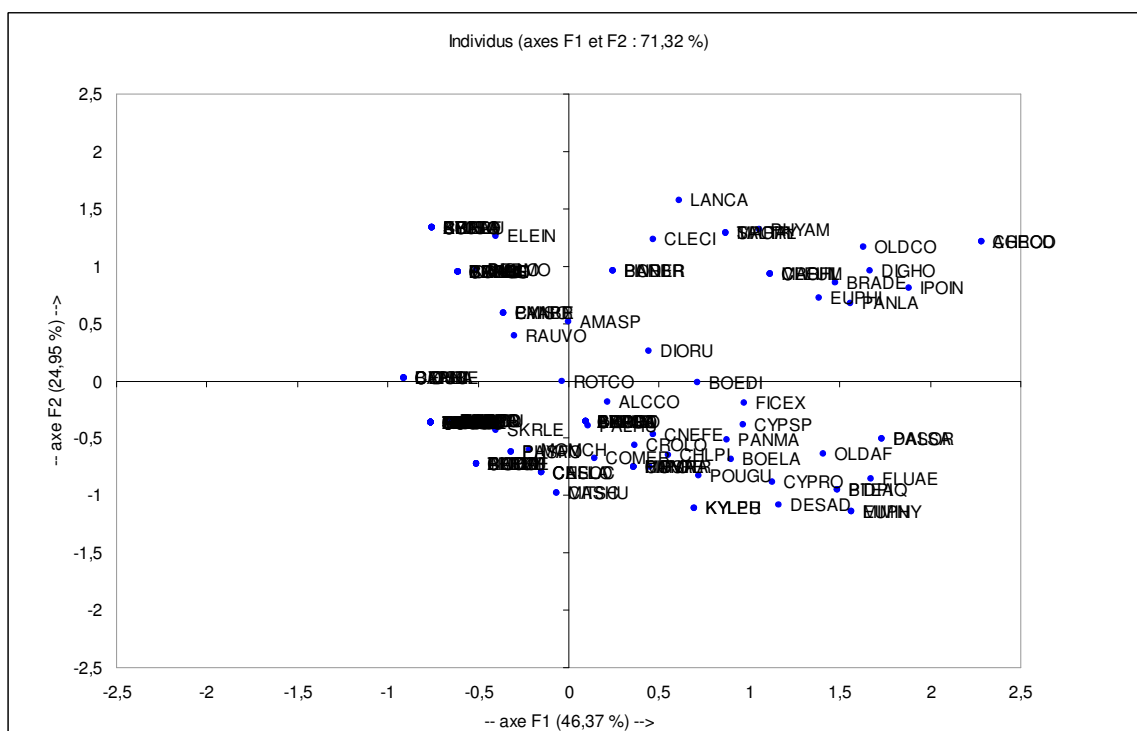
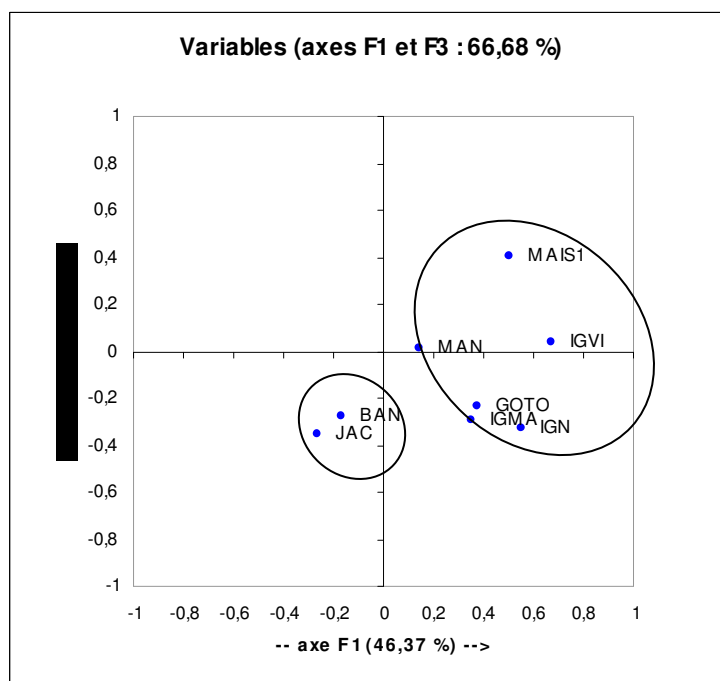


Figure 26 : Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 2 de l'ACM dans la localité d'Azaguié



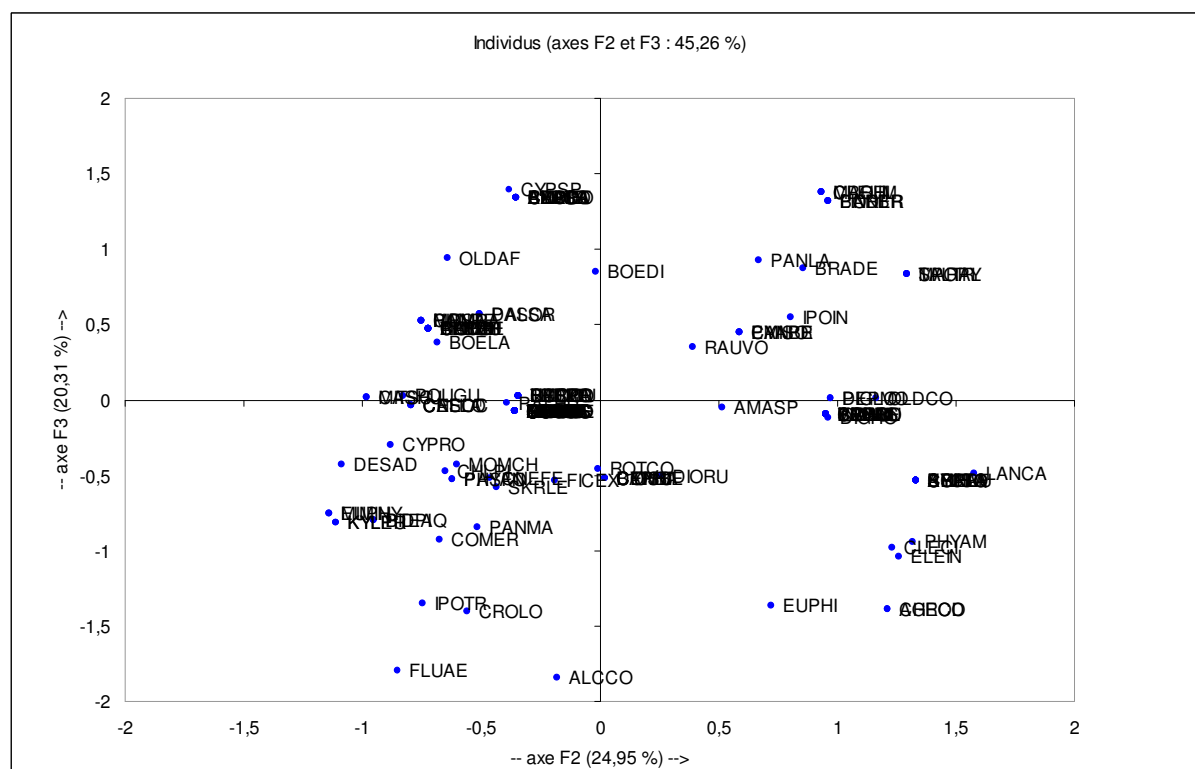


Figure 29 : Projection des espèces dans le plan 1 et 3 de l'ACM dans la localité d'Azaguié

Tableau XII : Agrosystèmes et espèces caractéristiques dans la localité d'Azaguié

Code Bayer	Espèce	Famille	Agrosystèmes
DIGLON	<i>Digitaria longiflora</i> (Retzius) Persoon	Poaceae	bananiers et jachères
ELEIN	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Poaceae	
PANBR	<i>Panicum brevifolium</i> L.	Poaceae	
PENPO	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schultes	Poaceae	
EMSO	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	
VERCI	<i>Vernonia cinerea</i> (Linn.) Less	Asteraceae	
RAUVO	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel	Apocynaceae	
CYPES	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	
INDHI	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Fabaceae	
CALMU	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desvaux	Fabaceae	
ICAMA	<i>Icacina mannii</i> Oliv.	Icacinaceae	
PEPMO	<i>Peperomia molleri</i> C. DC	Piperaceae	
POROL	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	
SPIAN	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae	
BRERE	<i>Breynia retusa</i> (Denste) Alston	Euphorbiaceae	
CYAPR	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae	
CNEFE	<i>Cnestis ferruginea</i> DC	Connaraceae	
CNELO	<i>Cnestis longiflora</i> Climber	Connaraceae	
IPOTR	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	
COMRA	<i>Combretum racemosum</i> P. Beauv.	Combretaceae	
COMBE	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	
COMER	<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae	
CROLO	<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae	



CLERU	<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	Cleomaceae	<b>igname-manioc igname igname-vivriers gombo-tomates</b>
CYPRO	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	
CYPSP	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae	
CELTR	<i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae	
AXOCO	<i>Axonopus compressus</i> (SW.) P. Beauv	Poaceae	
AMPPT	<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms Lat.	Fabaceae	
ALCCO	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae	
EUPHI	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	
DESAD	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	
PANMA	<i>Panicum maximum</i> Jacq	Poaceae	
PASOR	<i>Paspalum orbiculare</i> G. Forst	Poaceae	
PASFO	<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	
PHYAM	<i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.	Euphorbiaceae	
PHYUR	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Euphorbiaceae	
MOMCH	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	
MITSC	<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Rubiaceae	

Tableau XII (Suite et fin)

Code Bayer	Espèce	Famille	Agrosystèmes
ERACI	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.BR.	Poaceae	<b>igname-manioc igname igname-vivriers gombo-tomates</b>
FICEX	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	
RICBR	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Asteraceae	
BRADE	<i>Brachiara deflexa</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae	<b>maïs et manioc</b>
BOERER	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae	
CLERUM	<i>Clerodendrum umbellatum</i> F. Scandens (P. Beauv.) H.N. Moldenke	Verbenaceae	
CLECI	<i>Cleome ciliata</i> Shumacher	Cleomaceae	
CROHI	<i>Croton hirtus</i> L'Héritier	Euphorbiaceae	
EUPHI	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	
LANCA	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	
MARAL	<i>Mariscus cylindristachyus</i> Steudel	Cyperaceae	
OLDCO	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae	
PANLA	<i>Panicum laxum</i> Sw.	Poaceae	
PANPA	<i>Panicum parvifolium</i> LAM.	Poaceae	
PHYAN	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	
SPOPY	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv	Poaceae	

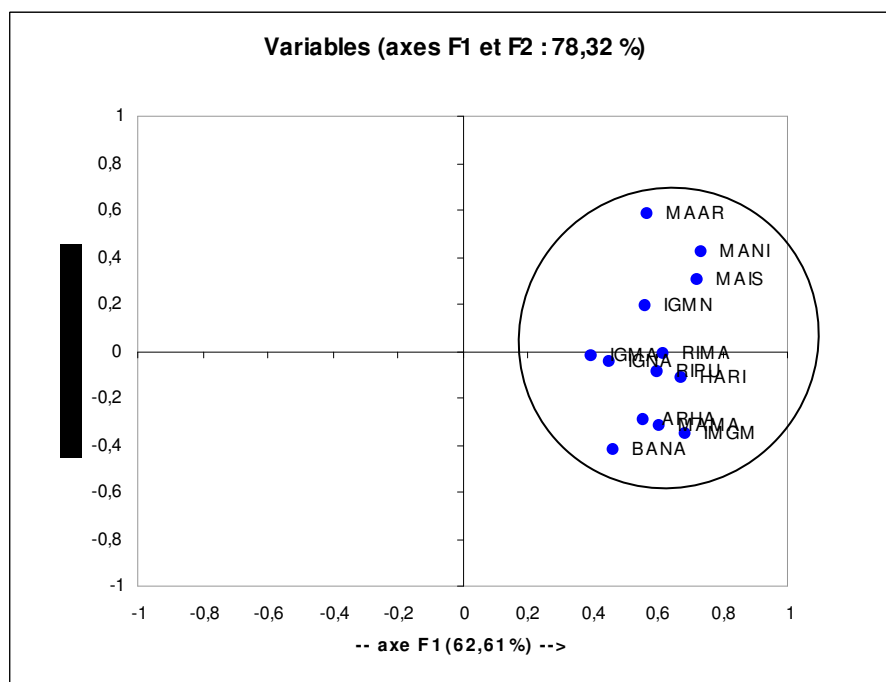


Figure 30: Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 2 de l'ACM dans la localité de Gagnoa

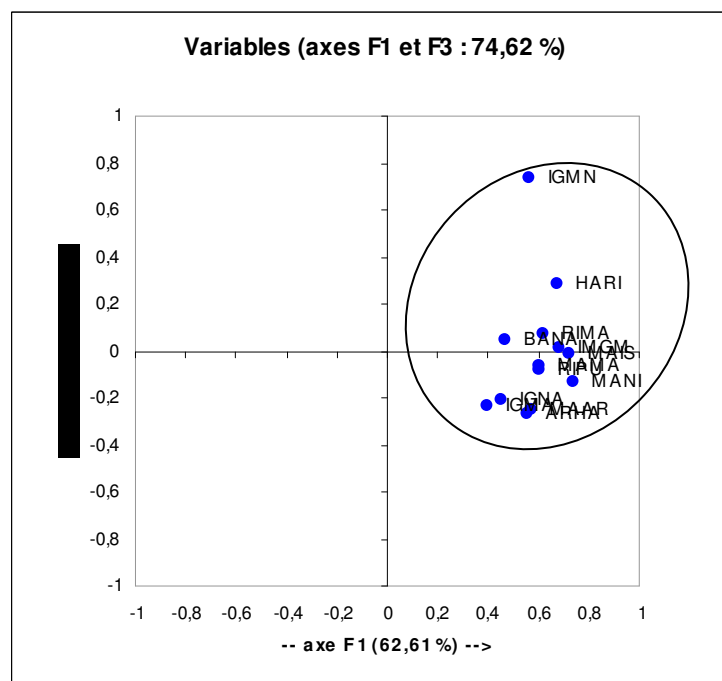


Figure 31 : Projection des écosystèmes dans le plan 1 et 3  
de l'ACM dans la localité de Gagnoa

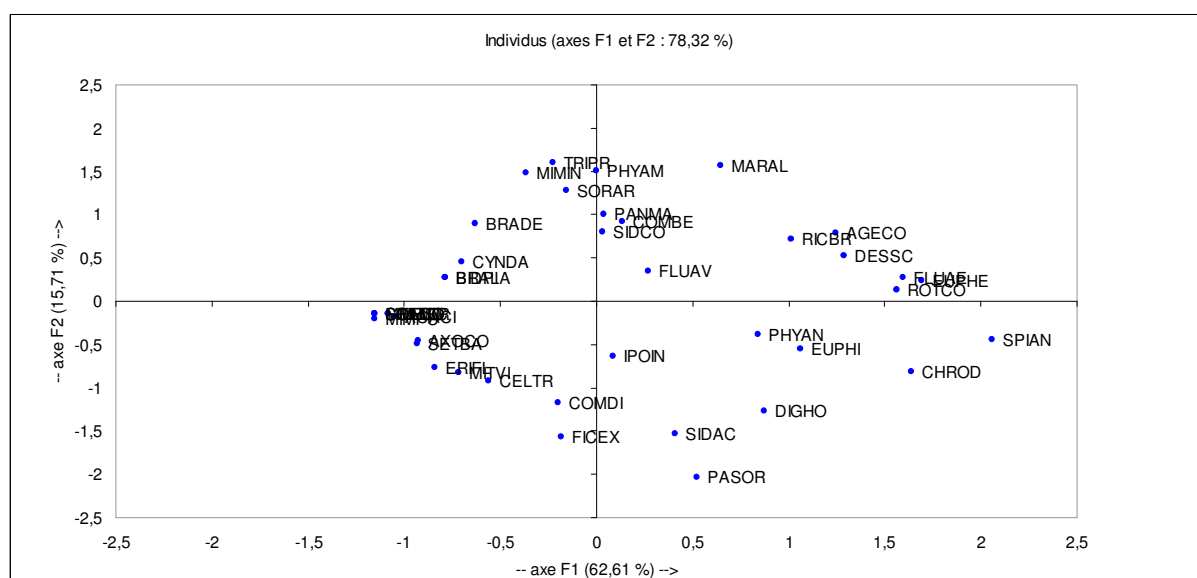
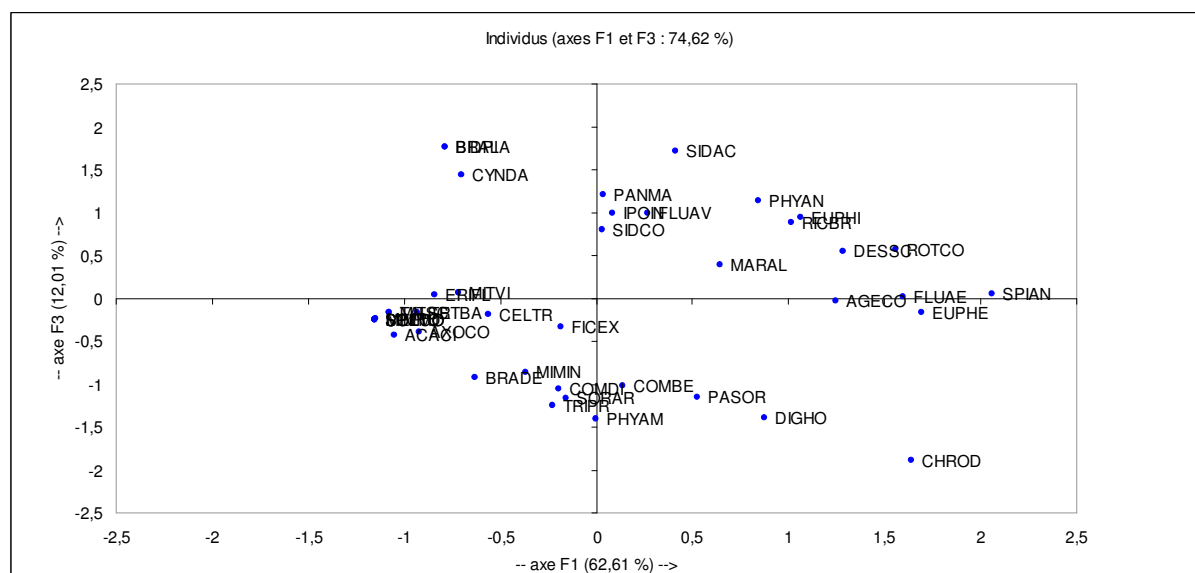


Figure 32 : Projection des espèces dans le plan 1 et 2  
de l'ACM dans la localité de Gagnoa



#### **6-5- Fréquence des adventices et espèces majeures recensées**

Cette étude sera consacrée uniquement aux Poaceae car ce sont les espèces de cette famille qui sont les plus proches parents du maïs qui est considéré comme notre culture transgénique mise en évidence. Il y a eu, dans la localité d'Azaguié 43 espèces de Poaceae appartenant à 22 genres et dans la localité de Gagnoa 39 espèces de la même famille appartenant à 23 genres.

Les espèces les plus fréquentes ont été aussi les plus abondantes. Ainsi nous regroupons dans ce Tableau XIII, les espèces les plus fréquentes dans les agrosystèmes des deux localités.

Tableau XIII: Espèces de Poaceae majeures des Agrosystèmes

Localités	Espèces	Fréquence relative en (%)
Azaguié	<i>Panicum maximum</i>	17
	<i>Brachiaria deflexa</i>	15,5
	<i>Cynodon dactylon</i>	15
	<i>Eleusine indica</i>	15
	<i>Panicum repens</i>	14
	<i>Paspalum conjugatum Paspalum orbiculare</i>	12
		10
Gagnoa	<i>Panicum maximum</i>	20
	<i>Andropogon gayanus Andropogon tectorum</i>	18
	<i>Brachiaria lata</i>	16,5
	<i>Eleusine indica</i>	16
	<i>Cynodon dactylon</i>	16
		16

## **6-6- Description, écologie, biologie de quelques espèces majeures des agrosystèmes**

### **6-6-1-*Panicum maximum* Jacq. - Poaceae – Monocotylédone**

Code Bayer: PANMA

**Synonymes :** *Panicum laeve* Lam., *Urochloa maxima* (Jacq.) R.D.Webster

**Noms communs :** Herbe-fataque, Fataque

#### **Description :**

L'Herbe-fataque est une herbe très grande et robuste, qui forme des touffes denses. Elle développe parfois des tiges couchées qui s'enracinent au niveau des noeuds donnant souvent de nouvelles pousses. Les tiges sont hautes et droites, très solides. Les gaines sont peu à non poilues. Les noeuds sont très nets, entourés d'une collerette de poils blancs duveteux. La zone à la jonction de la gaine et du limbe est frangée de nombreux poils. Les feuilles sont longues, larges et enveloppantes, généralement sans poils. Le limbe est étroit et long, se termine en pointe. La nervure centrale est très marquée, surtout à la face inférieure. Les inflorescences sont très grandes et fines. Elles sont très ramifiées. Les épillets sont nombreux et petits, soyeux, souvent de couleur vert à pourpre.

#### **Biologie :**

L'Herbe-fataque est une graminée vivace. Elle se propage rapidement par fragmentation de ses tiges souterraines ou bien par division des touffes. La plante se multiplie également par ses graines transportées par l'eau ou par les oiseaux.

#### **Écologie et répartition :**

L'espèce est très fréquente partout en Côte d'Ivoire. Elle est aussi présente en zone sèche qu'en zone humide. Elle se rencontre sur des sols de bonne qualité et légèrement humides.

#### **Nuisibilité :**

L'Herbe-fataque envahit les sols cultivés. Notamment, elle pose d'importants problèmes dans les champs de canne à sucre.



Figure 34: *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae) sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010

#### **6-6-2-Cynodon dactylon (L.) Pers. - Poaceae - Monocotylédone**

Code Bayer: CYNDA

**Noms communs :** Petit-chiendent, Chiendent-fil-de-fer

#### **Description :**

Le Petit-chiendent est une herbe étalée, très dense. Ses tiges sont droites et très ramifiées. Elles donnent naissance, à la surface du sol, soit à des pousses dressées qui portent les futures inflorescences, soit à des rameaux rampants à l'origine de nouvelles tiges souterraines. Les feuilles sont étroites et disposées à plat, de part et d'autre de la tige. Elles sont en général dépourvues de poils. Les noeuds et les gaines ne sont pas ou très peu poilus. L'inflorescence est dressée, portant à son extrémité, 3 à 7 épis fins et longs, insérés à l'extrémité de la tige comme les doigts d'une main.

#### **Biologie :**

Le Petit-chiendent est une espèce vivace. Il se multiplie par graines, mais se propage principalement par boutures, par rejets et par ses tiges souterraines.



### **Écologie et répartition:**

Le Petit-chiendent peut s'adapter à des milieux très divers, mais c'est surtout une herbe des milieux secs et ensoleillés. Elle s'installe sur de nombreux sols avec une préférence pour les sols sableux à limono-sableux.

#### **Nuisibilité:**

Le Petit-chiendent se rencontre dans presque toutes les cultures de la Côte d'Ivoire (canne à sucre et cultures maraîchères surtout). Dans la canne, sa propagation gazonnante le rend très agressif. Ses tiges souterraines entrent en compétition très rapidement avec les racines de la canne.

### **6-6-3- *Brachiaria deflexa* (Schumach.) C.E. Hubb. ex Robyns**

Code Bayer: BRADE

**Synonyme:** *Pseudobrachiaria deflexa*

**Nom vernaculaire :** Fonio à grosses graines, gros fonio, millet de Guinée

#### **Description**

Elle peut atteindre 70 à 100 cm de haut. Les tiges (chaumes) sont solitaires ou en touffes, minces souvent frêles et ascendantes. Les feuilles sont alternes, simples et entières. La gaine pale est striée, finement pubescente et la ligule est ciliée. Le limbe est largement linéaire à étroitement lancéolé. L'inflorescence en forme de panicule est composée de 5 à 15 grappes portées par un axe de 6 à 15 cm. Les épillets sont elliptiques et pédicellés.

#### **Biologie :**

C'est une graminée annuelle qui se reproduit principalement par les grains.

#### **Écologie :**

Espèce répartie en région tropicale, on la trouve comme adventice de terre cultivées et des sols perturbés, préférant les endroits légèrement ombragés



Figure 35: *Brachiaria deflexa* (Schumach.) C.E. Hubb. ex Robyns sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010

**6-6-4-*Eleusine indica* (L.) Gaertn. - Poaceae – Monocotylédone**

Code Bayer : ELEIN

**Noms communs : Gros-chiendent, Chiendent-pied-de-poule**

**Description :**

Le Gros-chiendent se développe en touffes denses, plus ou moins étalées. Son enracinement est puissant et profond. Les feuilles sont assez larges et pliées. Elles sont dressées tout le long de la tige. Le limbe est lisse, sauf à la surface supérieure où il est pourvu de longs poils flexueux. Les gaines sont aplaties. Le bord présente des touffes de longs poils.

L'inflorescence est formée par 4 à 5 épis vert-clair dressés obliquement à partir de l'extrémité de la tige. Les épillets se composent de 3 à 9 fleurs, ils sont disposés à la face inférieure de l'axe de l'épi.

**Biologie :**

Le Chiendent-caille est une plante annuelle. Il se propage uniquement par graines.

Écologie et répartition:

L'espèce aime la lumière. Elle se développe principalement dans les régions humides. Elle s'installe principalement dans les sols riches et profonds, limoneux à sablo-limoneux, bien drainés et pouvant être compactés.

**Nuisibilité:**

Le Chiendent-caille infeste les sols cultivés, notamment les cultures maraîchères.



Figure 36: *Eleusine indica* (L.) Gaertn sur le campus d'Abobo Adjamé en Juin 2010

## 6-7- Discussion

L'étude floristique a montrée la prédominance des trois grandes familles (Poaceae, Asteraceae, Fabaceae) citées dans la flore des plantes nuisibles des milieux cultivés, nos résultats sont en conformité avec les observations de nombreux auteurs qui ont travaillé en région tropicale, notamment Merlier (1972a), Akobundu (1979), Terry (1981), Hoffman (1986), Traoré(1987), Le Bourgeois (1993), et même en région méditerranéenne (Maillet, 1981, Loudyi, 1985, Taleb, 1989, Pujadas et Hernandez, 1988, Boraud, 1998, 2000, 2010).

Maillet (1981) a expliqué le phénomène par l'adaptation des familles, à espèces nombreuses, à des milieux très différents. Certaines espèces, notamment celles appartenant à la famille des Asteraceae, sont anémochores et peuvent ensemercer rapidement les milieux cultivés.

Le nombre élevé de familles appartenant aux Magnoliopsida serait lié au mode de préparation des surfaces cultivées mais surtout au précédent cultural (Boraud, 2000).

Les coefficients de similitudes obtenus ont montré que la zone d'Azaguié n'est pas floristiquement homogène.

En effet, nous avons échantillonné sur une grande superficie avec des champs pouvant être distants de plus de 10 km. Ce qui pourrait expliquer en partie que notre zone d'étude ne soit pas floristiquement homogène d'un bout à l'autre. En plus, les espèces caractéristiques recensées à Azaguié ont montré que les espèces forestières persistent et que les milieux anthropisés peuvent très rapidement évoluer en forêt secondaire.

Tandis qu'à Gagnoa, les coefficients de similitudes obtenus ont permis de dire que la zone échantillonnée a été floristiquement homogène d'un bout à l'autre.

Il faut, cependant, préciser que nous avons échantillonné dans un rayon de trois kilomètres environ et tous les champs étaient presque contigus les uns aux autres. Et en plus les espèces caractéristiques ont indiqué une zone savanicole ou très fortement perturbée. Ce qui a expliqué peut être l'homogénéité floristique de ce milieu étudié.

En ce qui concerne Azaguié, par la constitution des deux lots qui ont regroupé les agrosystèmes, l'on est tenté de croire que les exploitations regroupées doivent être proches floristiquement. Par exemple, les plantations de Bananes et les jachères doivent être proches du point de vue floristique. Si l'on s'en réfère au coefficient de similitude du couple (JAC-

BAN), on a un Cs de 40,37 %. Ce qui signifie qu'il existe plus de 40 % d'adventices communes entre ces deux formations végétales, ce qui justifierait leur lien.

Les champs de manioc ont en fait un cortège floristique qui est à la fois proche du couple (Jachère–Bananier) et du maïs, ce qui attesterait que les coefficients de similitudes de ces couples avoisinent 40 %.

A Gagnoa, la flore adventice des champs de maïs bien que très peu commune de l'ensemble des adventices des autres agrosystèmes a semblé très proche des champs d'ignames et divers vivriers. Le couple (MAÏS-IGVI) l'a attesté par un coefficient de similitude supérieur à 50 %.

Le lot de plantations constitué par le regroupement des champs de gombo-tomates, d'igname-maïs, d'igname et d'igname-vivrier a comporté des coefficients de similitudes qui vont de 27 à 40 %.

En effet, Marnotte (1990) estime qu'il n'est pas possible de spécifier une liste d'espèces typiques d'une culture en région tropicale, notamment dans un secteur où les conditions écologiques sont peu contrastées. C'est certainement le cas de notre zone d'étude dans la localité de Gagnoa. L'homogénéité floristique est liée au type de formation végétale et à l'aire explorée. Quant à la question fondamentale, y a-t-il une flore adventice liée à une culture spécifique ? La réponse est que dans des conditions climatiques peu contrastées et des conditions écologiques semblables, il est difficile, voire impossible de lier à une culture donnée une flore adventice particulière, sauf dans des conditions écologiques particulières comme les rizières.

Les adventices recensées sont majoritairement des Poaceae, qui sont des espèces proches parents (le genre ou la famille) du maïs, mais ne peuvent pas échanger de pollens avec les pieds de maïs à cause de leur incompatibilité génétique. Les adventices appartenant aux Poaceae dans ces agrosystèmes se multiplient pour la plupart d'entre elles soit par reproduction végétative, soit par fécondation croisée.

Dans un sens large, le flux de gènes désigne les échanges de matériel génétique qui ont lieu entre les organismes, quelle que soit la façon dont ils se produisent (fécondation, transmission par un micro-organisme ou un virus). Toutefois, sur la question des OGM, Oury (2006) désigne plus spécifiquement la transmission d'un transgène d'une plante de culture modifiée génétiquement à une plante sauvage voisine (mauvaise herbe) ou cultivée de la même espèce. Cette transmission est possible quand ces deux plantes présentent une compatibilité sexuelle (espèces apparentées), à condition qu'elles vivent en sympatrie, c'est-à-dire qu'elles se développent dans le même environnement et à la même période.

## Conclusion partielle

L'étude floristique a permis l'identification de 302 adventices dans l'ensemble des deux localités étudiées et trois grandes familles sont prépondérantes à savoir les Poaceae, les Asteraceae et les Fabaceae. Les espèces appartenant à la famille des Poaceae sont les plus proches parents sauvages du maïs par le genre et la famille. En effet, le maïs est une espèce hybride provenant d'un ancêtre du genre *Tripsacum* qui est également une Poaceae.

Notre étude montre que dans les agrosystèmes des localités étudiées, bien qu'il existe des Poaceae en grand nombre, il n'existe aucun risque de transmission d'un transgène par voie sexuée entre la culture de maïs et les adventices sauvages voisines. Ce risque de transmission deviendrait réel s'il s'agit de la culture du mil.

## **Chapitre 7 : Étude de la dispersion du pollen de maïs dans différentes situations de culture**

Ce chapitre présente les résultats de la simulation sur les flux du transgène par le pollen vers les cultures non transgéniques et vers les plantes sauvages apparentées, ainsi que le flux par les graines avec l'utilisation de deux variétés de maïs, l'une, à grains violets, homozygote (considérée comme la plante simulant un OGM) et l'autre à grains blancs et homozygote (considérée comme l'espèce locale, non génétiquement modifiée, donc biologique ou conventionnelle).

### **7-1- Cas des champs voisins contigus**

Nous avons utilisé les trois premières lignes (dispositifs 1 et 2) pour exploiter certains de nos résultats car au-delà de la troisième ligne de culture, la dispersion de grains violets est peu visible et la moyenne d'apparition de ces grains sur les épis de grains blancs de maïs a été comprise entre 0,14 et 2,57 grains violets (Tableau XIV). Ce qui montre qu'il y a très peu de dépôt de pollen en provenance de la source émettrice après la troisième ligne quel que soit le dispositif mis en place.

#### **7-1-1- Cas des champs voisins contigus sans espace**

Les trois premières lignes ont reçu plus de pollen provenant du champ émetteur (Tableau XIV). Les moyennes de grains violets obtenus sur les différentes lignes en fonction de l'orientation des champs ont indiqué que ceux qui ont reçu de forts taux de pollen en provenance de la source pollinisatrice sont situés à l'Est (moyenne de grains violets oscillant entre 28,8 et 40,86) et à l'Ouest (moyenne de grains violets comprise entre 33,71 et 72,71) de la parcelle centrale (Tableau XIV et Fig. 37).

Il y a également une grande variation entre les moyennes de grains violets obtenus (entre 1,71 et 33,57 au Sud, entre 28,8 et 40,86 à l'Est, entre 33,71 et 72,71 à l'Ouest et entre 2,57 et 23,14 au Nord) et les écarts types, ce qui indique que la dispersion des flux de pollen n'a pas été homogène au niveau de tous les champs. Même au sein de populations situées à l'Ouest et à l'Est, il y a eu une grande variabilité entre les lignes (nombre de grains violets allant de 0 à 151 par pied de maïs) et entre les individus situés sur la même ligne (Tableau XIV). Selon les orientations qui ont reçu majoritairement les flux de pollen de la parcelle centrale, les premières lignes n'ont pas été celles qui ont toujours eu en grande quantité du pollen en provenance de la source émettrice. Les deuxièmes lignes dans les directions Sud, Est et Ouest ont sensiblement eu les mêmes quantités de pollen provenant de la source



centrale. Toute cette différence de réception de flux de pollen de la source pollinisatrice serait-elle liée au seul sens du vent ?

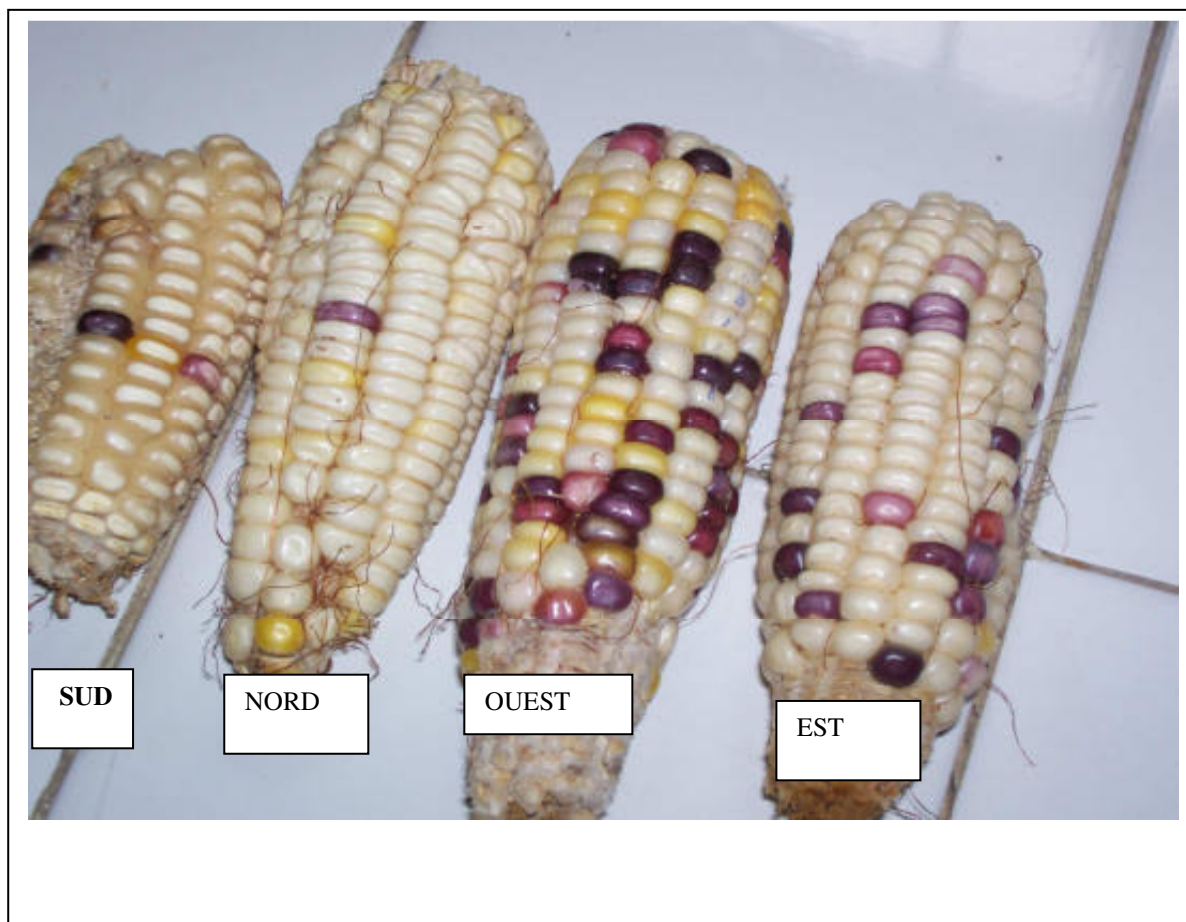


Figure 37 : Epis de maïs de la génération F1 issus d'un croisement entre parent de maïs à grain violet et parent à grain blanc

NB : Les étiquettes marquées sur les épis de maïs indiquent leur provenance par rapport à l'orientation du champ.

Tableau XIV : Effectifs de grains violets obtenus sur les huit premières lignes de culture de maïs dans les champs contigus sans espace

Direction	Lignes de cultures	Nombre de caryopses violets dans les épis par pied de maïs récoltés							Moyennes	Ecart types	Taux de contamination
Sud	L1	3	0	1	7	1	0	0	1,71	2,37	4,94
	L2	81	71	17	4	0	21	41	33,57	29,62	
	L3	0	0	16	1	3	51	28	14,14	17,93	
	L4	0	0	1	1	0	0	1	0,43	0,53	
	L5	0	0	1	0	0	0	1	0,29	0,49	
	L6	1	1	1	0	0	0	0	0,43	0,53	
	L7	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0,38	
	L8	1	1	0	0	0	0	0	0,29	0,49	
Est	L1	24	103	55	3	0	14	22	31,57	33,64	10,12
	L2	61	43	33	107	8	1	33	40,86	32,90	
	L3	11	83	81	24	3	0	0	28,86	34,49	
	L4	8	4	1	0	0	1	0	0,29	0,53	
	L5	8	7	5	6	2	0	0	4,00	3,32	
	L6	0	0	1	1	0	0	1	0,43	0,53	
	L7	1	0	1	0	1	0	0	0,43	0,53	
	L8	1	0	0	0	0	0	0	0,14	0,38	
Ouest	L1	151	12	4	150	67	98	27	72,71	57,66	13,87
	L2	122	87	28	11	9	0	3	37,14	44,39	
	L3	109	98	4	17	1	1	6	33,71	44,52	
	L4	29	12	10	11	1	2	3	9,71	9,66	
	L5	25	20	12	10	1	1	2	10,14	9,62	
	L6	5	4	5	4	0	0	0	2,57	2,44	
	L7	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0,38	
	L8	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
Nord	L1	0	0	3	14	0	1	0	2,57	4,78	3,44
	L2	1	7	1	23	18	9	2	8,71	8,08	
	L3	4	21	55	74	0	7	1	23,14	27,41	
	L4	0	0	0	0	1	0	1	0,29	0,49	
	L5	0	0	0	0	0	0	0	-	-	
	L6	1	1	0	0	0	0	0	0,29	0,49	
	L7	0	0	1	0	0	0	0	0,14	0,38	
	L8	0	0	0	0	0	0	0	-	-	

### **7-1-2-Cas des champs séparés de la parcelle centrale par différentes distances**

Le dispositif mis en place a donné pour les trois premières lignes des champs entourant la parcelle centrale les résultats consignés dans le Tableau XV.

Les moyennes de grains violets obtenus dans les épis de maïs blanc montrent que le champ situé à l'Ouest a reçu plus de pollen provenant de la source pollinisatrice centrale (la moyenne de grains violets allant de 20,43 à 38,29). Les parcelles situées dans les autres directions ont reçu peu de pollen en provenance de la source émettrice (ce qui donne une moyenne de grains violets allant de 3,57 à 14 par pied de maïs quelles que soient la ligne et l'orientation du champ).

Outre le champ situé à l'Ouest, les écarts types indiquent que les champs Nord (3,71-14), Sud (3,3-9,38) et Est (4-5,29) ont reçu des quantités sensiblement égales de pollen de la source émettrice. Ce qui correspond à une dispersion homogène du pollen dans ces champs.

Lorsqu'on se réfère à l'orientation des champs, les premières lignes ne sont pas celles qui ont reçu le plus de pollen en provenance de la parcelle centrale (Tableau XV). L'orientation des champs qui est sous l'influence du vent serait-elle responsable de la répartition des grains violets ?

### **7-2-Cas des champs voisins séparés par une végétation**

La récolte a donné des grains violets dans les épis de maïs blanc de la ligne 1 à la ligne 5 (Tableau XVI). Au delà de la ligne 5, la moyenne de grains violets présents a été comprise entre 0,25 et 0,37.

La moyenne et les écarts types ont été différents, ce qui indique une dispersion hétérogène des pollens en provenance de la source pollinisatrice.

Une nette diminution de grains violets a été constatée dans la parcelle considérée non transgénique du champ semé de maïs blanc et séparé de la source pollinisatrice par une plantation d'hévéa par rapport aux autres champs contigus ou séparés simplement par un sol nu.

La ligne 5, qui est la plus éloignée, c'est-à-dire à 169 m de la source pollinisatrice, a reçu la plus importante quantité de pollen émise de la source (en moyenne 6,6 grains violets par épi de maïs blanc). Les autres lignes en ont reçu, mais de façon aléatoire (en moyenne 1,3 grain violet par épi de maïs blanc sur la ligne 1 ; 2,5 sur la ligne 3 ; 1,4 sur la ligne 4 et 6,6 sur la ligne 5). Il n'y a pas eu de corrélation entre le nombre de grains violets exprimés par

ligne de culture et la distance à laquelle est située cette ligne par rapport à la source pollinisatrice. Le dépôt des grains de pollen provenant de la zone source de pollinisation serait donc aléatoire (Tableau XVII)

Tableau XV: Effectifs de grains violets obtenus par ligne de culture de maïs et par distance à Azaguié

Direction	Lignes de cultures	Nombre de grains violets par épi de maïs récolté								Moyenne	Ecart type	Taux de contamination %
Sud (20 m)	L1	0	0	15	7	0	3	0	3,57	5,26	1,1	
	L2	27	9	0	0	1	0	0	5,29	9,38		
	L3	0	7	9	2	2	0	1	3,00	3,30		
Est (15 m)	L1	2	0	14	9	1	0	2	4,00	4,99	1,4	
	L2	0	0	3	22	7	1	0	4,71	7,44		
	L3	11	2	5	0	1	16	2	5,29	5,55		
Ouest (25 m)	L1	75	26	103	4	0	6	49	37,57	36,80	9,6	
	L2	98	51	7	66	2	28	16	38,29	32,50		
	L3	23	12	14	7	1	39	47	20,43	15,71		
Nord (5 m)	L1	45	19	1	0	21	7	5	14,00	14,78	2,7	
	L2	3	0	5	9	0	1	8	3,71	3,45		
	L3	17	11	0	1	32	5	1	9,57	10,82		

Tableau XVI : Effectif de grains violets obtenus par pied de maïs en essai discontinu à Gagnoa

Lignes de culture	Effectif de grains violets									Total
	effectif de grains violets/ pied									
L1	0	0	0	1	0	9	0	0	10	
L2	0	0	0	0	3	0	1	4	4	
L3	5	1	3	0	0	11	0	0	20	
L4	0	0	7	1	1	1	1	0	11	
<b>L5</b>	3	13	4	0	0	33	0	0	53	

Tableau XVII: Effectif de grains violets de maïs recensés par rapport à la distance de la source pollinisatrice à Gagnoa

Lignes de cultures	Distance/source (m)	Moyenne de grains violets/épis de maïs blanc
L1	167	1,3
L2	167,5	1,0
L3	168	2,5
L4	168,5	1,4
L5	169	6,6

### **7-3- Dispositif paysan**

A la récolte, il a été dénombré les grains jaunes dans les épis de maïs blancs semés dans les parcelles autour de la parcelle centrale. La direction Ouest (en moyenne 70 grains jaunes par épi blanc) a reçu également majoritairement le plus grand flux de pollen. Le prélèvement au hasard de 34 épis de maïs blancs en moyenne par direction, nous a donné les résultats indiqués dans le Tableau XVIII.

La comparaison des moyennes aux écarts types a montré que la dispersion de pollen concernant les grains jaunes dans les directions Nord et Est est plus homogène (en moyenne 37,7 grains jaunes par épi pour la direction Nord et 35,09 de grains jaunes par épi pour l'orientation Sud). Outre les champs Ouest, les champs Nord et Sud ont reçu un très grand nombre de pollen par rapport au champ Est avec la présence d'une autre couleur de graine (Fig. 38).

### **7-4- Repousses des semences de maïs**

Ce qui a été important dans cette expérimentation, a été de suivre d'abord les repousses de grains de maïs après la récolte. Est-ce qu'un grain de maïs qui traîne sur le sol peut germer seul et constituer une source de diffusion du transgène pour d'autres cultures de maïs environnantes. Seuls les semis réalisés en terre à des profondeurs comprises entre 3 et 10 cm ont germé (Tableau XIX). A 3 cm de profondeur, les grains de maïs ont mis entre 5 et 7 jours pour germer et donner les premières feuilles perceptibles à la surface du sol. A 5 cm de profondeur, les semis de maïs ont mis entre 7 et 9 jours et à 10 cm, ce temps a été de 11 à 13 jours. Au-delà de 10 cm de profondeur, les grains de maïs n'ont plus germé et n'ont donc pas atteint la surface du sol avec le coléoptile et les premières feuilles.

Ces observations se sont déroulées pendant cinq mois, de la date du semis réalisé en avril 2005 jusqu'en septembre 2005. Lorsqu'on creuse au bout de 3 mois, il n'y a plus de grain de maïs en terre.

Lors de notre expérimentation, tous les grains de maïs qui traînaient au sol ont été immédiatement picorés par les oiseaux. De même les grains faiblement enfouis, c'est-à-dire à 3 cm de profondeur dans le sol sont souvent retirés et picorés également par les oiseaux le jour même du semis. Ce qui a pour conséquence un faible taux de germination des grains enfouis à faible profondeur.

Tableau XVIII : Effectif de grains jaunes et violets de maïs recensés par rapport à l'orientation à Abidjan

Orientation	Moyenne de grains jaunes/ épis blancs	Ecart type	Total grains jaunes	Total grains violets
Nord	37,27	36,6	1230	12
Sud	35,09	42,85	1228	76
Est	19,61	15,97	706	34
Ouest	70	69	2312	97

Tableau XIX: Temps mis en jours par semence de maïs pour germer en fonction de la profondeur d'un semis

Profondeur d'ensemencement (cm)	Temps mis en jours par semence pour germer
3	5-7
5	7-9
10	11-13
15	-
<b>20</b>	-



Figure 38: Epis de maïs de la génération F1 issus d'un croisement entre parents de maïs à grains blancs et parents à grains jaunes

## **7-5- Dates de floraisons des différentes variétés de maïs**

Les différentes dates de floraisons des variétés de maïs à grains violets, blancs et jaunes ont été observées lors des expérimentations. Chez le maïs, la floraison mâle et la floraison femelle se produisent sur le même plant, mais sont séparées physiquement. La floraison mâle apparaît sur une panicule au sommet du plant. La floraison femelle apparaît aux aisselles de feuilles situées généralement à mi-hauteur. La floraison mâle précède légèrement la floraison femelle : on dit qu'il y a protandrie. La floraison mâle est bien visible lorsque s'épanouit la panicule, mais elle est en fait initiée au stade 6 à 8 feuilles apparentes.

Chez le maïs, bien que la plante soit auto fertile, la fécondation croisée est d'au moins 95%. Les grains de pollen transportés par le vent tombent sur les soies des plantes voisines (95% des cas) ou du pied-mère (5%) et y germent. Le Tableau XX indique les tailles des plants adultes, les dates de floraisons mâles des différentes expérimentations et l'intervalle entre floraison mâle et femelle (IFM) de chaque variété de maïs. Dans l'expérimentation des champs contigus, la source pollinisatrice (grains violets) concède un retard de 6 jours dans la floraison mâle de la variété Ferké 7529. Ce qui expliquerait sans doute que seules les premières lignes des parcelles voisines contigües sont pollinisées dans cette expérimentation. L'intervalle entre la floraison mâle et femelle (IFM) d'environ 1,5 jour augmente la probabilité de dépôt des grains de pollen en provenance de la source pollinisatrice sur les pieds de maïs issus de la variété TZBR Ecdana 3C2.

Au niveau des champs séparés par une végétation, on observe une similitude de floraison entre les deux variétés (Tableau XX). Quand au dispositif paysan, il y a environ une semaine de décalage entre les floraisons des deux variétés.



Tableau XX: Tailles et dates de floraisons des différentes variétés de maïs

Type d'expérimentation	Variétés	Date de semis	Taille moyenne des plants (m)	Floraison mâle	IFM
Champs contigus	Ferké 7529 (Violet)	17 Avril 2005	1,25	10 Juillet 2005	4,5 J
	TZBR Ecdana 3C2 (Blanc)	17 Avril 2005	1,39	4-6 Juillet 2005	1,5 J
Champs séparés	Ferké 7529 (Violet)	17 Avril 2005	1,23	8-9 Juillet 2005	3 J
	TZBR Ecdana 3C2 (Blanc)	17 Avril 2005	1,20	8-10 Juillet 2005	1,5 J
Dispositif paysans	Suvan I-SR (Jaune)	10 Mars 2006	2,20	15-18 juin 2006	3,4 J
	TZBR Ecdana	10 Mars 2006	1,39	7 - 9	1 J
	3C2 (Blanc)	2006		Juin 2006	

(IFM) = intervalle entre la floraison mâle et femelle

## **7-6-Autres observations**

Pendant la période de floraison une multitude de fourmis jonchèrent les panicules, des oiseaux colibris et divers papillons effectuaient de nombreux allées et venues et se déplaçaient d'un pied de maïs à l'autre.

## **7-7-Discussion**

La question essentielle à répondre est la suivante. Comment expliquer la très grande différence de réception du flux de pollen par les différentes lignes de cultures au sein des champs contigus et séparés?. Cela semble avoir été lié au vent qui soufflait en direction Est-Ouest et ensuite, à la taille des individus. Car les pieds de maïs de petite taille ont reçu très peu ou pas du tout de pollen en provenance de la source pollinisatrice. Un autre facteur très important qui pourrait expliquer aussi cette différence de dépôt de pollen au niveau des pieds de maïs a été la floraison dont la maturation des panicules (inflorescence mâle) et des inflorescences femelles n'a pas été du tout uniforme au niveau des champs car elle s'est effectuée très souvent en vague.

Dès la troisième ligne, le vent a semblé ne plus avoir eu trop d'effet, d'où la moyenne de présence de grains violets dans ces lignes qui a varié entre 12 % et 35 %. Il semble y avoir eu l'effet combiné du vent et des insectes, par exemple.

Nous avons retenu dans la première expérimentation que le vent qui a soufflé dans la direction Est-Ouest, semble avoir été responsable des dépôts de pollen depuis la source pollinisatrice. La question fondamentale que l'on doit se poser dans pareille circonstance est de savoir si la pollinisation a été majoritairement fonction de la direction du vent dans nos expérimentations.

Au vu de nos résultats, le vent seul ne peut expliquer cette répartition du pollen en provenance de la source pollinisatrice qui se trouve à 167 m de la parcelle expérimentale. Car les deux parcelles n'étaient pas dans la direction du vent. D'autres agents tels les insectes et surtout les papillons et les oiseaux devraient contribuer à disperser le pollen.

Pourquoi malgré l'obstacle constitué par le champ d'hévéa haut de 25 m, le caractère couleur violette a pu s'exprimer dans l'autre parcelle semée de cultivar à grains blancs ?

En effet, on peut s'imaginer que l'obstacle constitué par la haie naturelle qui est le champ d'hévéa a pu être contourné par le courant d'air qui dans un premier temps a pu élever

en hauteur les grains de pollen provenant de la source pollinisatrice avant de les laisser se déposer de façon aléatoire sur les zones cibles constituées des autres espèces voisines et compatibles avec les plantes productrices de ces pollens.

En 1998, la papaye transgénique résistant au virus ringspot de la papaye (PRSV) a été introduite dans les îles Hawaï. Les flux de gènes ont contaminés entre 0,1 et 50% tous les champs de papayes non transgéniques en fonction de la proximité avec les champs transgéniques. Quatre ans après une étude a donné les mêmes taux de contaminations (Bondera et Query, 2006). Selon ces auteurs, les deux principales voies de contamination par les OGM semblent être l'air et les semences. Cette étude a également montré que le mésocarpe charnu de la papaye (chair du fruit) peut être non-transgénique alors que les graines à l'intérieur peuvent être transgéniques.

Cependant, quand on s'en tient aux nombres de grains violets, l'expérimentation avec les parcelles contiguës à la parcelle centrale semée de grains violets donne dans chaque parcelle deux fois plus de grains violets que dans l'expérimentation où les parcelles ont été à une certaine distance de la souche de pollinisation. Outre le vent, l'air et les insectes, la distance entre la source pollinisatrice et la source réceptrice a été fondamentale. Plus la distance entre les champs est grande moins il y a de la contamination.

Les parcelles semées de maïs à grains blanc, considérées comme non transgéniques ont reçu un taux de grains violets allant de 1,1 à 4,4 % en fonction de leur proximité avec la source pollinisatrice de grains violets, rendant ainsi impropre la récolte à la consommation et à la culture selon les normes en vigueur dans l'Union européenne. Selon cette norme, les cultures non transgéniques contaminées par les cultures transgéniques sont tolérées pour la consommation à 0,9 % et pour la culture à 0,3 %.

Des recommandations sont données par une commission de l'union européenne en 2003 sur les guides pour le développement des stratégies nationales et les bonnes pratiques pour la coexistence des cultures transgéniques et non transgéniques (Officiel journal of European Union, 27/7/2003). Compte tenu de la spécificité de chaque culture et des conditions climatiques et environnementales propres à chaque pays, les stratégies sont adaptatives.

Concernant le dispositif paysan réalisé, d'autres couleurs de grains apparaissent dans les récoltes hormis le jaune et le blanc. Cela est lié au fait peut être qu'il y a eu dans un rayon de 200 m d'autres champs de maïs ou les pollens en suspension dans l'air provenant d'anciennes cultures.

L'apparition de nouveaux phénotypes (couleurs des grains) dans nos différentes expérimentations peut être aussi liée aux transposons ou éléments génétiques transposables (Griffiths *et al.*, 2006), mais nous ne sommes pas en mesure de prouver une telle éventualité.

Dans une étude de dispersion de pollen réalisée par Pleasants *et al.* (1990), 90 % du pollen a été perdu dans les 5 premiers mètres et 99 % à 50 m. Pourtant dans l'étude réalisée en Côte d'Ivoire, nous avons eu à plus de 150 m encore des fécondations liées peut-être au grain de pollen.

En France, dans une autre étude, à 100 m, il n'a été trouvé que 0,4 % dans une direction, mais 18 % dans une autre (Klein *et al.* 2001). De nombreuses études ont montré moins de 1 % du pollen à 200 m. Les expériences sur le taux d'hybridation inter variétales ont relevé souvent un taux inférieur ou égal à 1 % de 20-40 m (Bateman, 1947 ; Simpson, in Eastham et Sweet, 2002). Les résultats tendent à confirmer une très faible probabilité de fécondation (bien inférieure à 1 %) au delà de 200 m.

Avec des pièges à pollen placés à 1,5 m de hauteur, Scoot (1970) a trouvé à 230 m de la source 0,85 % du flux existant au centre du champ émetteur. Reheul (1987) a trouvé du pollen de la source à plus de 1000 m. Jensen et Bogh (1941) ont rapporté des taux de croisement de 0,42 % à 400 m et 0,11 % à 600 m.

Dans le cas du colza, Timmons *et al.* (1995) ont trouvé à 360 m environ 10 % du pollen piégé juste à côté du champ émetteur. Norris *et al.* (2002), au delà de 20 m de la source de pollen, ont trouvé moins de 1 % de croisements entre plantes de deux parcelles contiguës.

Des taux faibles de contaminations peuvent encore exister même à de grandes distances (4 km dans l'étude de Thompson *et al.*, 1999) par suite du transport du pollen par les insectes.

Des travaux réalisés par Jarosz (2003) ont permis de mieux comprendre les processus de dispersion atmosphérique du pollen de maïs à l'aide d'une approche mécaniste à l'échelle de la parcelle. Dans un premier temps, un modèle mécaniste initialement développé pour étudier la dispersion atmosphérique de l'ammoniac a été adapté à la dispersion du pollen de maïs. Ensuite, pour valider le modèle, des mesures de dispersion de pollen ont été effectuées.

Trois expérimentations au champ ont été menées à Montargis en 2000, à Grignon en 2001 et enfin à Sore en 2002. Les concentrations et dépôts de pollen ont été mesurés jusqu'à des distances de 400 m en aval de couverts de maïs de tailles différentes. Dans le même temps, les conditions micro météorologiques ainsi que la structure du couvert ont été mesurées. L'analyse de la dynamique de libération du pollen a permis de confirmer l'existence d'un cycle diurne de l'émission mais aussi de montrer la corrélation des émissions

matinales avec le dessèchement de l'air ambiant. Une très forte instabilité thermique de l'atmosphère est particulièrement favorable à la dispersion du pollen. En revanche, une pluie ou une irrigation du champ peut quasiment interrompre la libération de pollen.

Des méthodes telles le Pollen Mass Filter (PMF) et Sigma 2 mises en place par Hoffman *et al.*, 2005 permettent de réaliser des pièges à pollen et de contrôler et de quantifier de façon permanente les flux de gènes.

En clair, contrairement à l'Europe, en Côte d'Ivoire, les flux de gènes du maïs parcourent de grandes distances pouvant aller au-delà de 150 m.

En ce qui concerne la germination des grains de maïs transgéniques qui pourraient échapper au ramassage des semences, nous avons noté que pour qu'un grain de maïs qui se trouve au sol puisse germer et se développer, il lui faut les conditions favorables climatiques, mais en plus échapper aux insectes et aux oiseaux pendant 5 jours au moins. En plus une fois germés, les jeunes plants de maïs sont la nourriture favorite des rongeurs comme les rats et autres insectes.

Dans toute tentative d'introduction d'une culture OGM, il est surtout nécessaire de vérifier la quantité et la qualité des formes sauvages existantes dans l'environnement, mais aussi s'intéresser au mode de reproduction majoritaire de la culture.

Dans tout les cas, un transgène ne présente un risque pour la diversité de la flore que s'il est intégré dans son génome et si les plantes porteuses du transgène se développent mieux que les plantes sans le transgène. Pour cela, plusieurs conditions doivent être remplies.

Il faut d'abord la présence de plantes sauvages qui puissent se croiser avec les plantes cultivées transgéniques, ce qui impose qu'elles soient à la fois proches « parentes » et proches géographiquement, et qu'elles fleurissent en même temps. Il faut ensuite que la plante transgénique produise du pollen, qu'il y ait fécondation croisée avec la plante sauvage et que la descendance résultant du croisement soit fertile et pas défavorisée par rapport aux autres plantes.

Concernant les flux de gènes, le maïs est une plante allogame anémophile en Europe, tandis qu'en Côte d'Ivoire, nos études ont montré que le vent n'est pas le seul élément responsable de la dispersion des grains de pollen et que d'autres éléments comme les insectes, les oiseaux, les actions anthropiques et les papillons pourraient y contribuer.

Les adventices majeures recensées aussi bien dans les localités d'Azaguié et de Gagnoa et qui ont été également les plus fréquentes et les plus abondantes dans les parcelles ne présentent pas une compatibilité génétique avec le maïs leur permettant d'échanger les gènes par voie sexuée.

## **Conclusion partielle**

Dans le cas spécifique du maïs, la contamination des cultures non transgéniques par les cultures transgéniques est sûre et certaine en Cote d'Ivoire car nos conditions environnementales favorisent aisément la dispersion du pollen du maïs.

Les repousses de maïs sont possibles, mais ce sont des phénomènes assez rares à observer. Pour qu'elles se réalisent, il faut que la caryopse à maturité se trouve dans de très bonnes conditions et échappe aux prédateurs pendant 3 à 5 jours.

L'essentiel serait de dresser un ensemble de conditions qui éviteraient ou limiteraient au maximum l'échange de flux de gènes entre la culture conventionnelle et la culture transgénique à l'image des directives de l'Union Européenne pour la coexistence des deux types de cultures dans les états de l'union contenues dans le journal officiel de l'Union Européen du 29 juillet 2003.

Dans le cas du maïs, il serait possible de faire coexister les deux cultures et décaler de deux semaines au moins les semis entre les parcelles contigües tout en mettant en place d'autres mesures de précautions.

## **Chapitre 8 : Impact environnemental des plantes transgéniques et leurs implications agroéconomiques**

Nous avons choisi de travailler sur un terrain en jachère non labouré pour l'application de l'herbicide parce que nous estimons que dans ces conditions, les adventices sont observées à tous les stades de leur développement.

## **8-1- Dynamique des adventices et du coût par le contrôle chimique**

### **8-1-1- Dynamique des adventices**

#### **8-1-1-1- Évolution de la flore sur 3 années de traitement chimique**

Nous avons, au cours des trois années d'investigation (2005 à 2007), réalisé 405 relevés.

Malgré les trois années de traitements successifs, certaines espèces comme *Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*, *Euphorbia hirta*, *Ipomoea involucrata* et *Chromolaena odorata* ont été toujours présentes dans le milieu d'expérimentation (Tableau XXI).

D'autres espèces comme *Imperata cylindrica* et *Euphorbia heterophylla* sont apparues dès la deuxième année mais se sont véritablement répandues et sont devenues les espèces les plus abondantes de toute la parcelle à partir de la troisième année.

L'application successive d'herbicide sur la même parcelle durant trois campagnes (traitement en post levé par un herbicide à base de glyphosate, trois fois par an, soit en Avril, en Juin et en Septembre) a agi sur la diversité floristique et a donné une diminution de 2/3 du nombre d'espèces, soit la moitié du nombre de familles et de genres avant chaque traitement (Tableau XXII).

En comparant les familles recensées (Tableau XXIII) dans la parcelle expérimentale sur trois années de suite, certaines familles caractéristiques telles les Poaceae, les Cyperaceae, les Asteraceae, les Convolvulaceae et les Euphorbiaceae ont été toujours présentes mais ont subi une forte réduction de leur nombre d'espèces.



Tableau XXI : Liste des espèces présentes par an, en fonction des familles caractéristiques, au Centre National de floristique à Abidjan

Espèces	Années			Familles caractéristiques
	2005	2006	2007	
<i>Ageratum conyzoides</i>	+	+		Asteraceae
<i>Bidens pilosa</i>	+			
<i>Blumea aurita</i>		+		
<i>Brachiaria deflexa</i>	+			Poaceae
<i>Brachiaria lata</i>			+	
<i>Chloris pilosa</i>	+	+		
<i>Chromolaena odorata</i>	+	+	+	Asteraceae
<i>Croton hirtus</i>	+			Euphorbiaceae
<i>Croton lobatus</i>	+			
<i>Cyperus difformis</i>		+		Cyperaceae
<i>Cyperus esculentus</i>	+	+	+	
<i>Cyperus iria</i>			+	
<i>Cyperus rotundus</i>	+	+	+	
<i>Cyperus sphacelatus</i>	+	+		
<i>Digitaria horizontalis</i>	+	+		Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	+	+		
<i>Eragrostis ciliaria</i>	+			
<i>Euphorbia heterophylla</i>		+	+	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hirta</i>	+	+	+	
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	+			
<i>Euphorbia prostrata</i>		+		
<i>Imperata cylindrica</i>		+	+	Poaceae
<i>Ipomoea batatas</i>		+		Convolvulaceae
<i>Ipomoea eriocarpa</i>		+		
<i>Ipomoea involucrata</i>	+	+	+	
<i>Ipomoea mauritiana</i>		+		
<i>Ipomoea triloba</i>	+	+	+	
<i>Kyllinga bulbosa</i>		+		Cyperaceae
<i>Kyllinga erecta</i>	+			
<i>Kyllinga pumila</i>	+			
<i>Mariscus cylindristachyus</i>	+	+	+	
<i>Panicum brevifolium</i>	+			Poaceae
<i>Panicum laxum</i>	+	+		
<i>Panicum maximum</i>	+	+		
<i>Panicum repens</i>	+	+		
<i>Paspalum orbiculare</i>	+	+		
<i>Pennisetum polystachion</i>	+	+		
<i>Phyllanthus amarus</i>	+	+		Euphorbiaceae
<i>Sorghum verticilliflorum</i>			+	Poaceae
<i>Sporobolus pyramidalis</i>	+			
<i>Synedrela nodiflora</i>			+	Asteraceae
<i>Tridax procumbens</i>		+		
<i>Vernonia cinerea</i>		+		
<i>Vernonia perrottetii</i>		+		

Tableau XXII : Variation de la diversité floristique des adventices liée au traitement herbicide appliqué en post levé durant trois campagnes agricoles sur la même parcelle au CNF à Abidjan

Paramètres	Effectifs des paramètres/ année		
	2005	2006	2007
Genres	49	35	17
Familles	25	20	13
Espèces	64	54	18

Tableau XXIII : Familles et Effectifs des espèces recensées au CNF à Abidjan

N°	Famille	Effectif des espèces		
		2005	2006	2007
1	Amaranthaceae	2	1	1
2	Asteraceae	3	6	2
3	Caesalpiniceae	1	1	-
4	Commelinaceae	3	2	1
5	Convolvulaceae	2	5	2
6	Cyperaceae	6	7	1
7	Euphorbiaceae	5	4	2
8	Fabaceae	2	2	1
9	Malvaceae	-	1	-
10	Mimosaceae	1	-	-
11	Poaceae	13	9	3
12	Rubiaceae	7	5	-

### **8-1-1-2-Étude morphologique et biologie de quelques espèces présentes en 2007**

***Brachiaria lata* (Schumacher) C.E.Hubbard - Poaceae - Monocotylédone**

Synonyme : *Urochloa insculpta* (Steudel) Stapf

#### **Description**

C'est une plante aux feuilles alternes lancéolées à linéaires. Le chaume est cylindrique, la gaine est ciliée surtout sur la marge. La ligule est ciliée. La base du limbe est élargie et les deux faces sont couvertes de longs poils tuberculés. L'inflorescence est une panicule de 5 à 15 racèmes linéaires de 2 à 5 cm de long portant des épillets ellipsoïdaux de 2,5 à 3,5 mm de long, à 2 fleurs.

Le port est en touffe d'abord étalée puis dressée, ce qui permet un enracinement au niveau des nœuds de la base. Les rameaux se ramifient au niveau des nœuds de la base. La plante peut atteindre 30 à 150 cm de hauteur. Les racines sont fasciculées.

Biologie :

*B. lata* est une espèce annuelle. Elle se multiplie uniquement par graines. Cette espèce est répandue dans toutes les régions tropicales sèches de la Mauritanie à l'Ethiopie et de la péninsule arabique.

#### **Écologie :**

C'est une espèce héliophile qui croît principalement en régions sahélo-soudanienne et soudano-sahélienne dont la pluviométrie annuelle est comprise entre 600 et 1 200 mm. C'est une espèce rudérale, très fréquente en bordure de chemin ou formant d'importantes populations dans les jachères.

***Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.- Asteraceae – Dicotylédone**

Synonyme: *Eupatorium odoratum* L.

#### **Description**

C'est un arbuste vivace très odorant (Fig. 39), diffus et a croissance rapide pouvant atteindre 3m de haut. La tige est cylindrique, robuste, dressée, dichotome et modérément pubescente. Les feuilles glabres ou légèrement pubescentes sont opposées, ovales à triangulaires. Elles portent en général des points glanduleux dont émane une forte odeur. Les limbes ont entre 10 et 12 cm de long et 3 à 5 cm de large avec un apex pointu. L'inflorescence est un corymbe terminal composé. Les fleurs sont bleue pâle, mauves ou blanchâtres avec des fleurons disposés en grappes pédonculés.

#### **Écologie :**

Adventice gênante qui pousse dans les champs cultivées, les jachères, le long des routes et des plantations de cultures pérennes. Elle est largement répandue sur tout le territoire ivoirien du Nord au Sud.

**Biologie :** Plante pérenne, elle se propage par ses milliers de semences ou par les pousses basilaires.

### ***Cyperus rotundus* L. - Cyperaceae - Monocotylédone**

#### **Description**

Elle est une espèce vivace qui se développe en petites touffes de feuilles linéaires principalement basales et plus courtes que l'axe florifère unique (Fig.40). Le pied mère est relié à de nombreux pieds fils par des rhizomes ramifiés formant des chapelets de tubercules ellipsoïdaux couverts d'écailles fibreuses de couleur foncée (Fig.41). Ces tubercules ont une forte odeur poivrée. Cet appareil souterrain permet de différencier cette espèce de *C. esculentus* dont les rhizomes sont simples et terminés par un tubercule unique, sphérique, sans écailles fibreuses et au goût sucré.

L'inflorescence est une ombelle dont les rayons portent à leur sommet des groupes d'épillets orientés obliquement, de couleur rouge pourpre. L'akène est trigone, obovoïde et surmonté d'un style longuement trifide

Biologie :

*C. rotundus* est une espèce vivace à multiplication principalement végétative. La multiplication par graines est très faible. Chaque plante développe un réseau de rhizomes ramifiés le long desquels se forment des tubercules.

#### **Écologie :**

Cette espèce est présente dans toutes les régions chaudes du globe. *C. rotundus* se développe dans les sols à pH compris entre 5 et 7, à l'exception des sols très argileux. Sa croissance et le réseau de rhizome seront d'autant plus importants que le sol est léger et facile à pénétrer. Cette espèce nécessite un sol humide, mais elle tolère mal l'excès d'humidité. Les tubercules se forment entre 5 et 10 cm de profondeur, mais peuvent émerger depuis 20 cm de profondeur.

### ***Ipomoea involucrata* P. Beauv. Convolvulaceae-Dicotylédone**

#### **Description**

La tige est grêle mais solide, couverte de poils doux, longs ou courts et tantôt rampante ou grimpante. La tige s'enracine aux nœuds. Les feuilles sont alternes, ovales, pubescentes, cordées à la base et se rétrécissant vers un apex obtus, acuminé-mucroné. Elles ont 7 cm de

long et 5 cm de large et des marges entières. Le pétiole mesure 2 à 5 cm de long. L'inflorescence est une cyme axillaire portée par un pédoncule de 10 à 12 cm de long. Les fleurs sont pourpres, campanulées et sous-tendues par des bractées involucrales longues, larges, pubescentes, en forme de bateau et garnies de longs poils soyeux (Fig. 42). Les boutons sont enveloppes dans l'involucre et les fleurs s'ouvrent l'une après l'autre.

### **Écologie :**

Adventice largement répandue en Afrique occidentale sur les terrains vagues, les jachères, les champs cultivées et le long des routes. Une espèce de cette plante à fleurs blanc jaunâtre existe en zone forestière.

### **Biologie :**

Espèce volubile annuelle ou vivace, se propage par les semences et les souches.



Figure 39: *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob  
au CNF en Octobre 2007



Figure 40: *Cyperus rotundus* L. au CNF  
en Octobre 2007



Figure 41: *Cyperus rotundus* L. montrant le rhizome et les pieds fils au CNF en Octobre 2007





Figure 42: *Ipomoea involucrata* P. Beauv. au CNF en Octobre 2007

## **Cyperus esculentus L. - Cyperaceae - Monocotylédone**

### **Description**

La tige aérienne correspond à l'axe florifère. Elle est pleine et de section triangulaire aux angles nets. Elle est large de 3 à 6 mm. Elle est totalement glabre et de couleur vert brillant.

Le port est en touffe. Cette touffe est constituée par l'emboîtement des gaines des feuilles de façon tristique. Chaque touffe ne développe qu'un seul axe florifère dressé. La plante peut mesurer 30 à 80 cm de haut. Un pied mère est relié à des pieds fils par des rhizomes superficiels.

Les feuilles sont linéaires, aussi longues ou parfois plus longues que la tige. Elles sont situées dans la partie inférieure de la tige et disposées de façon tristique. La gaine est trigone. Le limbe est large de 5 à 6 mm.

Les fleurs sont assemblées en épillets de couleur jaune doré plats échelonnés au sommet des rayons de l'ombelle qui constitue l'inflorescence. Cette ombelle peut être simple ou composée. Elle est sous-tendue par 3 à 5 bractées foliacées longues de 5 à 25 cm. L'ombelle comporte de nombreux rayons glabres et longs de 2 à 10 cm.

Les racines sont fasciculées. Elles sont simples, filiformes et très nombreuses, formant un chevelu racinaire important. L'appareil souterrain de *C. esculentus* est caractérisé par la

présence d'un tubercule mère sphérique et noir à la base de l'axe principal mais aussi par des rhizomes horizontaux blancs, portant quelques écailles et émergeant après quelques centimètres pour donner un nouveau pied.

Le pied mère développe également des rhizomes plus profonds à l'extrémité desquels se trouve un unique tubercule sphérique de couleur blanche, légèrement écailleux. Ces tubercules mesurent jusqu'à 1 cm de diamètre. Ils ont une odeur douce et un goût sucré.

### **Biologie :**

*C. esculentus* est une espèce vivace dont l'essentiel de la multiplication est assuré de façon végétative. D'une part, des rhizomes horizontaux situés sous la surface du sol donnent directement un nouveau pied. D'autre part, des rhizomes se dirigeant en profondeur se terminent par un tubercule plus ou moins dormant, à partir duquel se développe un nouveau pied après la saison sèche. Un pied mère issu d'un tubercule initial peut produire 36 pieds fils et 339 tubercules fils en 16 semaines de végétation. *C. esculentus* se multiplie aussi par graines. Les graines germant dans les premiers centimètres du sol et les tubercules émergeant dans les 20 premiers centimètres.

### **Écologie :**

Cette adventice est très commune dans toutes les régions chaudes du globe. *C. esculentus* se rencontre sur tous les sols ayant un pH situé entre 5 et 7. Cette espèce est généralement plus abondante sur les sols alluviaux limono-sableux en bordure de fleuve. Elle est très tolérante à une forte humidité du sol. Elle est insensible aux herbicides de prélevée et peu sensible aux herbicides de post levée de contact ou systémiques.

### ***Euphorbia heterophylla* L. - Euphorbiaceae-Dicotylédone**

Synonyme : *Euphorbia geniculata* Ortega

### **Description**

*E. heterophylla* a un port dressé (Fig.43). La tige est creuse, exsudant un latex blanc. Les feuilles, alternes à la base et le long de la tige, paraissent opposées, voire verticillées au niveau des inflorescences. Les feuilles de la base sont pétiolées, celles du sommet sont subsessiles. A la base du pétiole se trouvent deux stipules réduites à des glandes. Le limbe est de forme variable, pouvant être entier, ovale à oblong, lancéolé ou lobé et découpé en forme de violon, par un étranglement latéral. La base et le sommet sont en coin. La taille varie de 6 à 15 cm de long et de 3 à 7 cm de large. La marge, entière chez les jeunes feuilles, est dentée et porte des poils courts chez les feuilles adultes.



Les fleurs sont regroupées dans une cupule comportant 3 à 5 fleurs mâles réduites chacune à une étamine et une fleur femelle formée d'un ovaire à 3 loges qui pend à l'extérieur de la cupule. Le bord de la cupule est denté et présente une seule glande charnue en forme de cratère, située à l'opposé de l'ovaire. Les cupules sont regroupées en cymes terminales contractées. Elles sont de couleur verdâtre.

Le fruit est une capsule à 3 loges, sphérique, glabre, d'un diamètre de 4 mm. La capsule est portée par un pédicelle de 1 à 2 mm de long ; elle contient 3 graines.

Les graines sont de forme ovoïde à section triangulaire. Le tégument est dur, tuberculeux et de couleur gris foncé.

#### **Biologie :**

*E. heterophylla* est une espèce annuelle. Elle se reproduit par graines. Les graines ne sont pas dormantes au moment de leur dispersion et peuvent germer immédiatement si les conditions sont favorables. La germination n'est pas inhibée en profondeur, au moins jusqu'à 10 cm en dessous de la surface du sol.

#### **Écologie :**

*E. heterophylla* est une espèce rudérale, très nitrophile. Elle se développe dans les régions dont la pluviométrie est supérieure à 1 100 mm, dans les sols bien structurés et fertiles (alluviaux, ferrugineux, ferralitiques). Elle est très abondante au Centre et au Nord de la Côte d'Ivoire.

Elle a la possibilité d'effectuer plusieurs cycles au cours d'une même saison culturale et lui confère une grande capacité de multiplication et d'infestation.

#### ***Imperata cylindrica* L. Palisot de Beauvois - Poaceae - Monocotylédone**

Le port est dressé. La plante présente de multiples chaumes érigés, reliés par les rhizomes traçants des tiges souterraines. *I. cylindrica* est une plante vivace à rhizomes (Fig.44). Elle se développe en touffes de feuilles rubanées dressées verticalement, pointues au sommet. Le chaume est rigide, cylindrique portant une inflorescence fusiforme, duveteuse, de couleur blanc argenté. Elle est parsemée d'étamines oranges et de stigmates bruns. Elle mesure 5 à 20 cm de long et 0,5 à 2,5 cm de large. L'épillet, d'une longueur de 2,5 à 5 mm, est entouré de longues soies blanches de 1 cm. Les glumes inférieure et supérieure sont lancéolées, ciliées vers le sommet. Les grains de 1 mm de long sont ellipsoïdaux, pointus au sommet.

#### **Biologie :**

*Imperata cylindrica* est une espèce pérenne. Elle se multiplie principalement de façon végétative par extension d'un vigoureux système de rhizomes. Elle peut également se reproduire par graines, disséminées par le vent sur de grandes distances. Certaines populations produisent des fleurs régulièrement, tandis que d'autres n'en ont jamais.

Le passage du feu, le fauchage, le pâturage induisent un regain de végétation et stimulent la floraison. Si l'appareil aérien brûle facilement, les rhizomes possèdent une remarquable résistance aux températures élevées. Les rhizomes peuvent pénétrer dans le sol jusqu'à 120 cm de profondeur, mais la majorité se trouve dans les 15 premiers centimètres en sol lourd et dans les 40 premiers centimètres en sol léger.

### **Écologie :**

*Imperata cylindrica* est une espèce de climat humide, très abondante en forêt de transition et en zones de savane soudanienne et guinéenne. Elle se développe préférentiellement sous des climats où la pluviométrie annuelle est supérieure à 1 300 mm. Elle se rencontre ponctuellement sous des climats plus secs, dans des sols humides en bordure de rivière. Elle tolère de courtes périodes d'inondation. Espèce très héliophile, elle se développe surtout en adventice des cultures ou en rudérale sur les bords de chemins et dans les milieux ouverts



Figure 43: *Euphorbia heterophylla* L. au CNF en Octobre 2007



Figure 44: *Imperata cylindrica* L. sur l'axe Abidjan-Agboville en Juin 2010

### **8-1-1-3-Comparaison des listes floristiques**

La comparaison de l'effectif des listes floristiques appariées (Tableau XXIV) pendant les mêmes périodes de relevés (Mars, Juin et Septembre) et le calcul des coefficients de similitudes des mêmes listes prises deux à deux ont permis de réaliser les observations de la figure 45. Cette figure présente une allure uniforme pour les trois périodes de relevés (2005 à 2007). Cependant, les mois de Mars et Septembre ont affiché le plus grand nombre d'espèces.

Quand, on se réfère aux coefficients de similitude tous les relevés effectués ont donné des coefficients de similitudes inférieurs à 50 %. Ce qui a indiqué un milieu hétérogène d'une année à l'autre, c'est à dire une variation d'espèces d'une année à l'autre. En effet, l'herbicide participe à une action de sélection en éliminant certaines adventices au profit d'autres adventices.

### **8-1-1-4- Diversité des adventices au cours d'une année de traitement herbicide.**

La variation floristique à l'intérieur d'une même année et l'action du glyphosate sur les parcelles traitées ont été analysés (Tableau XXV). Au cours de l'année 2005, la parcelle traitée au glyphosate est restée homogène à 70 % malgré la période d'observation.

En 2006, il a été observé un changement radical de la végétation, ce qui indique donc l'apparition à plus de 50 % de nouvelles espèces dans la parcelle explorée. En 2007 également, nous avons observé un milieu homogène à 80 % environ des espèces d'une période de relevé à l'autre. Ce qui signifie que les mêmes espèces observées en début d'année culturale ont été également présentes à 80 % sur la même parcelle, presque en fin d'année.

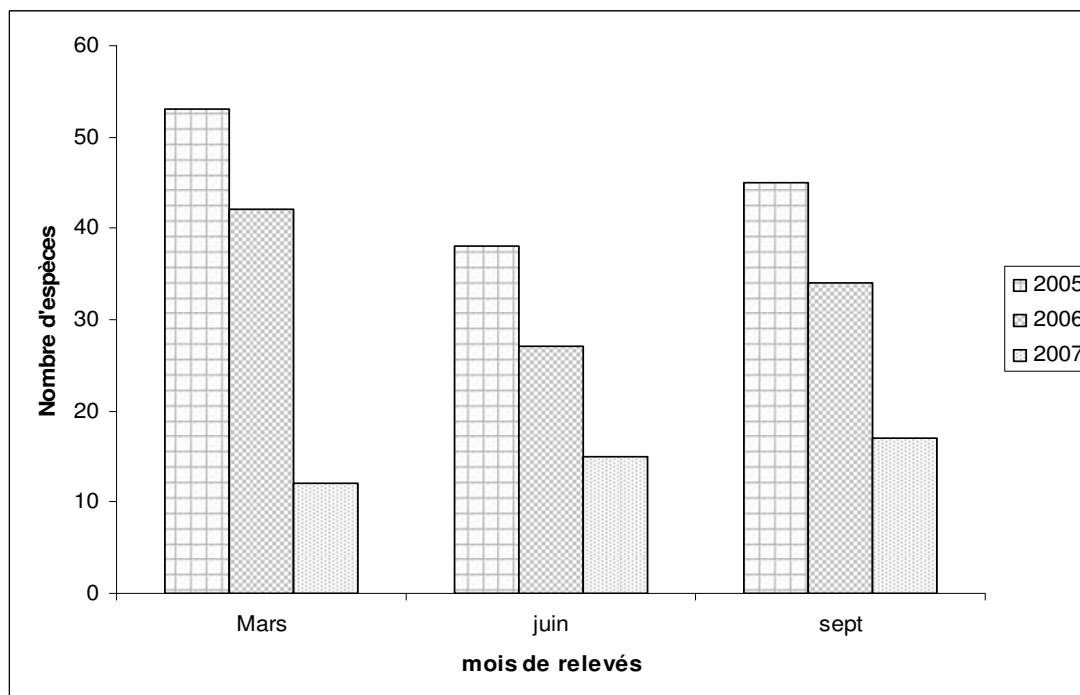


Figure 45: Nombre d'espèces de mauvaises herbes par époque de relevés au Centre National de Floristique à Abidjan

Tableau XXIV: Coefficients de similitude des listes floristiques comparatives des périodes de relevés effectuées au Centre National de Floristique à Abidjan

Dates de la Liste floristique A		Dates de la liste floristique B		Nombre d'espèces communes aux deux listes	Coefficient de similitude (%)
mars-05	53	mars-06	42	19	36,19
mars-05	53	mars-07	12	5	15,38
mars-06	42	mars-07	12	6	18,75
juin-05	38	juin-06	27	16	49,23
juin-05	38	juin-07	15	4	15,09
juin-06	27	juin-07	15	3	14,28
sept-05	45	sept-06	34	14	35,44
sept-05	45	sept-07	17	7	22,58
sept-06	34	sept-07	17	5	19,23

Tableau XXV : Variation de la diversité floristique pendant une même année au Centre National de Floristique à Abidjan

Année	Dates de la liste floristique A		Dates de la liste Floristique B		Nombre d'espèces communes aux deux listes	Coefficient de similitude (%)
<b>2005</b>	mars	53	juin	38	32	70,32
	mars	53	sept	45	37	75,51
	juin	38	sept	45	30	64,51
<b>2006</b>	mars	42	juin	27	17	<b>49,27</b>
	mars	42	sept	34	17	<b>44,73</b>
	juin	27	sept	34	13	<b>42,62</b>
<b>2007</b>	mars	12	juin	15	11	81,48
	mars	12	sept	17	11	75,86
	juin	15	sept	17	15	93,75

#### 8-1-1-5- Efficacité du traitement herbicide

Les traitements ont été sériés en deux lots par rapport à la dose normale du glyphosate qui a correspondu au traitement (T1). Un premier lot comportant les Traitements T6, T7 et T8 sont constitués de doses supérieures à la normale et un deuxième lot est constitué des traitements T2, T3, T4 et T5 comportant des doses inférieures à T1. T9 a été la placette témoin non traitée. L'efficacité de l'herbicide utilisé a été de 80 % pour les Traitements T1 à T5 et a oscillé entre 80 et 90 % pour les traitements T6 à T8 (Figures 46 et 47). Le glyphosate a été très efficace sur les jeunes plants de façon générale, tandis que les espèces en fructification ou en floraison ont été beaucoup plus résistantes, ce qui fait que 100% d'efficacité a été difficilement atteint.

Quand on se réfère individuellement aux espèces caractéristiques du milieu, le glyphosate quelle que soit la dose utilisée a permis la prolifération et le développement de certaines espèces qui au départ de l'expérimentation n'étaient pas présentes ou dominantes par rapport aux autres adventices. Il s'agit de certaines espèces comme *Imperata cylindrica*, *Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*, *Ipomoea involucrata*, *Euphorbia heterophylla* et *Commelina benghalensis*

Chez *Imperata cylindrica*, *Cyperus rotundus* et *Cyperus esculentus*, l'effet de l'herbicide n'est qu'apparent. Ces espèces possèdent des rhizomes qui sont vivaces dans le sol et la régénération de nouveaux individus repart de plus belle une fois que les conditions du milieu le permettent.

*Euphorbia heterophylla* a un cycle végétatif très court et produit assez de semences. Ce qui explique sa vitalité dans le milieu de relevé.





Figure 46 : Parcelles avant les différentes applications d'herbicide en Mars 2006, au Centre National de Floristique, à Abidjan



Figure 47: Effet de l'herbicide à base du glyphosate sur les mêmes parcelles montrant les repousses, 3 mois après traitement herbicide, au Centre National de Floristique, à Abidjan



#### 8-1-1-6-Temps mis avant la résurgence de nouvelles espèces

Les placettes traitées ont toutes réagi à l'effet du glyphosate, quelle que soit la dose appliquée. Pour les placettes ayant reçu les faibles doses de glyphosate (T2, T3, T4 et T5), l'effet de celui-ci s'est manifesté sur les adventices par un jaunissement des feuilles et un flétrissement de la plante qui n'a été observé qu'au bout de 4 à 6 jours. L'assèchement total et complet des organes végétaux n'est survenu qu'au bout de 2 semaines après l'application de l'herbicide à base du glyphosate.

Les premières repousses ont été observées aussitôt après l'assèchement de la végétation par l'apparition de quelques jeunes plants. Les premières repousses identifiées après un mois dans ces placettes, ont été *Ipomoea involucrata*, *Vernonia cinerea*, *Spigelia anthelmia*, *Hybanthus enneaspermus* et *Commelina benghalensis*.

Tandis que dans les placettes ayant reçu les fortes doses d'herbicide, les premières repousses d'adventices identifiées sont apparues après la 3<sup>e</sup> semaine. Les effets de l'herbicide ont agi seulement quelques heures après le traitement. Deux jours après, tous les organes aériens des plantes ont été asséchés.

Les espèces qui sont réapparues en premier ont été *Ipomoea involucrata*, *Mariscus cylindristachyus*, *Hybanthus enneaspermus* et *Panicum repens*.

C'est au bout de trois mois que le sol est a été complètement recouvert de jeunes plantes diverses qui ont été aisément distinguées (Fig. 47).

Mars étant un mois pluvieux où débute la grande saison des pluies, il y a eu par conséquent assez de levées d'adventices. Ensuite, envahissement total de la parcelle par *Ipomoea involucrata* (Fig.48) alors que les parcelles témoin qui n'ont pas subi de traitement herbicide, c'est plutôt *Panicum maximun* qui est envahissant (Fig. 48).

Pour indiquer le temps mis par le glyphosate pour détruire chaque adventice, nous avons comparé par année et à la même période de relevés, l'action de l'herbicide sur les adventices (Tableaux XXVI, XXVII et XXVIII).

Tableau XXVI : Mars 2005 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate

0= mort instantanée, 1= flétrissement et mort en une semaine, 2= flétrissement et mort en deux semaines, 3= flétrissement et mort en trois semaines, 4 = sans effet

DFBL : Dose faible d'herbicide :

DN : Dose Normale d'herbicide

DFO : Dose forte d'herbicide

N	Espèces	Temps de latence (semaines)		
		DFBL	DN	DFO
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	3	1	0
2	<i>Amaranthus spinosus</i>	4	2	1
3	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	2	1	0
4	<i>Blighia welwitschii</i>	4	3	2
5	<i>Boerhavia diffusa</i>	3	2	1
6	<i>Borreria latifolia</i>	3	2	1
7	<i>Brachiaria deflexa</i>	3	2	1
8	<i>Byrsocarpus coccineus</i>	3	2	1
9	<i>Culcasia saxatilis</i>	3	2	1
10	<i>Cassia occidentalis</i>	4	3	1
11	<i>Celosia trigyna</i>	3	1	0
12	<i>Chloris pilosa</i>	3	1	0
13	<i>Chromolaena odorata</i>	4	3	2
14	<i>Clerodendrum umbellatum</i>	4	3	2
15	<i>Combretum racemosum</i>	4	3	2
16	<i>Commelina benghalensis</i>	4	3	2
17	<i>Commelina diffusa</i>	4	2	2
18	<i>Croton hirtus</i>	3	2	1
19	<i>Croton lobatus</i>	3	2	1
20	<i>Cyperus rotundus</i>	3	2	1
21	<i>Dalbergia saxatilis</i>	4	3	2
22	<i>Desmodium adscendens</i>	3	2	1
23	<i>Digitaria horizontalis</i>	3	2	1
24	<i>Diodia rubricosa</i>	3	2	1
25	<i>Diodia scandens</i>	3	2	1
26	<i>Eragrostis ciliria</i>	3	2	1
27	<i>Euphorbia hirta</i>	3	2	1
28	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	3	2	1
29	<i>Ficus exasperata</i>	4	4	3
30	<i>Laportea aestuans</i>	3	1	0

Tableau XXVI : (Suite et fin)

N	Espèces	Temps de latence (semaines)		
		DFBL	DN	DFO
32	<i>Ipomoea triloba</i>	4	3	1
33	<i>Kyllinga erecta</i> var. <i>erecta</i>	3	3	1
34	<i>Kyllinga pumila</i>	3	3	1
35	<i>Lantana camara</i>	2	2	0
36	<i>Lindernia diffusa</i>	3	1	0
37	<i>Mariscus umbellatus</i>	4	3	1
38	<i>Mariscus flabelliformis</i>	3	3	1
39	<i>Mimosa invisa</i>	4	3	1
40	<i>Oldenlandia affinis</i>	3	3	1
41	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	3	2	1

42	<i>Panicum brevifolium</i>	4	2	1
43	<i>Panicum laxum</i>	4	3	1
44	<i>Panicum maximum</i>	4	3	2
45	<i>Panicum repens</i>	4	3	2
46	<i>Paspalum orbiculare</i>	4	2	1
47	<i>Pennisetum polystachion</i>	4	3	2
48	<i>Perotis patens</i>	3	2	1
49	<i>Phyllanthus amarus</i>	3	2	1
50	<i>Physalis angulata</i>	2	1	0
51	<i>Pteridium aquilinum</i>	2	2	0
52	<i>Richardia brasiliensis</i>	3	3	1
53	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	4	3	2
54	<i>Talinum triangulare</i>	1	1	0

Tableau XXVII: Mars 2006 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate

0= mort instantanée, 1= flétrissement et mort en une semaine, 2= flétrissement et mort en deux semaines, 3= flétrissement et mort en trois semaines, 4 = sans effet

N	Espèces	Temps de latence (semaines)		
		DFBL	DN	DFO
1	<i>Boerhavia diffusa</i>	3	2	1
2	<i>Amaranthus viridis</i>	4	3	2
3	<i>Spermacoce verticillata</i>	3	2	1
4	<i>Cassia occidentalis</i>	4	4	1
5	<i>Centrosema pubescens</i>	4	2	1
6	<i>Chromolaena odorata</i>	4	3	1
7	<i>Cleome ciliata</i>	4	1	0
8	<i>Commelina benghalensis</i>	4	4	4
9	<i>Commelina diffusa</i>	4	3	2
10	<i>Commelina erecta</i>	4	4	2
11	<i>Croton hirtus</i>	3	2	1
12	<i>Croton lobatus</i>	3	2	1
13	<i>Cyperus difformis</i>	3	2	1
14	<i>Cyperus rotundus</i>	3	2	1
15	<i>Cyperus sphaelatus</i>	3	2	1
16	<i>Euphorbia heterophylla</i>	4	3	1
17	<i>Euphorbia hirta</i>	3	2	1
18	<i>Euphorbia prostrata</i>	3	2	1
19	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	4	4	2
20	<i>Hybanthus enneaspermus</i>	2	1	0
21	<i>Ipomoea batatas</i>	4	3	2
22	<i>Ipomoea involucrata</i>	4	4	4
23	<i>Ipomoea triloba</i>	4	3	1
24	<i>Mariscus cylindrostachys</i>	4	3	1
25	<i>Mitracarpus scaber</i>	4	2	1
26	<i>Mollugo nudicaulis</i>	3	2	0
27	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	3	1	0
28	<i>Oldenlandia herbacea</i>	3	2	0
29	<i>Panicum brevis</i>	4	3	1
30	<i>Panicum maximum</i>	4	3	1
31	<i>Panicum brevifolium</i>	4	2	1
32	<i>Passiflora foetida</i>	4	3	1
33	<i>Phyllanthus amarus</i>	3	2	1
34	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	4	4	3
35	<i>Richardia brasiliensis</i>	4	3	1
36	<i>Schrankia leptocarpa</i>	4	4	2
37	<i>Scoparia dulcis</i>	4	2	1
38	<i>Vernonia cinerea</i>	2	1	0

Tableau XXVIII : Mars 2007 : Temps mis avant l'efficacité du glyphosate

0= mort instantanée, 1= flétrissement et mort en une semaine, 2= flétrissement et mort en deux semaines, 3= flétrissement et mort en trois semaines, 4 = sans effet

DFBL : Dose faible d'herbicide

DN : Dose Normale d'herbicide

DFO : Dose forte d'herbicide

N	Espèces	Temps de latence (semaines)		
		DFBL	DN	DFO
1	<i>Brachiaria lata</i>	3	2	1
2	<i>Celosia trygina</i>	3	1	0
3	<i>Centrosema pubescens</i>	4	2	0
4	<i>Chromolaena odorata</i>	3	2	1
5	<i>Cleome viscosa</i>	1	1	0
6	<i>Commelina benghalensis</i>	4	4	4
7	<i>Euphorbia heterophylla</i>	4	4	4
8	<i>Imperata cylindrica</i>	4	4	4
9	<i>Ipomoea involucrata</i>	4	4	4
10	<i>Physalis angulata</i>	2	1	0
11	<i>Sorghum verticilliflorum</i>	3	1	0

Quand on compare le temps mis par l'herbicide pour agir sur chaque adventice, il n'y a pas eu de grandes différences d'actions d'une année à l'autre hormis certaines espèces comme *Panicum maximum* où la dose forte a agi en deux semaines en 2005 alors qu'elle a mis juste une semaine en 2006. Cela a été sans doute lié à l'état physiologique de la plante au moment du traitement. En 2005, la jachère morcelée et traitée avait des plantes qui étaient très souvent en fructification ou en fleurs. Dans les différents tableaux (XXVI à XXVIII), toutes les espèces dont l'indice de la dose a été noté 4 (c'est à dire 4 semaines), représentent une inefficacité de l'herbicide à toutes ces doses, c'est à dire 4 semaines après, ces adventices ont été toujours en bon état et sur pied.

### **8-1-2- Coût du traitement herbicide**

La quantité d'herbicide (360 mg de glyphosate/litre) à utiliser à l'hectare pour la maîtrise des adventices en post levé est de 2 litres, soit l'équivalent de 7000 f CFA (10,67 €) pour l'achat de cette quantité de produit pour traiter un hectare occupé par les adventices.

L'expérimentation réalisée a indiqué qu'il a fallu au moins 90 jours pour que la parcelle traitée en post levée avec du glyphosate ait été à nouveau recouverte de mauvaises herbes, ce qui a laissé le temps aux plantes cultivées de se développer et de faire ombrage aux mauvaises herbes à venir.

En ce qui concerne la culture du maïs, comme la plupart des variétés cultivées ont un cycle de plus ou moins 90 jours, le paysan ou l'agriculteur ne fera qu'un seul traitement herbicide pour cette culture. Une seule application d'herbicide a donc permis de maintenir la parcelle très propre durant tout le cycle de la culture du maïs. D'où un important gain de temps et d'énergies pour maîtriser les mauvaises herbes et avoir de meilleurs rendements de la culture du maïs.

Dans la lutte manuelle, un agriculteur mobilisera en moyenne une main d'œuvre de 2 personnes pendant 2 à 3 jours pour sarcler un hectare de culture, et ceci, 2 fois avant la fin du cycle de culture. Ce qui correspond à un taux variant entre 18.000 et 20. 000 f CFA.

En plus, il faut sarcler à temps pour espérer faire une bonne production.

En gros, comparativement aux sarclages manuels, le paysan qui utiliserait l'herbicide pour contrôler les adventices sur un hectare de champ de maïs transgénétique gagnerait en argent (entre 11.000 et 13.000), en temps (un seul jour de traitement au lieu de 6 jours de sarclage), en énergie (une personne en un jour au lieu de 2 personnes en 6 jours) et

probablement en rendement car il peut stopper à temps voulu le développement des mauvaises herbes laissant sa culture profiter seule des éléments nutritifs du milieu.

Lorsque le maïs a atteint sa maturité au bout de 90 jours, les épis formés pouvaient être consommés frais. Souvent les paysans ont laissé les épis sécher sur les pieds de maïs afin d'obtenir d'autres produits tels que la farine de maïs. En ce moment, le paysan n'a plus eu besoin d'apporter un entretien quelconque à sa parcelle.





Figure 48: Placette témoin non traitée dominée par *Panicum maximum*, *Panicum repens* et *Croton hirtus*, au Centre National de Floristique, à Abidjan



Figure 49 : Prolifération d'*Ipomoea involucrata* dans toutes les placettes au Centre National de Floristique, à Abidjan

## 8-2-Discussion

L'utilisation du glyphosate a permis de montrer que cet herbicide est efficace sur un grand nombre d'adventices en milieu tropical et a maintenu les parcelles assez propres pendant 90 jours. Des applications successives ont entraîné une sélection en éliminant les adventices moins résistantes au profit des plus robustes.

En effet, des espèces comme *Ipomoea involucrata*, *Euphorbia heterophylla*, *Chromolaena odorata*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus* et *Imperata cylindrica* ont prospéré en occupant plus d'espace par rapport aux autres adventices malgré l'utilisation répétitive de l'herbicide sur trois ans. *Ipomoea involucrata* et *Commelina benghalensis* particulièrement ont semblé résister à l'effet de l'herbicide car ces deux mauvaises herbes ne s'assèchent jamais complètement quel que soit le stade végétatif auquel l'application herbicide est faite, contrairement aux autres adventices citées et qui ont subi l'effet de l'herbicide avant de reprendre aussitôt la croissance végétative.

*Cyperus rotundus* est considérée comme la pire des mauvaises herbes du monde (Holm *et al.*, 1977, 1978). Cette espèce produit un très faible nombre de graines et se reproduit principalement par voie végétative par les tubercules et les bulbes (Holm *et al.*, 1977, 1978, Williams 1982, Moosavi-Nia et Dore, 1979 a, b, 1972).

*Imperata cylindrica*, géophyte agressive, se propage par graines et par rhizomes (Holm *et al.*, 1977, 1978). Selon cet auteur, *Imperata cylindrica* est présente dans 75 pays du monde comme mauvaise herbe et elle pourrait produire jusqu'à 3000 graines par plante.

44 cas de résistances d'adventices sont répertoriées par l'international survey of herbicide resistant weeds (ISHR), 22 concernant des biotypes du genre *Conyza*, surtout *Conyza canadensis* (Heap, 2007). Les autres dicotylédones concernées sont les amarantes (*Amaranthus palmeri* et *Amaranthus rudis*), les ambrosies (*Ambrosia artemisiifolia* et *A. trifida*), une euphorbe (*Euphorbia heterophylla*) et un plantain (*Plantago lanceolata*).

Les graminées résistant au glyphosate sont *Eleusine indica* (Bearson *et al.*, 2002), *Sorghum halepense* (Heap, 2007).

Au total, 12 espèces de mauvaises herbes ont donc développé des biotypes résistants au glyphosate à travers tous les continents. L'Afrique au sud du Sahara reste très peu étudiée en ce qui concerne les résistances aux herbicides.

Le glyphosate est appelé N-(Phosphonométhyl) glycine (Franz *et al.*, 1977). Il s'agit d'un herbicide presque total, à très large spectre d'efficacité, pénétrant dans les végétaux par les feuilles, puis transporté de manière systémique dans la plante jusqu'aux racines. Il bloque la biosynthèse des acides aminés aromatiques (Phénylalanine, Tyrosine et Tryptophane). Plus



précisément, il inhibe spécifiquement une des enzymes impliquées dans la biosynthèse des acides aminés : l'énol-pyruvylshikimate phosphate synthétase (EPSPS). En bloquant cette étape de la voie métabolique, l'herbicide induit une accumulation d'acide shikimique et une carence en énopuruvylshikimate phosphate. Il en résulte, notamment, une interruption de la production des protéines qui entraîne la mort de la plante traitée (Delabays *et al.*, 2004).

Une utilisation répétée du glyphosate entraînerait une hausse des adventices résistantes à l'herbicide. Ainsi, des espèces comme *Ipomoea involucrata*, *Euphorbia heterophylla*, *Chromolaena odorata*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus*, *Commelina benghalensis* et *Imperata cylindrica* jusque là non encore signalées comme résistantes au glyphosate selon ISHR pourraient bien l'être dans un avenir très proche.

Une des caractéristiques du glyphosate est sa très forte capacité à se fixer aux particules du sol (Delabays *et al.*, 2004), ce qui donne un indice de fixation  $K_{oc}$  au sol très élevé. Ce caractère combine à une dégradation microbienne relativement rapide, limite théoriquement les risques de lessivage et de contaminations des eaux (Vaissayre *et al.*, 2005).

### **Conclusion partielle**

L'utilisation prolongée et répétée du glyphosate en un même lieu entraîne systématiquement une réduction de la diversité floristique et favorise l'apparition de nouvelles adventices qui pourraient résister au glyphosate dans de très brefs délais. Dans notre étude, l'utilisation prolongée du glyphosate a entraîné la prolifération de certaines adventices telles *Ipomoea involucrata*, *Euphorbia heterophylla*, *Chromolaena odorata*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus esculentus*, *Commelina benghalensis* et *Imperata cylindrica*. Ces adventices pourraient développer une résistance au glyphosate.

## **Quatrième partie : Discussion générale**

L'agriculture reste un secteur clé de l'économie ivoirienne, occupant 60 % de la population et représentant 34 % du PIB et 2/3 des ressources d'exploitation. Les produits traditionnels d'exportation, le café et le cacao occupent toujours la première place des cultures de rente en Côte d'Ivoire, placée au 1<sup>er</sup> rang mondial pour le cacao et au 4<sup>e</sup> rang pour le café. Le cacao avec une production annuelle d'environ 1 400 000 tonnes représente à lui seul 10 % du PIB et 40 % des exportations.

En dehors de ces principales cultures, les cultures de palmier à huile, de cocotier, d'hévéa, de banane, d'ananas, de coton et d'anacarde occupent une place non négligeable dans l'agriculture ivoirienne et leurs produits sont dans la grande majorité destinée à l'exportation.

L'agriculture vivrière permet d'atteindre l'autosuffisance dans les domaines de l'igname, le manioc, de la banane plantain et des cultures fruitières de manière générale.

Ce qui n'est pas le cas pour des denrées pourtant largement consommées par les ivoiriens comme le riz (que la Côte d'Ivoire importe encore dans des proportions importantes 300 000 à 400 000 tonnes par an).

En 2001, le département de Ferké avait enregistré 1000 mm de pluie. En 2005, la hauteur de pluie recueillie est tombée à 800 mm. En 2006, elle n'était que de 700 mm. « C'est très faible pour espérer faire de bonnes récoltes car les sols manquent d'eau et ne donnent plus autant qu'avant », déclare Hermann Kassi, conseiller agricole à la Compagnie cotonnière de Côte d'Ivoire, dans le nord du pays.

Il a cinq ans, ajoute-t-il, le département de Ferké avait réalisé les meilleures productions de la région nord. « Nous avons récolté 180.000 tonnes de mangues, presque autant d'anacarde, 150.000 tonnes de canne à sucre, 90.000 tonnes de coton. Nous disposions également de plusieurs milliers de têtes de bovins et de volaille ». D'année en année, la production a chuté pour se retrouver aujourd'hui à 80.000 tonnes de mangue, 100.000 tonnes d'anacarde et 115.000 tonnes de canne à sucre, selon la Coopérative des producteurs agricoles de Ferké.

En 2003, le Fonds des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) tirait déjà la sonnette d'alarme en révélant que la production de céréales en Côte d'Ivoire chutait pour la deuxième année consécutive passant de 1.785.000 tonnes en 2001 à 1378000 tonnes en 2002, puis à 1280000 tonnes en 2003.

Le bureau de coordination des affaires humanitaires des Nations Unies (OCHA), s'est également préoccupé de la situation alimentaire dans le pays qu'il a qualifié de critique, surtout dans l'ouest et le nord, contrôlés par les rebelles.

« Depuis mai 2003, les précipitations ont été inférieures à la moyenne dans l'ensemble de la Côte d'Ivoire. Cela a des conséquences sur la culture du maïs dans le sud, le mil et le sorgho dans le nord », a annoncé l'organisation dans l'une de ses publications.

Voilà donc les véritables enjeux de l'agriculture ivoirienne, outre l'absence de mécanisation, il y a le manque d'eau et la disponibilité des terres arables.

Il faut noter que les OGM sont utilisés dans plusieurs domaines autres que l'agriculture mais seules les cultures transgéniques font l'objet de polémiques à travers les médias par les scientifiques et groupes d'intérêts.

La question essentielle qu'il y a lieu de se poser est de savoir si les plantes génétiquement modifiées peuvent apporter des solutions auxquelles sont confrontées les politiques agricoles de nos pays. D'abord, résoudre le problème de la baisse des rendements liée à la sécheresse et au manque d'eau.

Le coton Bt a contribué de façon significative à la hausse du rendement du coton en Inde. Passé de 308 kg de fibres de coton par hectare pour la période 2001-2002 à 450 kg par hectare pour la période 2005-2006 (Clive, 2007). L'augmentation du rendement du coton Bt a pour sa part participé à une hausse des exportations du coton indien, lesquelles se sont envolées passant de 0,9 million de balles en 2005 à 4,7 millions de balles en 2006.

Plus de 90 %, soit 9,3 millions des agriculteurs qui ont cultivé des plantes transgéniques l'an passé étaient de petits agriculteurs dotés de faibles ressources des pays en voie de développement, ce qui a permis aux biotechnologies de contribuer modestement à la diminution de la pauvreté (Clive, 2006).

On constate à ce jour une forte augmentation des surfaces occupées par les cultures transgéniques dans le monde.

En 2006, plus de 10 millions d'agriculteurs (10,3) ont cultivé plus de 100 millions d'hectares (102 Mha) plantés en semences biotechnologiques dans 22 pays représentant 55 % de la population mondiale (Clive, 2007), (21 pays en 2005, 17 pays en 2004).

Ces 102 millions d'hectares (102 Mha) représentent 6,7 % des 1530 millions d'hectares (1530 Mha) cultivés sur la planète. Le soja continue à être la plante génétiquement modifiée (PGM) la plus cultivée dans le monde (59 Mha), suivie du maïs (25 Mha), du coton (13 Mha) et du colza (5 Mha).

Les PGM tolérantes aux herbicides (soja, maïs, colza, coton, luzerne) représentent la plus grande partie avec 70 Mha tandis que les PGM développées pour résister aux insectes nuisibles (plantes Bt) représentent 19 Mha et celles combinant ces deux traits (tolérance aux herbicides et résistance aux insectes) représentent 13 Mha. Ce sont ces dernières qui connaissent le plus fort taux de croissance (+ 30 % en 2006 par rapport en 2005).

Malgré toutes ces données disponibles, l'Europe dans son ensemble jusqu'à un passé récent semble s'opposer aux plantes génétiquement modifiées. Les principales raisons de l'opposition aux OGM tournent autour de la santé humaine, la pollution de l'environnement, la diminution de la biodiversité animale et végétale dans le monde et le brevetage du vivant.

Notre étude a porté sur la résistance des mauvaises herbes au glyphosate suite à une utilisation répétée du même herbicide et sur les flux de gènes entre culture transgénique et culture naturelle ou entre culture transgénique et mauvaises herbes.

Il faut cependant retenir que la résistance d'une adventice à un herbicide est un fait naturel. Le développement de résistances au glyphosate, prouve qu'il s'agit bien, dans ce cas, de rendre sélectif un herbicide total et que tout se passe comme pour les autres herbicides : quand on l'applique tout le temps les adventices deviennent résistantes. Elles n'ont pas besoin du flux de gènes provenant de la plante transgénique avant d'acquérir cette résistance.

Les OGM sont donc utilisés par plusieurs pays qui parlent des avantages comme l'amélioration des rendements, la baisse de l'utilisation des taux de pesticides dans le monde et surtout les solutions aux différents maux de l'agriculture.

Pour ce que nous avons constaté, l'utilisation d'herbicide a permis au paysan de maîtriser effectivement à temps et de façon durable l'enherbement des parcelles cultivées. Ce qui, à coup sûr, a permis l'augmentation des rendements.

Une des raisons en Côte d'Ivoire qui poussent les paysans à abandonner les anciens champs au profit de nouvelles défriches est l'enherbement. La non maîtrise à temps des

mauvaises herbes entraînent des chutes de rendements importants des cultures en cours et la non utilisation de la parcelle l'année suivante.

Ensuite le flux de gène entre espèce cultivée naturelle et plante transgénique de même espèce est réel et les conditions de contamination sont plus élevées en Afrique qu'en Europe en ce qui concerne spécifiquement le maïs.

La transmission du transgène est réelle dans le cas des cultures comme le riz, le sorgho et le mil car il existe en abondance et dans l'environnement ivoirien d'innombrable espèces sauvages proches de ces cultures.

En effet, le discours anti-OGM se présente avant tout comme un discours sur les valeurs : la transgénèse y est présentée comme une transgression, l'opposition "artificiel-naturel" est omniprésente et entachée de valeurs quasi morales (le naturel est attaché au "bien", l'artificiel au "mal") et les écologistes sont obsédés par le "risque de disparition de la notion d'espèce" » (Oury, 2006); ainsi, Greenpeace « s'appuie sur un allié d'une force incroyable, le "concept de nature", en l'identifiant à la notion morale du bien ; son argument central contre la transgénèse est qu'il s'agit « de quelque chose que la nature ne fait pas ». Pour reprendre les mots du botaniste Jean-Marie Pelt, la biotechnologie reviendrait à « associer des gènes que la nature a séparés ».

Voilà comment deux blocs s'affrontent sur les OGM, opposant du coup les concepts « Artificiel-Naturel », rendant ainsi la perception des véritables enjeux sur les OGM difficile à percevoir et surtout cela expose les africains en proie aux doutes quant à une position claire à prendre sur les OGM.

Nous estimons au vu de nos résultats, que les cultures transgéniques ne doivent pas être rejetées en bloc comme nous assistons pour l'heure en Europe mais plutôt chaque nouvelle plante transgénique doit être étudiée au cas par cas. Pour chaque nouvelle plante transgénique l'on se doit de maîtriser plusieurs paramètres et de peser le pour et le contre avant une éventuelle décision. C'est pourquoi, nous exhortons les gouvernements africains à permettre à leurs scientifiques de s'approprier cette biotechnologie d'abord avant toutes décisions à venir.

Par ailleurs, les plantes transgéniques outre l'amélioration du rendement, renferment plusieurs autres qualités qu'il convient de rappeler.

D'abord il y a eu l'introduction d'un gène résistant à un herbicide, d'un gène résistant à un insecte puis on est passé à l'introduction d'un gène résistant à une maladie. Ensuite pour la

même plante, on a introduit plusieurs gènes résistants à la fois à un herbicide, un insecte et une maladie, puis il y a eu l'introduction des gènes agissant sur des caractéristiques métaboliques telles l'augmentation de la photosynthèse, la résistance au stress hydrique, la résistance à la salinité et enfin l'amélioration qualitative de la production par l'introduction de gène pour les acides aminés, les acides gras, les vitamines, la conservation, et le goût.

Compte tenu de la spécificité du climat tropical pour la plupart des pays africains et des difficultés que rencontre l'agriculture africaine pour le déficit pluviométrique surtout, certains de ces caractères pourraient bien nous intéresser.

La manière dont les opposants ont abordé les questions concernant les OGM dans l'agriculture ne vise pas véritablement à faire émerger des solutions. Ils accusent les OGM de causer plusieurs maux aux populations. Les OGM se retrouveraient ainsi selon nous, à la pointe d'un anti-américanisme exacerbé qui se nourrit de l'ignorance de ce qui se passe de l'autre côté de l'Atlantique.

La bibliographie que nous avons parcourue tout au long de la durée de ces travaux ne nous a pas permis de trouver un seul article scientifique confirmant les affirmations sur les dommages causés par les OGM et leurs dérivés sur la santé humaine et l'environnement.

Par contre, ce que nous savons concerne l'échange de gènes entre cultures transgéniques et cultures conventionnelles de la même espèce. Echanges de gènes entre cultures transgéniques et quelques adventices sauvages proches qui existent dans la nature. La résistance que certaines mauvaises herbes acquièrent par une utilisation monospécifique d'herbicide.

Les Etats Unis produisent sur leur propre sol et non ailleurs les plantes transgéniques et consomment les produits dérivés animaux ou végétaux depuis près de 15 ans et il ne semble pas y avoir de problèmes de santé, ni d'atteinte à l'environnement par suite de l'usage de transgènes.

Cependant, il reste beaucoup à faire pour évaluer les réels avantages de cette forme d'agriculture pour les consommateurs et l'environnement (Trewavas, 2001 ; Borlaug, 2000). Il reste à régler le problème du brevetage du vivant. La sélection des plantes a commencé il y a longtemps. Peut-on donc accepter que quelqu'un s'attribue à lui seul le bénéfice de la création d'une nouvelle variété ?

Le sujet de la protection de l'information en biologie est très polémique actuellement. Les critères d'attribution et la nature des entités brevetables sont au coeur d'une discussion mouvementée et en pleine évolution (Patay *et al.* 2007).

Les problèmes fondamentaux de bioéthique sont loin d'être résolus et ne le seront pas tant que tous les comités d'éthique nationaux et internationaux n'auront pas pris une décision en la matière.

Dans le cadre de la mondialisation des recherches et des échanges commerciaux, une harmonisation de la législation est nécessaire pour remplacer la guerre économique des transnationales pour privatiser et monopoliser les connaissances en vue de contrôler le vivant, par une mondialisation non marchande des ressources génétiques et des connaissances.

Il est donc convenable pour tous de s'asseoir et d'apprécier au cas par cas et pour chaque région donnée un type de plante génétiquement modifiée spécifique.

La mission des chercheurs très souvent accusés de collusion avec les multinationales n'est pas simple. Elle doit consister à explorer de nouvelles voies de recherche prometteuses pour l'humanité en évaluant les risques et non de condamner ou de promouvoir les OGM ou toute autre innovation. Il revient aussi aux chercheurs de dire le vrai et le faux sans profiter exagérément de leur position privilégiée d'experts.

### **Quel enjeu pour la Côte d'Ivoire ?**

L'introduction et l'adoption des hybrides génétiquement modifiés dans l'agriculture en Côte d'Ivoire vont créer de nouvelles habitudes et de nouveaux réflexes chez les paysans. Il s'agit systématiquement de l'achat de nouvelles semences avant les semis et des produits associés.

La Côte d'Ivoire étant un pays dont l'économie repose sur l'Agriculture, elle se doit de se doter de structures étatiques de production de semences où les coûts de productions sont maîtrisés et les marges bénéficiaires sont modérées mais ne jamais abandonner la filière de production de semences (en particulier OGM si c'était le cas) à un capital strictement privé.

En ce qui concerne le brevetage des graines, cela aussi dépend également de l'Etat ivoirien qui à travers sa législation va tout réguler. Pour maintenir des meilleurs rendements chaque année, il est indispensable de noter d'autres effets que produiront les cultures génétiquement modifiées dans le quotidien des agriculteurs.



Pour les plantes transgéniques dotées d'un gène insecticide qui représentent le quart des cultures transgéniques dans le monde, aucun phénomène de résistance n'a encore été signalé chez les insectes. Des mesures sont prises comme l'obligation de préserver à l'intérieur de la parcelle OGM plusieurs bandes de cultures non génétiquement modifiées afin d'éviter la sélection des souches d'insectes résistantes à la molécule insecticide. La surveillance reste néanmoins maximale.

Toute introduction des organismes génétiquement modifiés doit être subordonnée à une réglementation claire et précise.

### **L'industrie des graines ou semences**

Pour occuper sa position dominante actuelle sur le marché international à travers divers produits (café, cacao, palmier à huile, hévéa), la Côte d'Ivoire a adopté une politique soutenue en recherche agronomique avec des structures de recherches étatiques performantes. Ces structures de recherches ont mis à la disposition des paysans leur savoir faire et les ont encadrés convenablement et durablement.

Concernant les cultures génétiquement modifiées, si la Côte d'Ivoire veut en produire, elle se doit de s'approprier d'abord toute la biotechnologie. Elle doit doter ses structures de recherches en matériels adéquats et permettre à ses chercheurs de maîtriser correctement toute la biotechnologie.

En Côte d'Ivoire, pour réaliser de nouvelles plantations, les paysans se réfèrent aux structures de recherche pour acheter des hybrides appartenant à la génération F1 afin d'avoir de meilleur rendement. C'est le cas de l'hévéaculture, de la cacao culture, de la culture du café, de la culture du palmier à huile. Même concernant les cultures potagères, les paysans ont recours à des semences qui ont un taux de germination élevée et qui sont vendues dans le commerce.

Donc le fait que les semences naturelles ont toujours été vendues par les structures d'encadrement ne pose en réalité pas trop de problème. Le véritable enjeu serait que toute la commercialisation et le monopôle de vente soit l'exclusivité du privé et qui de surcroît est le détenteur du brevet d'invention.

Pour pallier toutes ces difficultés, tous ces bouleversements et ces attitudes, il serait indiqué pour l'état de Côte d'Ivoire de procéder à la mise en place de structure de recherche étatique dans un premier temps pour s'occuper des semences et ainsi maîtriser sa subvention aux paysans.

La grande difficulté est de savoir si l'Etat de Côte d'Ivoire aura les moyens de rivaliser avec les grandes firmes tel Monsanto, Syngenta et autres qui sont spécialisés dans la création et la vente d'hybrides génétiquement modifiés.

Toutes ces difficultés pourraient être résolues avec un arsenal juridique bien ficelé qui tienne compte à la fois des intérêts du secteur privé qui s'installera dans la production de semence génétiquement modifiée et les agriculteurs qui seront les véritables utilisateurs de ces semences.

### **Brevetage des semences**

Aux ETATS-UNIS de 1996 à 2000, 75 % de plus de 4200 nouveaux brevets agricoles de biotechnologie ont été attribués à l'industrie privée.

Dans la plupart des pays africains, les semences font partie du patrimoine collectif qui est lui-même le fruit d'un savoir-faire traditionnel et communautaire. Généralement, les systèmes locaux de production agricole sont principalement orientés vers le marché interne pour la consommation locale (agriculture de subsistance), et fondés sur la conservation d'année en année et les échanges de semences entre agriculteurs au sein des communautés. La notion de patrimoine collectif, accessible à tous les membres de la communauté et aux futures générations, joue un rôle essentiel dans les relations et les normes sociales qui sous-tendent ces systèmes de production.

Par conséquent, le brevetage à grande échelle des semences pourrait occasionner de profonds bouleversements sociaux et économiques dans les pays africains. D'ores et déjà, le niveau élevé de la pauvreté dans le milieu rural, combiné à l'absence de mesures d'appui aux agriculteurs (notamment en termes de subventions et de crédit) laisse présager des effets dévastateurs sur la sécurité alimentaire de millions de personnes, dans la mesure où la grande majorité que forment les petits agriculteurs ne pourra pas se permettre d'acheter un intrant agricole aussi vital que les semences.

Dans les communautés qui ont adopté les semences brevetées à la suite des campagnes de distribution gratuite pour la promotion de ces semences auprès des agriculteurs (Zo, 2002) : par exemple au Ghana, à terme leur utilisation a mené une réduction considérable de la biodiversité, due à la disparition de plusieurs variétés traditionnelles. D'autre part, les sols se sont appauvris sous les effets conjugués des pesticides, des herbicides et de la monoculture.

Les agriculteurs concernés sont totalement dépendants des multinationales détentrices des brevets non seulement pour les semences, mais aussi pour les intrants tels que les pesticides et les fertilisants qu'elles nécessitent. Pour ceux-ci qui n'ont pas les moyens de se

procurer ce paquet d'intrants, c'est-à-dire la majorité des petits agriculteurs, le retour aux variétés et aux méthodes traditionnelles s'avère difficile, en raison de la disparition progressive de ces semences traditionnelles et de l'appauvrissement des sols.

Le brevetage des semences en Afrique pourrait donc aboutir à mettre la survie de millions de petits agriculteurs et de leurs familles à la merci des 6 compagnies multinationales qui se partagent le monopole sur le marché des semences. La situation est d'autant plus préoccupante que de nombreux pays africains sont déjà importateurs nets de produits alimentaires, ou dépendent de l'aide alimentaire internationale.

Par ailleurs, les nouvelles techniques biotechnologiques appliquées aux semences sont désormais capables d'assurer la dépendance totale des pays utilisateurs à l'égard de fournisseurs extérieurs. L'arme alimentaire peut être utilisée à des fins politiques avec une redoutable efficacité.

Le principe de la souveraineté alimentaire doit être considéré comme la conséquence du principe de droit international, selon lequel les peuples disposent librement de leurs propres richesses et ressources naturelles, conformément à l'article 1 de la Charte des Nations Unies.

La protection de la biodiversité agricole impose la sauvegarde des ressources génétiques autochtones des différentes agricultures, avec une référence spécifique aux semences

Au-delà de tous ces aspects abordés, de véritables questions restent à poser. Quelle culture (vivrière ou rente) est celle qui a le plus besoin de nouveaux transgènes en Côte d'Ivoire ? Actuellement la cacao culture est confrontée à une nouvelle maladie appelée le 'swollen shoot' qui dessèche les cultures, ce qui fait peser un désastre sur l'économie ivoirienne. Où est le mal, si l'on peut par l'introduction d'un gène résistant à la maladie, à des hybrides de donner de nouveaux plants de cacao plus robustes pour protéger toute la filière.

## **Conclusion générale**

L'enquête menée dans diverses localités ivoirienne a montré que les paysans dans leur immense majorité (65,72%) ignorent les plantes transgéniques tandis que les intellectuels à 97% connaissent leur existence. La principale source d'information reste les medias pour les intellectuels (100%) et des interlocuteurs occasionnels pour les paysans (88,32%).

Pour ou contre les OGM, 25,55 % ont été pour une culture des plantes transgéniques en Côte d'Ivoire, tandis que 19,7 % des paysans ont été contre, 54,74 % des paysans n'ont pas eu d'opinion. Chez les intellectuels, il y a eu 58,80 % de rejet des cultures transgéniques et 41,20 % favorables.

Chez les paysans, la raison de l'acceptation a été pour une augmentation de rendement tandis que les raisons majeures du refus des intellectuels ont été les problèmes de santé (43%) et la pollution de l'environnement par les flux de gènes des cultures transgéniques (20%) qui transmettraient leurs résistances aux espèces voisines sauvages.

L'étude de la flore adventice des différentes localités de Gagnoa et Azaguié ' a donné à Azaguié, 263 espèces réparties entre 150 genres et 57 familles et à Gagnoa, 242 espèces réparties entre 145 genres et 48 familles, L'ensemble des deux localités explorées a donné un total de 302 espèces avec 200 espèces communes. Les Poaceae renferment le plus de genres et d'espèces dans les deux localités avec a Azaguié 22 genres et 43 espèces et a Gagnoa 23 genres et 39 espèces. Ces espèces identifiées ne sont tous pas des proches parents sauvages du maïs donc difficile pour elles de recevoir le pollen de maïs par voie sexuée.

L'étude de flux de gènes a montré un flux important de pollens entre différentes variétés de maïs, utilisées, donnant des taux de contamination en fonction de l'orientation et de la proximité des champs de la source émettrice allant de 1,1 à 13,87%. Cependant, le flux de gènes entre le maïs transgénique et les adventices par la voie sexuée ne reste nul à cause de la parenté et de la compatibilité génétique.

L'étude réalisée avec l'utilisation répétée d'un herbicide à base de glyphosate réduit considérablement le nombre de mauvaises herbes et permet à la culture de donner un rendement meilleur et surtout à l'agriculteur d'intervenir à temps pour maîtriser les mauvaises herbes. Il s'agit d'un gain de temps de travail considérable pour l'entretien des parcelles cultivées concernant le sarclage et les traitements pesticides. Ce qui entraîne des réductions notables d'utilisation des quantités de pesticides et d'herbicides dans l'agriculture.

Cependant, nos résultats révèlent également que l'herbicide permet la sélection d'un certains nombre d'adventices telles *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Imperata cylindrica*, *Ipomoea involucrata* qui se développent et prospèrent par rapport aux

autres mauvaises herbes du milieu. Est-ce donc le développement de résistance au glyphosate de ces adventices par une utilisation trop répétée de cet herbicide ?

La meilleure solution consiste donc à pratiquer une rotation des cultures qui évite d'utiliser le glyphosate tous les ans sur une même parcelle.

Pour nous africains, les questions essentielles auxquelles il faut répondre sont les suivantes. S'il faut plus de rendement : l'OGM est-il plus simple et moins coûteux que l'engrais ? S'il faut cultiver avec moins d'eau : l'OGM est-il plus simple que la sélection traditionnelle ou le recours à d'autres cultures ? Si on doit par manque de surface utiliser des sols salés, l'OGM est-il la solution ?

Voilà des questions dont nous devons élucider des réponses pour se prononcer objectivement sur les plantes transgéniques. Le manque de nourriture dans le monde à l'heure actuelle, surtout dans les pays du tiers monde, nous interpelle tous. Il faut s'élever au dessus des querelles et controverses multiples et se poser objectivement la question de savoir ce que la biotechnologie nous apporte et peut nous apporter pour résoudre la difficile question de la faim dans le monde. Si nous arrivons à répondre à quelques unes de ces questions, alors nous mettrons en place la réglementation adéquate pour éviter à un groupe de malins de s'approprier le brevetage d'une sélection végétale millénaire.

## **Références bibliographique**

Adjanooun E. et Guillaumet J. L., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire in : Le milieu naturel en Côte d'Ivoire : *Mémoires O.R.S.T.O.M.*, Paris, n°50 : 161-261.

Académie des sciences, 2002. Les plantes génétiquement modifiées. *Rapport sur la Science et la Technologie, rst n°13. édition Tec & Doc*, Académie des Sciences, 164p.

Akobundu I.O., 1977. Advances in control in conventional and no-tillage maize. *Proc.7th. conf. Weed sci.soc.Nigeria*:10-20.

Akobundu I.O., 1987. Weed Science in the tropics. Principles and practices. *viley ed.*, 522p

Akobundu I.O., Agyakwa 1989. Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. *Institut International d'Agriculture Tropicale*, Ibadan, Nigeria. 522p.

Andow D.A. & Hilbeck A., 2004. Science-based risk assessment for non-target effects of transgenic crops. *Bioscience*, 54: 637-649.

Andow D.A. & Zwahlen C., 2006. Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters*, 9: 196-214.

Anthony J. F. Griffiths, Susan Wessler, William M. Gelbart, Richard C. Lewontin, Jeffrey H. Miller, David T. Suzuki, 2006. Introduction à l'analyse génétique. 3e Edition, 878p.

Aumaitre, L.A., 2002. Les aliments issus de plantes génétiquement modifiées : équivalence, efficacité et sécurité chez les animaux de ferme. *INRA Prod. Anim.* 15 : 97-108.

Baerson S.R., Damian J.R., Minhtien T., Yongmei F., Nancy A.B., Gerald M.D., 2002. Glyphosate-Resistant Goosegrass. Identification of a Mutation in the Target enzyme 5-Enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, *Plant physiol*, 129: 1265-1275.

Bahia J., Grant S.E., Douglas A.P., 2000. Backgrounder : genetically-engineered Bt-containing field corn. *Technical report n° 12*. Department of plant agriculture University of Guelph. <http://www.plant.uoguelph.ca/safefood/>

Barralis G., 1976. Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles, application à la Côte d'or. V<sup>ème</sup> *Colloque International sur l'Ecologie et la Biologie des Mauvaises Herbes* (Dijon) I, 59-68.

Bateman A.J., 1947a. Contamination in seed crops. I. Insect pollinisation. *J. Genet*, 48: 257-275.

Bateman A.J., 1947b. Contamination in seed crops. II. Wind pollinisation. *Heredity*, 1: 235-246.

Baucom R.S. & Mauricio R. 2004. Fitness costs and benefits of novel herbicide tolerance in a noxious weed. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 13386–13390.



Bayer, 1992. Important crops of the world and their weeds (Scientific and common names), *Synonyms and W.S.S.A./W.S.S.J. Approuved computer codes*. first ed, Bayer ed., Leverkusen, Federal Republic of Germany 1682p.

Baylis A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest Management Science*, 56: 299-308.

Benzecri J.B., 1963. L'analyses factorielles des proximités. *Publication de l'institut de statistiques de l'Université de Paris*, 13: 235-282.

Benzecri J.B., 1973. L'analyse des données. I : La taxonomie *Dumont éd.*, Paris, 615p.

Bohan D. A., Haughton, A. J., Hill, M. O., Osborne, J. L., Clark, S. J., Perry, J. N., Rothery, P., Scott, R. J., Brooks, 2005. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. *Journal Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 272, DOI 10.1098/rspb.2004.3049.

Bonny S., 2003. Why are most Europeans opposed to GMOS? Factors explaining rejection in France and Europe. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6: 20-41.

Boraud N'Takpé Kama Maxime, Aké Assi –Emma et Aké Séverin, 2010. Environmental impact of the use of roundup repeated in agrosystems in Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research (EJSR)* Vol.44, Issue 3: 485-492.

Boraud N.K. Maxime, Emma AKE-ASSI, N'Dja J. KASSI, Séverin AKE et Jacques GASQUEZ, 2010. Impact agro écologique de simulation de culture transgénique de maïs résistant au glyphosate et effet répétitif d'un traitement herbicide sur la flore adventice en Côte d'Ivoire. *Science & Nature* Vol.7 N°1 : 41-49.

Boraud N.K.M., 2000. Etude floristique et Phytoécologique des adventices des Complexes sucriers de Ferké 1 et 2, de Borotou-koro et de Zuénoula, en Côte d'Ivoire. *Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle*, Université de Cocody, 184 p.

Boraud N'takpé K.M., Aman kadio G., 1998. Les principales adventices de la canne à sucre en Côte d'Ivoire : similitudes et différences. *XVII<sup>ème</sup> Conf. sur la lutte contre les mauvaises herbes* Dijon (France). : 1173-1179, 7-9 décembre 1998.

Boudet A., 2000. Lignins and lignification : selected issues. *Plant physiol. Biochem.*, 38 : 81-96.

Borlaug N.E., 2000. Ending world Hunger. The promise of Biotechnology and the Threat of Antiscience Zealotry. *Plant Physiology*, 124: 487-490.

Braun-Blanquet J., 1928. Pflanzensoziologie Grundz/ige der. Vegetationskunde. Biologische Studienbticher *Springer*, 7. 1. Ed. Berlin, 330p.

- Braun-Blanquet J., 1932. Plant sociology. the study of plant communities (english translation of "Pflanzensoziologie" by G.D. Fuller and H.S. conard). *univ. chicago*, 439p.
- Cannon R., 2000. Bt transgenic crops : risks and benefits. *Integrate Pest Management Reviews*, 5, p 151-173.
- Brown P., Wilson K.A., Jonker,Y. & Nickson T.E., 2003. Glyphosate Tolerant Canola Meal Is Equivalent to the Parental Line in Diets Fed to Rainbow Trout. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 51: 4268-4272.
- Bullock D., Nitsi E., 2001. Roundup ready soybean technology and farm production costs: measuring the incentive to adopt GM seeds. *American Behavioral Scientist*, 44: 1283-1301.
- Carpenter J., A. Felsot, T. Goode, M. Hamming, D. Onstad, S. Sankula, 2002. Comparative Environmental Impact of Biotchnology derived and Traditional Soybean, Corn and Cotton corps. *Council for Agricultural Science and Technology*. Ames, Iowa [www. Cast-science.org](http://www.Cast-science.org)  
Sponsored by the United Soybean board. [www. Unitedsoybean.org](http://www.Unitedsoybean.org)
- Chilliard Y., 2007. La protection de l'information en biologie ou le brevetage du vivant. Document de travail lors de la conférence sur le « brevetage du vivant » lors du forum social de vertaizon (63), le 2à Mai 2007.
- Chupeau Y., 2000. L'amélioration de la sécurité alimentaire : vers une vision plus sereine des plantes transgéniques. *C.R. Acad. Agri. Fr.* 86, 6 : 25-35. *Commissariat Général du plan*, 2001. OGM et agriculture : options pour l'action publique, rapport de commission, 316p.
- Clive J., 2007. Etat mondial des plantes biotechnologiques/GM commercialisées : 2007, Résumé Brief 37, 16 p. <http://www.isaaa.org/Resources/Publication>.
- Commission du Génie Biomoléculaire, 1999. Gènes de résistance aux antibiotiques et plantes transgéniques. *Séminaire Commission du Génie Génétique et Commission du Génie Biomoléculaire*, janvier 1999.
- Courriel Journal, 2003. « Nicotine-free cigarettes » Cornell University : Genetically engineered organisms public issues education project ; *Compagny delays launch of low-nicotine cigarettes*. Courriel Journal, 21 08 2003.
- Daget ph., Godron M., Guillermin J. L., 1972. Profils écologiques et informations mutuelles entre espèces et facteurs écologiques. Application à la vallée de Liptov (Tchécoslovaquie). *14ème symp. int. de phytosociologie, Rinteln/Weser*, 32p.
- Daget Ph., Godron M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. *Collection d'écologie, Masson & cie*, Paris, 163 p.
- Daget Ph., 1982. Approche de la structure de la végétation par l'analyse des relations de proximités entre deux espèces dans une séquence d'unité d'échantillonnage. *Bull. soc. bot. fr.*: 241-249.

Darvas B., Lauber E., Polga' r L. A., Peregovits L., Ronkay, L., Juracsek, J., 2004. Non-target effects of DK-440-BTY (Yieldgard) Bt-corn. *First Hungarian–Taiwanese entomological symposium*, 11–12 October 2004, Budapest Hungarian National History Museum (p. 5).

Déat M., Sément G., Fontenay P., 1980. Premières observations sur la levée de quelques adventices tropicales. *VI<sup>ème</sup> colloque International sur l'Ecologie, la Biologie et la Systématique des mauvaises herbes*. 7-8 Mai 1980 à Montpellier : 47-56.

De Cheveigné S., Boy D., Galloux J.C., 2002. Les biotechnologies en débats : pour une démonstration scientifique *ed. Balland*, Paris 214 p.

Delabays N., Mermillod G. et Boheren C., 2004. Mauvaises herbes résistantes aux herbicides en Suisse: passé, présent futur. *Revue Suisse Agric.*, 36: 149-154.

Dively G.P., Rose R., Sears M.K., Hellmich R.L., Stanley-Horn D.E., Calvin D.D., Russo J.M., & Anderson P.L., 2004. Effects on monarch butterfly larvae (Lepidoptera: Danaidae) after continuous exposure to Cry1Ab expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology*, 33: 1116-1125.

Domingo J.L., 2007. Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47:8: 721 – 733

Doré C., Varoquaux F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae, 812 p.

Duke S.O., 2005. Taking stock of herbicide-resistant crops ten years after introduction. *Pest Management Science*, 61: 211–218.

Eastham K., Sweet J., 2002. Genetically modified organisms : the significance of gene flow through pollen transfer. *European Environment Agency*, Environmental issue report, 28. [http://reports.eea.europa.eu:environment\\_issue\\_report\\_2002\\_28/en](http://reports.eea.europa.eu:environment_issue_report_2002_28/en).

Eldin M., Avenard J.M., Guillaumet, Adjanooun, Perraud, 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoires ORSTOM* n° 50, Paris, 391p.

Fageiry K.A., 1987. Weed control in soy bean (Glycine max) in vertisols of Sudan. *Trop. Pest. Manag.*, 33 : 220-223.

FAO, 2008. Catalogue Ouest africain des espèces et variétés végétales, *CDEAO, UEMOA, CILSS, FAO*, 107 pages.

FAO, 2005. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, Trente troisième session, *FAO Rome*, 19-26 Novembre 2005.

FAO, 2002. Evaluation préliminaire de la production céréalière de 2002 en Afrique de l'Ouest. *Système d'information et d'alerte rapide (SMIAR), Rapport final*, FAO Rome, Décembre 2002.

Felke V.M. & Langenbruch G.A., 2003. Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch (Effect of Bt-maize-pollen on caterpillars of *Inachis io* in a laboratory assay). *Gesunde Pflanzen*, 55: 1-7.

Felke M., Lorenz N. & Langenbruch, G-A. 2002. Laboratory studies on the effects of pollen from Bt-maize on larvae of some butterfly species. *Journal of Applied Entomology* 126: 320–325.

Fernandez- Cornejo, 2004. The first Decade of Genetically Engineered Crops in the United States/ EIB-11, *Economic Research Service/USDA.*, 30p.

Firbank L.G., Dewar S.J., Osborne J.L., Perry J.N., Rothery P., 2006. Effects of genetically modified herbicide-tolerant cropping systems on weed seedbanks in two years of following crops. *Biology Letters* 2: 140-143

Flores S., Saxena D. & Stotzky G., 2005. Transgenic Bt plants decompose less in soil than non-Bt plants. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1073-1082.

Flowers T.J., M.L. Koyama S.A., Flowers, Chinta sudhakar, K.P. Singh and Yeo A.R., 2002. Their place in engineering tolerance of rice to salinity journal of experimental Botany, vol 51, numero 342, pp 99-106.

Fontanel P. 1987a. Effets sur la végétation adventice du Sud-Saloum (Sénégal) des fumures minérales, du travail du sol et des précédents culturaux. *Rapport CIRAD/IRAT, DSP/87/n°3*, Montpellier, multigraphié, 43p.

Fontanel P., 1987b. Groupements adventices et facteurs écologiques et culturaux, comportement des espèces dans le cycle cultural, efficacité des désherbages paysans et voies d'amélioration au Sine Saloum, Sénégal. *Rapport CIRAD/IRAT, DSV/87/n°7*, Montpellier, 60p.

Fox J.L. 2003. Agrobiotech climbs Africa's agenda. *Nat. Biotechnol.* 21 : 589.

Fox J.L. 2003. « Résistance to Bt toxin surprisingly absent from pests » *Nature Biotechnology* 21 : 958-959.

Gallais A., Ricroch A. 2006. Plantes transgéniques : faits et enjeux. Synthèses, éditions Quæ, 284 p.

Gaskell G., Allum N., Stares S. 2003. Europeans and Biotechnology in 2002. *Eurobarometer* 58.0, 2<sup>nd</sup> Edition.

Godron M. 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie (Recouvrement, information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques, échantillonnage), *oecologia plantarum*, 3 : 186-212.

Godron M. 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. *Thèse USTL*, 247 p.

Godron M., Daget Ph., Sauvage C., Emberger L., Le Floch E., Wacquart J.P., Poissonnet J. 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur carte cartes perforées. *Ed. CNRS*, 292p.

Gounot M. 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation. *Masson & cie*, paris, 314p.

Guinochet M. 1973. Phytosociologie. *Masson et Cie paris*, 227 p.

Harwood J.D., Wallin W.G. & Obrycki J.J., 2005. Uptake of Bt endotoxins by non-target herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic corn agroecosystem. *Molecular Ecology*, 14: 2815-2823.

Heap I., 2007. The international survey of herbicide resistant weed. Page web: [www. Weed-science.org](http://www.Weed-science.org)

Heard M.S., May J., Osborne J. L., Perry J. N., Rothery P., 2003. Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I. Effects on abundance and diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 358: 1819–1832.

Hei Leung, Gene P. Hettel and Ronald P. Cantrelle, 2002. Roles and challenges as we enter the genomics era. International Rice Research Institute, *Trends in plant science*, 7: 139-142.

Heikki M.T., Hokkanen M., 1998. « Impact écologique des cultures transgéniques résistantes aux insectes », dans *Transgénique : le temps des manipulations*, Edition Frison-Roche, 155P., Chap 3, p. 43-54.

Heimlich, R. E., Fernandez-Cornejo, J., McBride, W., Klotz-Ingram, C., Jans, S., & Brooks, N., 2000. Genetically Engineered Crops: Has Adoption Reduced Pesticide Use? *Agricultural Outlook*: 13-17.

Higgins R.A., Hass M.J., Gray M.E., Giles K.L., Foster J.E., Davis P.M., Calvin D.D., Buschman L.L., Bolin P.C., Barry B.D., Andow D.A. and Alstad D.N., 1997 Bt corn & European corn Borer Long-Term. Success Through Resistance Management University of Minnesota. <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC7055.html#Authors>

Hoffman G., 1986. Caractérisation de la flore adventice de deux villages du terroir de Katiola (Côte d'Ivoire). *Mémoire IAT ESAT-CNEARC-Montpellier*, 51p.

Holm L. G., Pucknett D.L., Pancho J.V., Herberger J.P., 1977. The world's worst weeds. Honolulu; *Univ. Press. Of Hawaï*, 690p.

Holm L. G., Pucknett D.L., Pancho J.V., Herberger J.P., 1978. *Cyperus rotundus* L. Famille de cyperacées (Cyperaceae). *FAO Bull. Phytosanitaire*, 26:73-93.

[http://farministrynews.com/mag/farming\\_saving\\_glyphosate/index.html](http://farministrynews.com/mag/farming_saving_glyphosate/index.html)

Hutchinson J. & Dalziel J.M. 1954-1958. Flora of west Tropical Africa, ed.2, par KEAY R.W.J. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London. Vol. 1, 828 p.

Hutchinson J.& Dalziel J.M. 1963-1972. Flora of west Tropical Africa, ed.2, HEPPER, F.N. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London. Vol. 2 et 3.

Ismaël Y., Bennett R., Morse S. 2001. Farm level impact of Bt cotton in South Africa in *Biotechnology and Development Monitor, Perspectives*, 48: 15-19.

Jaglo-Ottosen K., Gilmour S., Zarka D., Schabengerger., Thomas-Show M., 1998. Arabidopsis CBF1 overexpression induces COR genes and enhances free-zing tolerance. *Science* 280 : 104-106.

Jarosz 2003. Carbohydrate Derivatives Containing the Carbon-Lithium and Carbon- Tin Bonds", *Current Organic Chemistry*, 7: 13-33.

Jean Etienne 2007 Dans les champs d'OGM, les mauvaises herbes font de la résistance. *Futura science* ([http : //www. Futura-science.com](http://www.Futura-science.com)).

Jeansens S. 1997. Transgenic corn expressing a Cry9C insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* protected from European corn borer damage. *Crop Science*, 37, (5):1616-1624.

Jensen I., Bogh H., 1941. On conditions influencing the danger of crossing in case of wind pollinated cultivated plants. *Tidsskrift for planteavl*, 46: 238-266.

Kavanagh T.A., Spillane C., 1995. Strategies for engineering Virus resistance in transgenic plants. *Euphytica*, 85: 149-158.

Kay E., Vogel T.M., Bertolla F., Nalin R., Simonet P., 2002. In situ transfer of antibiotic resistance genes from transgenic (Transplastonic) tobacco plants to bacteria. *Appl, Environ. Microbiol.*, 68: 3345-3351.

King C.A., Purcell L.C. & Vories E.D., 2001. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal*, 93: 179–186.

Klein E., Lavigne C., Foueillassar X., Laredo C., Gouyon P.H., 2001. Aip OGM et environnement, *Ed. Inra*, Paris.156p.

Knols B.G.J. and M. Dicke, 2003. Bt crop assessment in the Netherlands. *Nature Biotechnology* 21: 973-974.

Ku M., 2000 Metabolically modified rice exhibits superior photosynthesis and yield. *I.S.B. News Report*, May issue: 4-5.

Ku M., Agarie S., Nomura M., Fukayama H., Tsuchida H., Ono K., Hirose S., Toki S., Miyao M., Matsuoka M., 1999 High-level expression of maize phosphoenol-pyruvate carboxylase in transgenic rice plants. *Nature Biotech.* 17 : 76-80.

Lang, A. & Vojtech, E. 2006. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology*, 7: 296—306.

Lebrun J. P., & Stork A. L., 1991. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. *édit. conservatoire et jardin botaniques*, Genève. Volume I, Généralités et Annonaceae à Pandaceae : 250p.

Lebrun J. P., & Stork A. L., 1992. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. *édit. conservatoire et jardin botaniques*, Genève. Volume II, Chrysobalanaceae à Apiaceae : 260p.

Lebrun J. P., & Stork A. L., 1995. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. *édit. conservatoire et jardin botaniques*, Genève. Volume III, Monocotylédones : Limnocharitaceae à Pandaceae : 341p.

Lebrun J. P., & Stork A. L., 1997. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. *édit. conservatoire et jardin botaniques*, Genève. Volume IV, Gamopétales : Clethraceae à Lamiaceae : 712p.

Le Bourgeois Th., 1993. Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord Cameroun (Afrique). Amplitude d'habitat et degrés d'infestation. Phénologie. *Thèse USTML*, 204 p. + annexes.

Le Déaut J.Y., 2005. Rapport sur la place des biotechnologies en France et en Europe. *Rapport du Sénat* n° 158 et de L'Assemblée nationale 2946, Janvier 2005. 40p.

Legendre L. & Legendre P., 1984. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2<sup>ème</sup> éd. Paris, 260p.

Lemarié S. 2000. Analyse économique du développement des cultures à base d'organisme génétiquement modifiées aux Etats unis. I. Le développement des OGM agronomiques. *Inra-SERD*, Grenoble, 42p.

Lepoivre P. 2002. Science, décisions et démocratie : l'imbroglio des organismes génétiquement modifiés, Conférence, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux ([www.fsagex.ac.be/pp/vulgarisation/prudence.htm](http://www.fsagex.ac.be/pp/vulgarisation/prudence.htm)).

Les Atlas Afrique 1978. Atlas de la Côte d'Ivoire. *Édition Jeune Afrique*, 72p.

Lin W., Price G.K., Fernandez-Cornejo J. 2001. Estimating Farm-level Effects of Adopting Herbicide Tolerant soybeans. *Oil Crops Situation and outlook* (USDA-ERS) : 25-34.

Loudyi M. C. 1985. Etude Botanique et écologique de la végétation du plateau de Meknès (Maroc) *Thèse USTML*, Montpellier, 153p.

Lövei G.L. & Arpaia S., 2005. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 114: 1–14.

Maillet J., 1981. Evolution de la flore adventice dans le Montpelliérain sous la pression des techniques culturales. *Thèse de Docteur Ingénieur.*, USTL-Montpellier, 200 p.

Mangenot G., 1955. Etude sur les forêts des plaines et plateaux de la C.I. Etude éburnéenne, *Abidjan, IFAN*, 4, 5-61.

Mara M.C., 2001. The farm level impacts of transgenic crops : a critical review of the evidence. In *Agricultural Biotechnology: Markets and policies in International Setting*. IFPRI, Washington, 16p.

Marnotte P., 1990. Le désherbage des cultures vivrières. *Journée du développement Technique SOCHIM-CIBA-GEIGY*, note technique, 18p.

Mariani C., De Beuckeleer M., Truettner J., Leemans J. Goldberg R. 1990 Induction of male sterility in plants by a chimaeric ribonuclease gene. *Nature*, 347 : 737-741.

Mark R. B., Nedim M., Sarbani C., Razvan D., Wen Z. J., Bradley J., LaVallee, Patricia L. H., Thomas E., Clemente D. P., 2007. Dicamba Resistance: Enlarging and Preserving Biotechnology-Based Weed Management Strategies, *Science* 25 May 2007, 316 (5828): 1185 – 1188.

McClintock Barbara et Creighton Harriet B., 1931. A Correlation of Cytological and Genetical Crossing-Over in Zea Mays, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 17: 492–497.

McClintock Barbara 1931. The order of the genes C, Sh, and Wx in Zea mays with reference to a cytologically known point in the chromosome, [\*Proceedings of the National Academy of Sciences\*](#), 17 :485–491.

McClintock Barbara 1941. The stability of broken ends of chromosomes in Zea mays , *Genetics*, vol. 26: 234–282.

McClintock Barbara 1950. The origin and behavior of mutable loci in maize, [\*Proceedings of the National Academy of Sciences\*](#), 36 : 344–55.

McClintock Barbara, 1953. Induction of instability at selected loci in maize, *Genetics*, 38 :579–599.

Mendelsohn M., Kough J., Vaituzis Z. and Matthews K., 2003. Are Bt crops safe? *Nat. Biotechnol* 21 : 1003-1009.

Merlier H., 1972a. Etude phénologique des espèces de jachère du centre Sénégal (synthèse). *Agro. Trop.*, XXVII, (12) : 1229-1252.

Ministère d'état, Ministère de l'environnement 2004. Biosécurité-Côte d'Ivoire. Rapport du projet PNUE/FEM, 55p.

Miserey Y., 2007. Des mauvaises herbes résistantes dans les champs d'OGM. Figaro-Actualités [http://www.lefigaro.fr/sciences/20070612.FIG000000085\\_des\\_mauvaises\\_herbes\\_resistante\\_dans\\_les\\_champs\\_d\\_ogm.html](http://www.lefigaro.fr/sciences/20070612.FIG000000085_des_mauvaises_herbes_resistante_dans_les_champs_d_ogm.html)



- Moosavi Nia H., Dore j., 1979a. Factors affecting glyphosate activity in *Imperata cylindrica* L. and *Cyperus rotundus* L. I: Effet of soil moisture. *Weed res.*, 19: 137-143.
- Moosavi Nia H., Dore j., 1979b. Factors affecting glyphosate activity in *Imperata cylindrica* L. and *Cyperus rotundus* L. II : Effet of shade. *Weed res.*, 19 : 321-327.
- Murakami S., Kondo Y., Nakano T., Sato F., 2000. Protease activity of CND41, a chloroplast nucleoid DNA-binding protein, isolated from cultured tobacco cells *FEBS Letters*, 468, (1): 15-18.
- Nandula V.K., Reddy K.N., Duke S.O. & Poston D.H., 2005. Glyphosate-resistant weeds: current status and future outlook. *Outlooks on Pest Management* August 2005: 183-187.
- Nelson G.C., 2001. Genetically Modified Organisms in Agriculture, Economics and Politics. Academic Press, Londres, 344p.
- Norris C.E., Sweet J.B., Cockley A.R., 2002. Gene flow by cross pollinisation between large adjacent blocks of spring oilseed rape (*Brassica napus*) at two farm scale sites, (unpublished, cited in European Environment Agency report 28).
- Obrist L.B., Dutton A., Romeis J. & Bigler F., 2006. Biological activity of Cry1Ab toxin expressed by Bt maize following ingestion by herbivorous arthropods and exposure of the predator *Chrysoperla carnea*. *BioControl* 51: 31-48.
- Oury J.P. 2006. La querelle des OGM, Presse Universitaire de France, 304 p.
- Patay A., Reynaud E., 2007. Multiplication des brevets sur les espèces sauvages traditionnellement utilisées par les populations locales. ([http:// www. Promess-lyon2.info le brevetage\\_du-vivant.html](http://www.promess-lyon2.info/le_brevetage_du-vivant.html)).
- Perraud. A., 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, N° 50, Paris : 391 p.
- Pleasants J. M., 1990. Evidence for Short-Distance Dispersal of Pollinia in *Asclepias syriaca* L. *Functional Ecology*, 5, (1): 75-82.
- Prasifka, P.L., Hellmich, R.L., Prasifka, J.R. & Lewis, L.C. 2007. Effects of Cry1Ab-expressing corn anthers on the movement of monarch butterfly larvae. *Environ Entomology* 36:228-33.
- Prescott V.E., Campbell P.M., Moore A., Mattes, J., Rothenberg, M.E., Foster, P.S., Higgins, T.J.V. & Hogan, S.P., 2005. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 53: 9023- 9030
- Pryme I.F. & Lembcke R., 2003. In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health* 17: 1-8.

- Pujadas S.A., Hernandez B.J.E., 1988. Floristic composition and agricultural importance of weeds in southern Spain. *Weed Res.*, 28: 175-180.
- Raunkiaer S. 1904. On biologiske typer, med hensyn til planternes tilpasning til at overleve ugunstige Aarstider, *Botanisk Tidsskrift* : XXVI, 540p.
- Reed J.P. and Halliday W.R. 2001. Establishment of Cry9C susceptibility baselines for European Corn Borer and Southwestern Corn Borer (Leptidoera :Crambidae). *Entomological Society of America*, 94 (2): 397- 400.
- Rehuel D. 1987. Ruimtelijke isolatie in de plantenveredeling. 1. Ruimtelijke isolatie bijwindbestuivers. *Landbouwtijdschrift*, 40: 5-15.
- Relyea R.A. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications* 15: 618-627.
- Relyea R.A. 2005. The lethal impact of roundup on aquatic terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15: 1118–1124.
- Relyea R.A. Schoeppner N.M. & Hoverman J.T., 2005. Pesticides and amphibians: the importance of community context. *Ecological Applications*, 15: 1125–1134.
- Richard, S. Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N. & Seralini, G-E. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113: 716–720.
- Romane F. 1972. Application à la phytoécologie de quelques méthodes d'analyses multivariées. *Thèse Docteur Ingénieur, USTL, Montpellier*, 110p.
- Rosi-Marshall E.J., Tank J.L., Royer T.V., Whiles M.R., Evans-White M., Chambers C., Griffiths N.A., Pokelsek J. & Stephen M.L. 2007. Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. *Proceedings National Academy Sciences* 41: 16204–16208
- Roush R.T. 1996. Can we slow adaptation by pests to insect transgenic crops? *Biotechnology and Integrated Pest Management*. P 242-263. Wallingford, Oxon.
- Roy B.A. 2004. Rounding up the costs and benefits of herbicide use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101: 13974-13975.
- Roy D. B., Bohan D. A., Haughton A. J., Hill M. O., Osborne J. L., Clark S. J., Perry J. N., Rothery P., Scott R. J., Brooks, D. R., Champion G. T., Hawes C., Heard M. S. & Firbank L. G. 2003. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *The Royal Society Philosophical Transactions B*. 358: 1879–1898
- Sabatier R., Lebreton J.D., & Chessel D., 1989. Principal composant analysis with instrumental variables as a tool for modelling composition data. In : *Coppi R. & Bolasco S., éd. Multiway Data analysis*. North Holland, Amsterdam : 314-352.

Saito, 2000. Tendances en matière et en sécurité alimentaire dans le monde: une vue d'ensemble, FAO, Rapport de synthèse, 140p.

Sanon M., 1986. La flore adventice des rizières de Camargue : Évolution récente et effets des techniques culturales. *Mémoire. ESAT-DAT-CNEARC*, Montpellier, 132 p.

Sarah T., 2007. Dicamba: le roundup nouveau est annoncé. Quotidien el manifesto du jeudi 31 Mai 2007 : 6-7.

Saxena D., Flores S. & Stotzky G., 2002. Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 133-137.

Schnell R., 1993. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. La Flore et la Végétation de l'Afrique Tropicale.vol.3,1ère partie,*Gauthier-villars*, Paris, France 103p.

Schnell R., 1957. Remarques sur les forêts des montagnes Ouest-africaines (Guinée et Côte d'Ivoire) et leur individualisation floristique. Vol. jubilaire W. Robyns, *Bull. Jard. Bot. Brux.* 27 : 279-287.

Scott R.K., 1970. The effect of weather on the concentration of pollen within sugar beet crops. *Annals of Application of Biologie*, 66, 119-127.

Snow A. A., Andow D.A., Gepts P., Hallerman E. M., Power A., Tiedje J.M. & Wolfenbarger L.L., 2005. Genetically engineered organisms and the environment: current status and recommendations. *Ecological Applications*, 15: 377–404.

Simpson E.C., Norris C.E., Law J.R., Thomas J.E., Sweet J.B., 1999. Gene flow in genetically modified herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. *In gene flow and agriculture: relance for transgenic crops*. Lutman P. ed, BCPC Symposium Proceedings n°72.

Sorensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. K. Danske Vidensk. *Selsk.*, 5 :1-34.

Stotzky G. 2004. Persistence and biological activity in soil of the insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*, especially from transgenic plants. *Plant and Soil*, 266: 77-89.

Taleb A., 1989. Etude de la flore adventice des céréales de la chaouia (Maroc occidental). Aspects botanique, agronomique et écologique. *ENSAM-Montpellier. Thèse Docteur Ingénieur*, 96p.

Terry P.J., 1981. Weeds and their control in Gambia. *Trop. Pest Manag.* 27, 44-52.

Traoré H., 1987. Influence des Techniques culturales sur le développement des mauvaises herbes en station et en milieu rural de Côte d'Ivoire. *DEA de Biologie végétale Tropicale. USTL*, Montpellier 50 p.

Traoré H., 1991. Influence des facteurs agro-écologiques sur la constitution des communautés adventices des cultures céréalières (sorgho, mil, maïs) du Burkina-Faso. *Thèse Doctorat, USTL, Montpellier II*, 180p. + annexes.

Thompson C.E., Squire G., Mackay G.R., Bradshaw J.E., Crawford J., Ramsey G., 1999. Regional patterns of gene flow and its consequences for GM oilseed rape. In *Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops*. Lutman P. (Ed.) BCPC Symposium Proceedings

Timmons A.M., O'Brien E.T., Charters Y.M., Dubbels S.J., Wilkinson M.J., 1995. Assessing the risks of wind pollination from fields of genetically modified *Brassica napus*, var. *oleifera*. *Euphytica*, 85, 417-423.

Trewavas A., 2001. Urban myths of organic farming. *Nature*, 410 :409-410.

Vain P., 2007. Trends in GM crop, food and feed safety literature. *Nature Biotechnology Correspondence*, 25: 624-626.

Vaissayre M., Hofs J.-L., Schoeman At., Mellet M., 2005. Impact des cotonniers génétiquement modifiés sur la biodiversité de la faune entomologique: Le cas du coton Bt en Afrique du Sud *International Journal of Tropical Insect Science*, 25:63-72 Cambridge University Press

Verfaillie H., 2001. *Presentation de Monsento*. Goldman Sachs Group Fifth Annual Ag-chimichals AgBiotechnologie Conference, 15p.

Vitta J.I., Tiesca D. & Puricelli E., 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 621–624.

Walter A., 2003. Document de stratégie de réduction de la pauvreté. Cabinet du Premier Ministre de la Côte d'Ivoire. Abidjan, 4 : 5-61.

Wierenga J.M., Norris D.L. and Whalon M.E., 1996. Stage specific mortality of colorado potato beetle (Coleoptera : Chrysomelidae) feeding on transgenic potatoes. *Journal of Economic Entomology*. 89: 1047-1052.

Whalon M.E. and Norris D.L. 1996 Resistance management for transgenic *Bacillus thuringiensis* plants. *Biotechnology. Development Monitor*. 29, p 8-12.

Williams R. D. 1982. Groth and reproduction of *Cyperus esculentus* L. and *Cyperus rotundus* L. *weed Research* 22, 149-154.

Witkowski J.F., Wedberg J.L., Steffey K.L., Sloderbeck P.E., Siegfried B.D., Rice M.E., Pilcher C.D., Onstad D.W., Masson C.E., Lewis L.C., Landis D.A., Keaster A.j., Huang F. 2003. Monitoring der Resistenzentwicklung des Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*, Hübner) gegenüber Bt-Mais. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der GEORG-August-Universität Zu Göttingen, 164p.

Woodburn A., 2000. Glyphosate: production, pricing and use worldwide. Pest Management Science, 56: 309-312. [www.libertyindia.org/policy reports/cotton info march 2002.htm](http://www.libertyindia.org/policy_reports/cotton%20info%20march%202002.htm).

Ye X., Al-Babili S., Klöti A., Zhang J., Lucca P., Beyer P., Potrikus I., 2000. Engineering provitamin A (b-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endo-sperm. *Science*, 287 : 303-305.

Zablutowicz R.M. & Reddy K.N., 2004. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. *Journal of Environmental Quality*, 33: 825–831.

Zhang H. X. and Blumwald, E., 2001. Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nature Biotechnol.*, 19: 765–768.

Zo R., 2002 Lancement de la campagne de développement et paix contre le brevetage des semences. TWN Africa (<http://twnafrica.org/news>).

Zwahlen C., Hilbeck A., Gugerli P. & Nentwig W., 2003. Degradation of the Cry1Ab protein with in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Molecular Ecology*, 12: 765-775.

## **ANNEXES**

## ANNEXE 1 : Fiche d'enquête des agents du Ministère de l'environnement

1- Connaissez-vous les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

2- D'où tenez-vous l'information ?

☐

- radio et télévision :
- journaux
- Internet
- Bibliographie
- Interlocuteur

☐  
☐  
☐  
☐

3-Niveau d'étude :

4- Diplôme :

5- êtes-vous pour ou contre les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

6- Pourquoi ?

- santé
- économique
- risque environnement
- autres

Si vous êtes favorables : Quelle culture serait intéressante pour vous ?

Avec quelle caractéristique ? : .....

Voulez vous une législation spécifique sur les OGM ? ?

Oui

☐

Non

☐

Quelle type de législation ? :

- Lois de l'Union européenne : 1
- Comme aux USA : 2
- Loi modèle de l'Union Africaine : 3

Quelles précautions ?

Quels sont les problèmes actuels de l'agriculture en Côte d'Ivoire?

Comment on pourrait les résoudre ?

- Introduction des OGM
- Agriculture biologique
- Autres :

## ANNEXE 2 : Fiche d'enquête pour les chercheurs et étudiants

1 Connaissez-vous les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

2 D'où tenez-vous l'information ?

- radio et télévision :

- journaux

- Internet

- Bibliographie

- Interlocuteur

☐  
☐  
☐  
☐
☐

3-Niveau d'étude :

4- Diplôme :

5 - êtes-vous pour ou contre les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

6- Pourquoi ?

- santé
- économique
- risque environnement
- autres

Si vous êtes favorables : Quelle culture serait intéressante pour vous ?

Avec quelle caractéristique ? : .....

Quelles précautions ?

Voulez vous une législation sur les OGM ?

Oui ☐

Non ☐

Quelle Législation ? :

- Lois de l'Union européenne : 1
- Comme aux USA : 2
- Loi modèle de l'Union Africaine : 3

Travaillez-vous sur les OGM ?

Oui ☐

Non ☐

Pour quel pays faites-vous ce travail ?.....

Sur quelles espèces travaillez-vous ?.....

Quels caractères.....

Prenez-vous des précautions.....

Quelles précautions prendre en plus ?.....



### ANNEXE 3 : Fiche d'enquête pour les paysans ivoiriens

1 Connaissez-vous les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

2 D'où tenez-vous l'information ?

☐

- radio et télévision :

- journaux

- Internet

- Bibliographie

- Interlocuteur

☐
☐
☐
☐

5 êtes-vous pour ou contre les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

6- Pourquoi ?

- santé
- économique
- risque environnement
- autres

Si vous êtes favorables : Quelle culture serait intéressante pour vous ?

Avec quelle caractéristique ? : .....

Voulez-vous une législation sur les OGM ?

Oui

☐

Non

☐

Quelle Législation ? :

- Lois de l'Union européenne : 1
- Comme aux USA : 2
- Loi modèle de l'Union Africaine : 3

Quelles précautions ?

Quels sont les problèmes actuels de l'agriculture en Côte d'Ivoire ?

Comment pourrait-on les résoudre?

ANNEXE 4: Liste des espèces recensées en 2005 sur la parcelle d'essai herbicide, au CNF

N°	Espèces	Famille
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae
2	<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae
3	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
4	<i>Blighia welwitschii</i>	Sapindaceae
5	<i>Boerhavia diffusa</i>	Asteraceae
6	<i>Borreria latifolia</i>	Rubiaceae
7	<i>Bracharia deflexa</i>	Poaceae
8	<i>Cleome ciliata</i>	Cleomaceae
9	<i>Clerodendron umbellatum</i>	Verbenaceae
10	<i>Combretum racemosum</i>	Combretaceae
11	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae
12	<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae
13	<i>Commelina erecta</i>	Commelinaceae
14	<i>Croton hirtus</i>	Euphorbiaceae
15	<i>Croton lobatus</i>	Euphorbiaceae
16	<i>Byrsocarpus coccineus</i>	Connaraceae
17	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae
18	<i>Cassia occidentalis</i>	Caesalpiniceae
19	<i>Celosia trigyna</i>	Amaranthaceae
20	<i>Chloris pilosa</i>	Poaceae
21	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae
22	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
23	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Cyperaceae
24	<i>Dalbergia saxatilis</i>	Fabaceae
25	<i>Desmodium adscendens</i>	Fabaceae
26	<i>Digitaria horizontalis</i>	Poaceae
27	<i>Diodia rubricosa</i>	Rubiaceae
28	<i>Diodia scandens</i>	Rubiaceae
29	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae
30	<i>Eragrostis ciliaria</i>	Poaceae
31	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae
32	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae
33	<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae
34	<i>Fluerya aestuans</i>	Urticaceae
35	<i>Imperata cylindrica</i>	Poaceae
36	<i>Ipomoea triloba</i>	Convolvulaceae
37	<i>Ipomoea involucreata</i>	Convolvulaceae
38	<i>Kyllinga erecta</i>	Cyperaceae
39	<i>Kyllinga pumila</i>	Cyperaceae
40	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae
41	<i>Lindernia diffusa</i>	Linderniaceae
42	<i>Mariscus flabelliformis</i>	Cyperaceae
43	<i>Mimosa invisa</i>	Mimosaceae
44	<i>Mitracarpus scaber</i>	Rubiaceae
45	<i>Mitracarpus villosus</i>	Rubiaceae
46	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae
47	<i>Oldenlandia affinis</i>	Rubiaceae
48	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	Rubiaceae
49	<i>Panicum brevifolium</i>	Poaceae
50	<i>Panicum laxum</i>	Poaceae
51	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae
52	<i>Panicum repens</i>	Poaceae

53	<i>Paspalum orbiculare</i>	Poaceae
54	<i>Passiflora foetida</i>	Passifloraceae
55	<i>Pennisetum polystachion</i>	Poaceae
56	<i>Perotis patens</i>	Poaceae
57	<i>Phyllanthus amarus</i>	Euphorbiaceae
58	<i>Physalis angulata</i>	Solanaceae
59	<i>Pteridium aquilinum</i>	Dennetaedtiaceae
60	<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae
61	<i>Sporobolus pyramidalis</i>	Poaceae
62	<i>Talinum triangulare</i>	Portulacaceae

ANNEXE 5 : Liste d'espèces recensées en 2006, lors de l'essai herbicide, au CNF

1	<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae
2	<i>Blumea aurita</i>	Asteraceae
3	<i>Boerhavia diffusa</i>	Asteraceae
4	<i>Borreria verticillata</i>	Asteraceae
5	<i>Bracharia deflexa</i>	Poaceae
6	<i>Brachiaria lata</i>	Poaceae
7	<i>Cassia occidentalis</i>	Caesalpiniaceae
8	<i>Centrosema pubescens</i>	Fabaceae
9	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae
10	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae
11	<i>Cleome ciliata</i>	Cleomaceae
12	<i>Cleome viscosa</i>	Cleomaceae
13	<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae
14	<i>Commelina erecta</i>	Commelinaceae
15	<i>Croton hirtus</i>	Euphorbiaceae
16	<i>Croton lobatus</i>	Euphorbiaceae
17	<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae
18	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Cyperaceae
19	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
21	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae
22	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae
23	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae
24	<i>Euphorbia prostrata</i>	Euphorbiaceae
25	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Malvaceae
26	<i>Hybanthus eannespermus</i>	Violaceae
27	<i>Ipomea mauritiana</i>	Convolvulaceae
28	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae
29	<i>Ipomoea eriocarpa</i>	Convolvulaceae
30	<i>Ipomoea involucrata</i>	Convolvulaceae
31	<i>Ipomoea triloba</i>	Convolvulaceae
32	<i>Kyllinga squamulata</i>	Cyperaceae
33	<i>Mariscus cylindristachyus</i>	Cyperaceae
34	<i>Mariscus longibracteatus</i>	Cyperaceae
35	<i>Mitracarpus scaber</i>	Rubiaceae
36	<i>Mollugo nudicaulis</i>	Molluginaceae
37	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	Rubiaceae
38	<i>Oldenlandia herbacea</i>	Rubiaceae
39	<i>Panicum brevis</i>	Poaceae
40	<i>Panicum laxum</i>	Poaceae
41	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae
42	<i>Panicum repens</i>	Poaceae
43	<i>Passiflora foetida</i>	Passifloraceae
44	<i>Phyllanthus amarus</i>	Euphorbiaceae
45	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae
46	<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae
47	<i>Schrankia leptocarpa</i>	Fabaceae
48	<i>Scoparia dulcis</i>	Scrophulariaceae
49	<i>Spigelia anthelmia</i>	Longaniaceae
50	<i>Talinum triangulare</i>	Portulacaceae
51	<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae
52	<i>Triumfetta rhomboidea</i>	Tiliaceae
53	<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae
54	<i>Vernonia perrottetii</i>	Asteraceae

ANNEXE 6: Liste des espèces recensées en 2007, lors de l'essai herbicide, au CNF

1	<i>Brachiaria lata</i>	Poaceae
2	<i>Celosia trygina</i>	Amaranthaceae
3	<i>Centrosema pubescences</i>	Fabaceae
4	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae
5	<i>Cleome viscosa</i>	Cleomaceae
6	<i>Commelina bengalensis</i>	Commelinaceae
7	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
8	<i>Digitaria horizontalis</i>	Poaceae
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae
10	<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae
11	<i>Imperata cylindrica</i>	Poaceae
12	<i>Ipomoea triloba</i>	Convolvulaceae
13	<i>Pergularia daemia</i>	Asclepediaceae
14	<i>Physalis angulata</i>	Solanaceae
15	<i>Pouzolzia guineensis</i>	Urticaceae
16	<i>Sorghum verticilliflorum</i>	Poaceae
17	<i>Synedrela nodiflora</i>	Asteraceae
18	<i>Triumfetta rhomboidea</i>	Tiliaceae

ANNEXE 7 : Liste floristique inventoriée dans la localité d'Azaguié

	Espèce	Famille
1	<i>Asystasia buettneri</i> Lindau	Acanthaceae
2	<i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medik.	Malvaceae
3	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Mimosaceae
4	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae
5	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae
6	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F. Macbr.	Mimosaceae
7	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae
8	<i>Alternanthera pungens</i> H. B. & K.	Amaranthaceae
9	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schumacher & Thonning) J	Euphorbiaceae
10	<i>Alysicarpus rugosus</i> (Willdenow) DC.	Euphorbiaceae
11	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae
12	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae
13	<i>Ammania gracilis</i> Guill. & Perr.	Lythraceae
14	<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms (Lati)	Caesalpinaceae
15	<i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	Araceae
16	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae
17	<i>Andropogon tectorum</i> Schumacher & Thonning	Poaceae
18	<i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth	Commelinaceae
19	<i>Aneilema paludosum</i> A. Chavalier	Commelinaceae
20	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC) Guillemin & Perrottet	Combretaceae
21	<i>Aspilula africana</i> (Persoon) C.D. Adams	Asteraceae
22	<i>Aspilula bussei</i> O. Hoffmann & Musschler	Asteraceae
23	<i>Asystasia calycina</i> Benth.	Acanthaceae
24	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson	Acanthaceae
25	<i>Axonopus compressus</i> (SW.) P. Beauv.	Poaceae
26	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae
27	<i>Azolla africana</i> Desvaux	Azollaceae
28	<i>Baphia nitida</i> De Candolle	Fabaceae
29	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
30	<i>Biophytum umbraculifera</i> Klotzsch	Oxalidaceae
31	<i>Blighia welwitschii</i> (Hern) Radlk	Sapindaceae
32	<i>Blumea aurita</i> (L.f.) D.C.	Asteraceae
33	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Nyctaginaceae
34	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae
35	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae
36	<i>Bombax buenopozense</i> P. Beauv.	Bombacaceae
37	<i>Borreria scabra</i> (Shum. & Thonn.) Schum.	Rubiaceae
38	<i>Brachiara deflexa</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae
39	<i>Brachiara distichophylla</i> (Trinius) Stapf	Poaceae
40	<i>Brachiara lata</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae
41	<i>Brachiara serrata</i> Stapf	Poaceae
42	<i>Breynia retusa</i> (Denste) Alston	Euphorbiaceae
43	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Euphorbiaceae
44	<i>Byrsocarpus coccineus</i> Shum. et Th.	Connaraceae
45	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desvaux	Fabaceae
46	<i>Cassia hirsuta</i> L.	Caesalpinaceae
47	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpinaceae
48	<i>Cassia obtusifolia</i> L.	Caesalpinaceae
49	<i>Cassia occidentalis</i> L.	Caesalpinaceae

50	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae
51	<i>Celosia isertii</i> Schumach. & Thonn.	Amaranthaceae
52	<i>Celosia laxa</i> Schumach. & Thonn.	Amaranthaceae
53	<i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae
54	<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	Poaceae
55	<i>Centrosema pubescens</i> Benth	Fabaceae
56	<i>Chloris pilosa</i> Schumacher	Poaceae
57	<i>Chlorophora excelsa</i> (Welwitsch) Bentham & Hooker	Moraceae
58	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) RM and H. Robinson	Asteraceae
59	<i>Chrysanthellum americanum</i> (L.) Vatke	Asteraceae
60	<i>Cleome ciliata</i> Schumacher & Thonning	Cleomaceae
62	<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	Cleomaceae
63	<i>Cleome viscosa</i> L.	Capparidaceae
64	<i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schum & Thonn.	Verbenaceae
65	<i>Clerodendrum polycephalum</i> Baker	Verbenaceae
66	<i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.	Verbenaceae
67	<i>Clerodendrum violaceum</i> Gürke	Verbenaceae
68	<i>Cnestis ferruginea</i> DC	Connaraceae
69	<i>Cnestis longiflora</i> Climber.	Connaraceae
70	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae
71	<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	Combretaceae
72	<i>Combretum racemosum</i> P. Beauv.	Combretaceae
73	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae
74	<i>Commelina diffusa</i> Burman f.	Commelinaceae
75	<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae
76	<i>Commelina forskalaei</i> Vahl	Commelinaceae
77	<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae
78	<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae
79	<i>Crinum zeylanicum</i> (L.F. ex Aiton) Bury	Amaryllidaceae
80	<i>Crotalaria goreensis</i> Guillemin & Perrottet	Fabaceae
81	<i>Crotalaria retusa</i> L.	Fabaceae
82	<i>Croton hirtus</i> L'Héritier	Euphorbiaceae
83	<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae
84	<i>Ctenitis variabilis</i> (Hook) Tardieu. Notul.	Tectariaceae
85	<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	Poaceae
86	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin	Cucurbitaceae
87	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae
88	<i>Cympopogon giganteus</i> Chiovenda	Poaceae
89	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Persoon	Poaceae
90	<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae
91	<i>Cyperus dilatatus</i> Schum. & Thonn.	Cyperaceae
92	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
93	<i>Cyperus haspan</i> L.	Cyperaceae
94	<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae
95	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
96	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae
97	<i>Cyperus tenuiculmis</i> Boeck.	Cyperaceae
98	<i>Cyphostemma adenocaula</i> (Steudel ex A. Richard)	Vitaceae
99	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
100	<i>Dalbergia saxatilis</i> Hook. F.	Fabaceae
101	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae
102	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	Fabaceae
103	<i>Desmodium scorpiurus</i> (Swartz) DC.	Fabaceae
104	<i>Desmodium tortuosum</i> (Swartz) Desvaux	Fabaceae
105	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	Fabaceae

106	<i>Desmodium velutinum</i> (Willdenow) DC.	Fabaceae
107	<i>Digitaria horizontalis</i> Willdenow	Poaceae
108	<i>Digitaria longiflora</i> (Retzius) Persoon	Poaceae
109	<i>Diodia rubricosa</i> Hiern	Rubiaceae
110	<i>Diodia scandes</i> swartz, sensu FWTa, éd. 2	Rubiaceae
111	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	Dioscoreaceae
112	<i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.	Dioscoreaceae
113	<i>Dioscorea dumetorum</i> (Kunth) Pax	Dioscoreaceae
114	<i>Dioscorea lecardii</i> De Wild.	Dioscoreaceae
115	<i>Dioscorea praehensilis</i> Benth.	Dioscoreaceae
116	<i>Dioscorea preussii</i> Pax	Dioscoreaceae
117	<i>Dioscorea quartiniana</i> Rich.	Dioscoreaceae
118	<i>Dioscorea smilacifolia</i> De Wild.	Dioscoreaceae
119	<i>Dolichos chrysanthus</i> A. Chev.	Fabaceae
120	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae
121	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae
122	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae
123	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacquin) Nees	Poaceae
124	<i>Eragrostis atrovirens</i> (Desf.) Trin ex Steud.	Poaceae
125	<i>Eragrostis ciliria</i> (L.) R. Br.	Poaceae
127	<i>Eragrostis tenella</i> (Linn.) P. Beauv. Ex Roem & Schult.	Poaceae
128	<i>Eragrostis tremula</i> (Lamarck) Hochstetter ex Steudel	Poaceae
129	<i>Erigeron floribundus</i> (Kunth.) Schultz-Bip	Asteraceae
130	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
131	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae
132	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Euphorbiaceae
133	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton.	Euphorbiaceae
133	<i>Ficus capensis</i> Thunberg	Moraceae
134	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae
135	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae
136	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (Linn.) Vahl	Cyperaceae
137	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudin	Cyperaceae
138	<i>Gomphrena celosioides</i> H. Martius	Amaranthaceae
139	<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill	Caesalpiniaceae
140	<i>Heterotis rotundifolia</i> (Sm.) Jacq.-Felix	Melastomataceae
141	<i>Hibiscus lobatus</i> (Murray) Kuntze	Malvaceae
142	<i>Hibiscus sabdarifa</i> L.	Malvaceae
143	<i>Hybanthus enneaspermus</i> (L.) F. Mueller	Violaceae
144	<i>Hydrolea zeylanica</i> (L.) Vahl	Hydrophyllaceae
145	<i>Hyptis spicigera</i> Lamarck	Lamiaceae
146	<i>Hyptis suaveolens</i> Poiteau	Lamiaceae
147	<i>Icacina mannii</i> Oliv.	Icacinaceae
148	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
149	<i>Indigofera berhautiana</i> Gillett	Fabaceae
150	<i>Indigofera dendroides</i> Jacquin	Fabaceae
151	<i>Indigofera geminata</i> Baker	Fabaceae
152	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Fabaceae
153	<i>Indigofera paniculata</i> Vahl ex Pers.	Fabaceae
154	<i>Indigofera polysphaera</i> Baker	Fabaceae
155	<i>Indigofera tetrasperma</i> Vahl ex Persoon	Fabaceae
156	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsskål	Convolvulaceae
157	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Brown	Convolvulaceae
158	<i>Ipomoea heterotricha</i> Didrichsen	Convolvulaceae
159	<i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.	Convolvulaceae
160	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae



161	<i>Kyllinga bulbosa</i> P. Beauv.	Cyperaceae
162	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach.	Cyperaceae
163	<i>Kyllinga pumila</i> Michaux	Cyperaceae
164	<i>Kyllinga squamulata</i> Thonn.	Cyperaceae
165	<i>Laggera gracilis</i> (O.Hoffm. & Muschl.) C.D. Adams	Asteraceae
166	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
167	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Urticaceae
168	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Oenotheraceae
169	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae
170	<i>Manihot esculenta</i> Grantz	Euphorbiaceae
173	<i>Mariscus flabelliformis</i> Kunth.	Cyperaceae
174	<i>Mariscus longibracteatus</i> Chermeson	Cyperaceae
175	<i>Micrococca mercurialis</i> (L.) Benth	Euphorbiaceae
176	<i>Mimosa invisa</i> Martius ex Colla	Mimosaceae
177	<i>Mimosa pudica</i> Linn.	Mimosaceae
178	<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Asteraceae
179	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lamarck	Aizoaceae
180	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Aizoaceae
181	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
182	<i>Nephrolepis bisserata</i> (Sw.) Schott	Davalliaceae
183	<i>Oldenlandia affinis</i> (R&S) DC	Rubiaceae
184	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae
185	<i>Oldenlandia herbaceae</i> (L.) Roxburgh	Rubiaceae
186	<i>Palisota hirsuta</i> (Thumb) Schum	Commelinaceae
187	<i>Panicum brevifolium</i> L.	Poaceae
188	<i>Panicum laxum</i> Sw.	Poaceae
189	<i>Panicum maximum</i> Jacquin	Poaceae
190	<i>Panicum pansum</i> Rendle	Poaceae
191	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae
192	<i>Parquetina nigriscens</i> (Afzel.) Bullock	Periplocaceae
193	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Poaceae
194	<i>Paspalum orbiculare</i> G. Forst	Poaceae
195	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Poaceae
196	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	Poaceae
197	<i>Passiflora edulis</i> L.	Passifloraceae
198	<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae
199	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trinius	Poaceae
200	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schultes	Poaceae
201	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher	Poaceae
202	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lamarck) A. Richard	Poaceae
203	<i>Peperomia molleri</i> C. DC.	Piperaceae
204	<i>Perotis patens</i> Gand	Poaceae
205	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumacher & Thonning	Euphorbiaceae
206	<i>Phyllanthus discoideus</i> (Baill.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
207	<i>Phyllanthus muellerianus</i> (Kuntze) Exell	Euphorbiaceae
208	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Euphorbiaceae
209	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae
210	<i>Physalis micrantha</i> Link	Solanaceae
211	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae
212	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (Bracken)	Pteridaceae
213	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae
214	<i>Pycnus acuticarinatus</i> (Kük) Cherm.	Cyperaceae
215	<i>Pycnus lanceolatus</i> (Poir.) C.B. Clarke	Cyperaceae
216	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	Apocynaceae

217	<i>Rhynchosia buttneri</i> Harms	Fabaceae
218	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	Asteraceae
219	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Loureiro) Clayton	Poaceae
220	<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franchet) Stapf	Poaceae
221	<i>Schrankia leptocarpa</i> DC.	Mimosaceae
222	<i>Schwenckia americana</i> L.	Solanaceae
223	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Scrophulariaceae
224	<i>Setaria barbata</i> (Lamarck) Kunth	Poaceae
225	<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumacher) Stapf & C.E.	Poaceae
226	<i>Sida acuta</i> Burman F.	Malvaceae
227	<i>Sida corymbosa</i> R.E. Fries	Malvaceae
228	<i>Sida linifolia</i> C. Jussieu ex Cavanilles	Malvaceae
229	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
230	<i>Sida urens</i> L.	Malvaceae
231	<i>Sida veronicifolia</i> Lamarck	Malvaceae
232	<i>Smilax kraussiana</i> Meisn.	Smilacaceae
233	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae
234	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae
235	<i>Solanum torvum</i> Swartz	Solanaceae
236	<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Briquet	Lamiaceae
237	<i>Sonhus rarifolia</i> Oliv. & Hiern	Asteraceae
238	<i>Spermacoce ocymoides</i> (Buman F.) DC.	Rubiaceae
239	<i>Spermacoce scabra</i> (Schumacher & Thonning)	Rubiaceae
240	<i>Spermacoce verticillata</i> Linn.	Rubiaceae
241	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae
242	<i>Spilanthes filicaulis</i> (Schumach. & Thonn.) CD. Adams	Asteraceae
243	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
244	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae
245	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Miller) Vahl	Verbenaceae
246	<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	Verbenaceae
247	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn	Asteraceae
248	<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze	Taccaceae
249	<i>Tephrosia bracteolata</i> Guillemain & Perrottet	Fabaceae
250	<i>Tetracera alnifolia</i> Wild	Dilleniaceae
251	<i>Thalia welwitschii</i> Ridl.	Marantaceae
252	<i>Trema guineensis</i> (Schum. & Thonn.) Ficalho	Ulmaceae
253	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae
254	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae
255	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacquin	Tiliaceae
256	<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.	Fabaceae
257	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae
258	<i>Vernonia cinerea</i> (Linn.) Less.	Asteraceae
259	<i>Vernonia colorata</i> (Willdenow) Drake	Asteraceae
260	<i>Vigna reticulata</i> Hooker	Fabaceae

# ANNEXE 8 : Liste Floristique inventoriée dans la localité de Gagnoa

Espèce	Famille
1 <i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medik.	Malvaceae
2 <i>Acacia sieberiana</i> DC.	Mimosaceae
3 <i>Acalypha ciliata</i> Forssk	Euphorbiaceae
4 <i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae
5 <i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae
6 <i>Albizia zygia</i> (DC.) J. Macbr.	Mimosaceae
7 <i>Alternanthera pungens</i> H. B. & K.	Amaranthaceae
8 <i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schumacher & Thonning) J.	Euphorbiaceae
9 <i>Alysicarpus rugosus</i> (Willdenow) DC.	Euphorbiaceae
10 <i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae
11 <i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae
12 <i>Ammania gracilis</i> Guill. & Perr.	Lythraceae
13 <i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	Araceae
14 <i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae
15 <i>Andropogon tectorum</i> Schumacher & Thonning	Poaceae
16 <i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth	Commelinaceae
17 <i>Aneilema paludosum</i> A. Chavalier	Commelinaceae
18 <i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC) Guillemin & Perrottet	Combretaceae
19 <i>Aspilia africana</i> (Persoon) C.D. Adams	Asteraceae
20 <i>Aspilia bussei</i> O. Hoffmann & Musschler	Asteraceae
21 <i>Asystasia buettneri</i> Lindau	Acanthaceae
22 <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson	Acanthaceae
23 <i>Axonopus compressus</i> (Swartz) P. Beauv.	Poaceae
24 <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae
25 <i>Azolla africana</i> Desvaux	Azollaceae
26 <i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
27 <i>Biophytum umbraculifera</i> Klotzsch	Oxalidaceae
28 <i>Blumea aurita</i> (L.f.) D.C.	Asteraceae
29 <i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Nyctaginaceae
30 <i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae
31 <i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae
32 <i>Bombax buenopozense</i> P. Beauv.	Bombacaceae
33 <i>Bracharia lata</i> (Schumach.) C.E. Hubbard	Poaceae
34 <i>Brachiara deflexa</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae
35 <i>Brachiara distichophylla</i> (Trinius) Stapf	Poaceae
36 <i>Brachiara serrata</i> Stapf	Poaceae
37 <i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Euphorbiaceae
38 <i>Calopogonium mucunoides</i> Desvaux	Fabaceae
39 <i>Cassia hirsuta</i> L.	Caesalpiniaceae
40 <i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpiniaceae
41 <i>Cassia obtusifolia</i> L.	Caesalpiniaceae
42 <i>Cassia occidentalis</i> L.	Caesalpiniaceae
43 <i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae
44 <i>Celosia isertii</i> Schumm. & Thonn.	Amaranthaceae
45 <i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae
46 <i>Chloris pilosa</i> Schumacher	Poaceae
47 <i>Chlorophora excelsa</i> (Welwitsch) Bentham & Hooker F.	Moraceae
48 <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Robinson	Asteraceae
49 <i>Chrysanthellum americanum</i> (L.) Vatke	Asteraceae
50 <i>Cleome ciliata</i> Schumacher & Thonning	Capparidaceae

51	<i>Cleome viscosa</i> L.	Capparidaceae
52	<i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schum & Thonn.	Verbenaceae
53	<i>Clerodendrum polycephalum</i> Baker	Verbenaceae
54	<i>Clerodendrum violaceum</i> Gürke	Verbenaceae
55	<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	Combretaceae
56	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae
57	<i>Commelina diffusa</i> Burman f.	Commelinaceae
58	<i>Commelina forskalaei</i> Vahl	Commelinaceae
59	<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae
60	<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae
61	<i>Crinum zeylanicum</i> (L.F. ex Aiton) Bury	Amaryllidaceae
62	<i>Crotalaria goreensis</i> Guillemin & Perrottet	Fabaceae
63	<i>Crotalaria retusa</i> L.	Fabaceae
64	<i>Croton hirtus</i> L'Héritier	Euphorbiaceae
65	<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae
66	<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	Poaceae
67	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin	Cucurbitaceae
68	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae
69	<i>Cympopogon giganteus</i> Chiovenda	Poaceae
70	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Persoon	Poaceae
71	<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae
72	<i>Cyperus dilatatus</i> Schum. & Thonn.	Cyperaceae
73	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
74	<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae
75	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
76	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae
77	<i>Cyperus tenuiculmis</i> Boeck.	Cyperaceae
78	<i>Cyphostemma adenocaule</i> (Steudel ex A. Richard)	Vitaceae
79	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
80	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	Caesalpiniaceae
81	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	Fabaceae
82	<i>Desmodium scorpiurus</i> (Swartz) DC.	Fabaceae
83	<i>Desmodium tortuosum</i> (Swartz) Desvaux	Fabaceae
84	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	Fabaceae
85	<i>Desmodium velutinum</i> (Willdenow) DC.	Fabaceae
86	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Am.	Mimosaceae
87	<i>Digitaria horizontalis</i> Willdenow	Poaceae
88	<i>Digitaria longiflora</i> (Retzius) Persoon	Poaceae
89	<i>Diodia scandes</i> Swartz	Rubiaceae
90	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	Dioscoreaceae
91	<i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.	Dioscoreaceae
92	<i>Dioscorea dumetorum</i> (Kunth) Pax	Dioscoreaceae
93	<i>Dioscorea lecardii</i> De Wild.	Dioscoreaceae
94	<i>Dioscorea praehensilis</i> Benth.	Dioscoreaceae
95	<i>Dioscorea smilacifolia</i> De Wild.	Dioscoreaceae
96	<i>Dolichos chrysanthus</i> A. Chev.	Fabaceae
97	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae
98	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Asteraceae
99	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner	Poaceae
100	<i>Elymandra androphila</i> (Stapf) Stapf	Poaceae
101	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacquin) Nees	Poaceae
102	<i>Eragrostis tenella</i> (L.) P. Beauv. ex Roemer & Steudel	Poaceae
103	<i>Eragrostis tremula</i> (Lamarck) Hochstetter ex Steudel	Poaceae
104	<i>Erigeron floribundus</i> (H. B. & K.) Sch. Bip.	Asteraceae
105	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae

106	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae
107	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Euphorbiaceae
108	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Convolvulaceae
109	<i>Ficus capensis</i> Thunberg	Moraceae
110	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae
111	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae
112	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudin	Cyperaceae
113	<i>Flagellaria guineensis</i> Schumacher	Flagellariaceae
114	<i>Flueggea virosa</i> (Roxburgh ex Willdenow) Voigt	Euphorbiaceae
115	<i>Gloriosa superba</i> L.	Liliaceae
116	<i>Gomphrena celosioides</i> H. Martius	Amaranthaceae
117	<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill	Caesalpiniaceae
118	<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze	Poaceae
119	<i>Hibiscus asper</i> Hooker F.	Malvaceae
120	<i>Hibiscus lobatus</i> (Murray) Kuntze	Malvaceae
121	<i>Hibiscus senegalensis</i> Cavanilles	Malvaceae
122	<i>Hibiscus sidiiformis</i> Baillon	Malvaceae
123	<i>Hybanthus enneaspermus</i> (L.) F. Mueller	Violaceae
124	<i>Hyptis spicigera</i> Lamarck	Lamiaceae
125	<i>Hyptis suaveolens</i> Poiteau	Lamiaceae
126	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
127	<i>Indigofera berhautiana</i> Gillett	Fabaceae
128	<i>Indigofera dendroides</i> Jacquin	Fabaceae
129	<i>Indigofera geminata</i> Baker	Fabaceae
130	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Fabaceae
131	<i>Indigofera paniculata</i> Vahl ex Pers.	Fabaceae
132	<i>Indigofera polysphaera</i> Baker	Fabaceae
133	<i>Indigofera tetrasperma</i> Vahl ex Persoon	Fabaceae
134	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsskål	Convolvulaceae
135	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Brown	Convolvulaceae
136	<i>Ipomoea heterotricha</i> Didrichsen	Convolvulaceae
137	<i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.	Convolvulaceae
138	<i>Kyllinga bulbosa</i> P. Beauv.	Cyperaceae
139	<i>Kyllinga squamulata</i> Thonning ex Vahl	Cyperaceae
140	<i>Laggera gracilis</i> (O. Hoffm. & Muschl.) C.D. Adams	Asteraceae
141	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chev	Urticaceae
142	<i>Laportea ovalifolia</i> (Shum & Thonn) Dandy	Urticaceae
143	<i>Launaea chevalieri</i> (O. Hoffm. & Muschl.) Dandy	Asteraceae
144	<i>Launaea cornuta</i> (Hochstetter ex Oliver & Hiern) Jeffrey	Asteraceae
145	<i>Launaea nana</i> Hiern	Asteraceae
146	<i>Lepistemon owariense</i> (P. Beauv.) Hallier f.	Convolvulaceae
147	<i>Lindernia diffusa</i> (L.) Wettst	Scrophulariaceae
148	<i>Lippia multiflora</i> Moldenke	Verbenaceae
149	<i>Lonchocarpus cyanescens</i> (Schum. & Thonn.) Benth.	Fabaceae
150	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Oenotheraceae
151	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae
153	<i>Mariscus cylindristachyus</i> Steudel	Cyperaceae
154	<i>Mariscus longibracteatus</i> Chermeson	Cyperaceae
155	<i>Marsilea minuta</i> A. Juss.	Marsileaceae
156	<i>Micrococca mercurialis</i> (L.) Benth	Euphorbiaceae
158	<i>Mimosa invisa</i> Martius ex Cola	Mimosaceae
159	<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Rubiaceae
160	<i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) Cham. & Schlecht ex DC.	Rubiaceae
161	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lamarck	Aizoaceae
162	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Aizoaceae

163	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
164	<i>Mondia whitei</i> (Hook F.) Skeels	Periplocaceae
165	<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae
166	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae
167	<i>Oldenlandia herbaceae</i> (L.) Roxburgh	Rubiaceae
168	<i>Panicum maximum</i> Jacquin	Poaceae
169	<i>Panicum pansum</i> Rendle	Poaceae
170	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae
171	<i>Parquetina nigriscens</i> (Afzel.) Bullock	Periplocaceae
172	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Poaceae
173	<i>Paspalum orbiculare</i> G. Forst	Poaceae
174	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Poaceae
175	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	Poaceae
176	<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae
177	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trinius	Poaceae
178	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schultes	Poaceae
179	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher	Poaceae
180	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lamarck) A. Richard	Poaceae
181	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumacher & Thonning	Euphorbiaceae
182	<i>Phyllanthus discoideus</i> (Baill.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
183	<i>Phyllanthus muellerianus</i> (Kuntze) Exell	Euphorbiaceae
184	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Euphorbiaceae
185	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae
186	<i>Physalis micrantha</i> Link	Solanaceae
187	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumacher) Milne-Redhead	Caesalpiniaceae
188	<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Lamiaceae
189	<i>Polygala arenaria</i> Willdenow	Polygalaceae
190	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae
191	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae
192	<i>Pycnus acuticarinatus</i> (Kük) Cherm.	Cyperaceae
193	<i>Rhynchosia buttneri</i> Harms	Fabaceae
194	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	Rubiaceae
195	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Loureiro) Clayton	Poaceae
196	<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franchet) Stapf	Poaceae
197	<i>Schrankia leptocarpa</i> DC.	Mimosaceae
198	<i>Schwenckia americana</i> L.	Solanaceae
199	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Scrophulariaceae
200	<i>Setaria barbata</i> (Lamarck) Kunth	Poaceae
201	<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumacher) Stapf & C.E. H	Poaceae
203	<i>Sida acuta</i> Burman F.	Malvaceae
204	<i>Sida corymbosa</i> R.E. Fries	Malvaceae
205	<i>Sida linifolia</i> C. Jussieu ex Cavanilles	Malvaceae
206	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae
207	<i>Sida stipulata</i> Cavanilles	Malvaceae
208	<i>Sida urens</i> L.	Malvaceae
209	<i>Sida veronicifolia</i> Lamarck	Malvaceae
210	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae
211	<i>Solanum torvum</i> Swartz	Solanaceae
212	<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Briquet	Lamiaceae
213	<i>Sonchus rarifolia</i> Oliv. & Hiern	Asteraceae
214	<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desvaux) Stapf	Poaceae
215	<i>Spermacoce ocymoides</i> (Buman F.)	Rubiaceae
216	<i>Spermacoce scabra</i> (Schum. & Thonn)	Rubiaceae
217	<i>Spermacoce verticillata</i> (L.) G. Meyer	Rubiaceae
218	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae

219	<i>Spilanthes filicaulis</i> (Schumacher & Thonning) Adams	Asteraceae
220	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
221	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae
222	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Miller) Vahl	Verbenaceae
223	<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	Verbenaceae
224	<i>Stylochiton hypogaeus</i> Leprieur	Araceae
225	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn	Asteraceae
226	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd	Portulacaceae
227	<i>Tephrosia bracteolata</i> Guillemín & Perrottet	Fabaceae
228	<i>Thalia welwitschii</i> Ridl.	Marantaceae
229	<i>Trema guineensis</i> (Schum. & Thonn.) Ficalho	Ulmaceae
230	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae
231	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae
232	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacquin	Tiliaceae
233	<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.	Fabaceae
234	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae
235	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) C. Jussieu	Asteraceae
236	<i>Vernonia colorata</i> (Willdenow) Drake	Asteraceae
237	<i>Vernonia galamensis</i> (Cassini) Lessing	Asteraceae
238	<i>Vernonia glabra</i> Hutch & Dalziel	Asteraceae
239	<i>Vernonia guineensis</i> Benth.	Asteraceae
240	<i>Vernonia perrotteti</i> Sch. Bip.	Asteraceae
241	<i>Vigna reticulata</i> Hooker	Fabaceae
242	<i>Waltheria indica</i> L.	Sterculiaceae

# ANNEXE 9 : Index des taxons

N°	Espèces	Famille	Pages
1	<i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medik.	Malvaceae	189 ; 194
2	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Mimosaceae	189 ; 194
4	<i>Acalypha ciliata</i> Forssk	Euphorbiaceae	194
5	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae	189 ; 194 185 ; 189 ; 126;
6	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	144 ; 194
7	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J. Macbr.	Mimosaceae	27 ; 189 ; 194
8	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae	29 ; 189
9	<i>Alternanthera pungens</i> H. B. & K.	Amaranthaceae	189 ; 194
10	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schumacher & Thonning) J.	Euphorbiaceae	189 ; 194
11	<i>Alysicarpus rugosus</i> (Willdenow) DC.	Euphorbiaceae	189 ; 194
12	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats	Amaranthaceae	151
13	<i>Amaranthus rudis</i> Sauer	Amaranthaceae	151
14	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	185 ; 189 ; 194
15	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	187 ; 189 ; 194
16	<i>Ammania gracilis</i> Guill. & Perr.	Lythraceae	189 ; 194
17	<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms (Lati)	Caesalpiniaceae	189
18	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	33
19	<i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	Araceae	33 ; 189 ; 194
20	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae	96 ; 189 ; 194
21	<i>Andropogon tectorum</i> Schumacher & Thonning	Poaceae	96 ; 189 ; 194
22	<i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth	Commelinaceae	189 ; 194
23	<i>Aneilema paludosum</i> A. Chavalier	Commelinaceae	189 ; 194
24	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC) Guillemin & Perrottet	Combretaceae	189 ; 194
25	<i>Aspilia africana</i> (Persoon) C.D. Adams	Asteraceae	189 ; 194
26	<i>Aspilia bussei</i> O. Hoffmann & Musschler	Asteraceae	189 ; 194
27	<i>Asystasia buettneri</i> Lindau	Acanthaceae	189 ; 194
28	<i>Asystasia calycina</i> Benth.	Acanthaceae	189 ; 194
29	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson	Acanthaceae	189 ; 194
30	<i>Axonopus compressus</i> (Swartz) P. Beauv.	Poaceae	90 ; 189 ; 194
31	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	16 ; 189 ; 194
32	<i>Azolla africana</i> Desvaux	Azollaceae	29 ; 189 ; 194
33	<i>Baphia nitida</i> De Candolle	Fabaceae	78 ; 189
34	<i>Beta vulgaris</i> L.	Chenopodiaceae	12
35	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	126 ; 189 ; 194



36	<i>Biophytum umbraculifera</i> Klotzsch	Oxalidaceae	189 ; 194
37	<i>Blighia welwitschii</i> (Hern) Radlk	Sapindaceae	78; 144 ; 185 ; 189
38	<i>Blumea aurita</i> (L.f.) D.C.	Asteraceae	126 ; 187 ; 189 ;194
39	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Nyctaginaceae	189 ; 194
40	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae	144; 146 ; 185 ; 187 ; 189 ; 194
41	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae	91 ; 189 ; 194
42	<i>Bombax buenopozense</i> P. Beauv.	Bombacaceae	189 ; 194
43	<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum.	Asteraceae	144 ; 185
44	<i>Borreria scabra</i> (Shum. & Thonn.) Schum.	Rubiaceae	185
45	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Rubiaceae	187 91; 96; 100; 126; 144 ; 185 ; 187 ;
46	<i>Brachiara deflexa</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae	189 ; 194
47	<i>Brachiara distichophylla</i> (Trinius) Stapf	Poaceae	189 ; 194 96; 126; 128; 147 ;
48	<i>Brachiara lata</i> (Schumacher) C.E. Hubbard	Poaceae	187 ; 188 ; 189 ;194
49	<i>Brachiara serrata</i> Stapf	Poaceae	189 ; 194
50	<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae	8
51	<i>Brassica oleracea</i> L.	Brassicaceae	12
52	<i>Breynia retusa</i> (Denste) Alston	Euphorbiaceae	90 ; 189
53	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Euphorbiaceae	194
54	<i>Byrsocarpus coccineus</i> Shum. et Th.	Connaraceae	144 ; 185 ; 189
55	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desvaux	Fabaceae	90 ; 189 ; 194
56	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae	8
57	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	8
58	<i>Carica Papaya</i> L. var. <i>Bady</i> AKE ASSI	Caricaceae	81
59	<i>Cassia hirsuta</i> L.	Caesalpiniaceae	189 ; 194
60	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpiniaceae	189 ; 194
61	<i>Cassia obtusifolia</i> L.	Caesalpiniaceae	189 ; 194 144; 146 ; 185 ;
62	<i>Cassia occidentalis</i> L.	Caesalpiniaceae	187 ; 189 ; 194
63	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G.Don	Apocynaceae	14
64	<i>Cedrela toona</i> Roxb. ex Willd.	Meliaceae	29
65	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	189 ; 194
66	<i>Celosia isertii</i> Schumm. & Thonn.	Amaranthaceae	190 ; 194
67	<i>Celosia laxa</i> Schumach. & Thonn.	Amaranthaceae	190 90; 144; 147 ; 185 ;
68	<i>Celosia trigyna</i> L.	Amaranthaceae	188 ; 190 ; 194
69	<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	Poaceae	190
70	<i>Centrosema pubescens</i> Benth	Fabaceae	146; 147 ; 190
71	<i>Chasmanthera dependens</i> Hochst.	Menispermaceae	29 126; 144 ; 185 ;
72	<i>Chloris pilosa</i> Schumacher	Poaceae	190 ; 194
73	<i>Chlorophora excelsa</i> (Welwitsch) Bentham & Hooker	Moraceae	190 ; 194
74	<i>Christiana africana</i> DC.	Tiliaceae	27

		125; 126; 128; 131; 144; 146; 147; 151; 152; 185; 187 ; 188 ; 195
75	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Robinson	Asteraceae
76	<i>Chrysanthellum americanum</i> (L.) Vatke	Asteraceae
77	<i>Chrysophyllum pulpuchri</i> L.	Sapotaceae
78	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
79	<i>Cleome ciliata</i> Schumacher & Thonning	Capparidaceae
80	<i>Cleome rutidosperma</i> DC.	Capparidaceae
81	<i>Cleome viscosa</i> L.	Capparidaceae
82	<i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schum & Thonn.	Verbenaceae
83	<i>Clerodendrum polycephalum</i> Baker	Verbenaceae
84	<i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.	Verbenaceae
85	<i>Clerodendrum violaceum</i> Gürke	Verbenaceae
86	<i>Cnestis ferruginea</i> DC	Connaraceae
87	<i>Cnestis longiflora</i> Climber.	Connaraceae
88	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae
89	<i>Coffea afzelii</i> Hiern	Rubiaceae
90	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae
91	<i>Coffea excelsa</i> Chev.	Rubiaceae
92	<i>Coffea robusta</i> L.	Rubiaceae
93	<i>Coffea rupestris</i>	Rubiaceae
94	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae
95	<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	Combretaceae
96	<i>Combretum racemosum</i> P.Beauv.	Combretaceae
97	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae
98	<i>Commelina diffusa</i> Burman f.	Commelinaceae
99	<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae
100	<i>Commelina forskalaei</i> Vahl	Commelinaceae
101	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Asteraceae
102	<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae
103	<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae
104	<i>Crinum zeylanicum</i> (L.F. ex Aiton) Bury	Amaryllidaceae
105	<i>Crotalaria goreensis</i> Guillemain & Perrottet	Fabaceae
106	<i>Crotalaria retusa</i> L.	Fabaceae

		91; 126; 144; 146; 150 ; 185 ; 187 ; 190 ; 195
107	<i>Croton hirtus</i> L'Héritier	Euphorbiaceae
108	<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae
109	<i>Ctenitis variabilis</i> (Hook) Tardieu Notul.	Tectariaceae
110	<i>Ctenium newtonii</i> Hack.	Poaceae
111	<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin	Cucurbitaceae
112	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae
113	<i>Cucuumis melo</i> subsp. <i>Melo</i>	Cucurbitaceae
114	<i>Culcasia liberica</i> N. E. Br.	Araceae
115	<i>Culcasia saxatilis</i> A. Chev.	Araceae
116	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae
117	<i>Cympopogon giganteus</i> Chiovenda	Poaceae
118	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Persoon	Poaceae
119	<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae
120	<i>Cyperus dilatatus</i> Schum. & Thonn.	Cyperaceae
121	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
122	<i>Cyperus haspan</i> L.	Cyperaceae
123	<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae
124	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
125	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae
126	<i>Cyperus tenuiculmis</i> Boeck.	Cyperaceae
127	<i>Cyphostemma adenocaulis</i> (Steudel ex A. Richard)	Vitaceae
128	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
129	<i>Dalbergia saxatilis</i> Hook. F.	Fabaceae
130	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	Caesalpiniaceae
131	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae
132	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	Fabaceae
133	<i>Desmodium scorpiurus</i> (Swartz) DC.	Fabaceae
134	<i>Desmodium tortuosum</i> (Swartz) Desvaux	Fabaceae
135	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	Fabaceae
136	<i>Desmodium velutinum</i> (Willdenow) DC.	Fabaceae
137	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Am.	Mimosaceae
138	<i>Digitaria horizontalis</i> Willdenow	Poaceae
139	<i>Digitaria longiflora</i> (Retzius) Persoon	Poaceae
140	<i>Diodia rubricosa</i> Hiern	Rubiaceae
141	<i>Diodia scandes</i> swartz, sensu FWTa, éd. 2	Rubiaceae
142	<i>Dioscorea abyssinica</i> Hochst. ex Kunth	Dioscoreaceae

143	<i>Dioscorea bulbifera</i> L.	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
144	<i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
145	<i>Dioscorea dumetorum</i> (Kunth) Pax	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
146	<i>Dioscorea lecardii</i> De Wild.	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
147	<i>Dioscorea praeheinsilis</i> Benth.	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
148	<i>Dioscorea preussii</i> Pax	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
149	<i>Dioscorea quartiniana</i> Rich.	Dioscoreaceae	81 ; 191
150	<i>Dioscorea smilacifolia</i> De Wild.	Dioscoreaceae	81 ; 191 ; 195
151	<i>Diospyros mannii</i> Hiern	Ebenaceae	27
152	<i>Dolichos chrysanthus</i> A. Chev.	Fabaceae	191 ; 195
153	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae	191 ; 195
154	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Asteraceae	196
155	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Pontederiaceae	29
156	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	Arecaceae	28 15; 90; 96; 101; 102; 126; 151 ; 185 ; 191 196
157	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner	Poaceae	196
158	<i>Elymandra androphila</i> (Stapf) Stapf	Poaceae	196
159	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	90 ; 191
160	<i>Eragrostis aspera</i> (Jacquin) Nees	Poaceae	191 ; 196
161	<i>Eragrostis atrovirens</i> (Desf.) Trin ex Steud.	Poaceae	191 ; 196 91; 126; 144 ; 185 ;
162	<i>Eragrostis ciliria</i> (L.) R.Br.	Poaceae	191
163	<i>Eragrostis tenella</i> (L.) P. Beauv. ex Roemer & Steudel	Poaceae	191 ; 196
164	<i>Eragrostis tremula</i> (Lamarck) Hochstetter ex Steudel	Poaceae	191 ; 196
165	<i>Eremospatha macrocarpa</i> G. Mann & H. A. Wendl.	Arecaceae	27
166	<i>Erigeron floribundus</i> (H. B. & K.) Sch. Bip.	Asteraceae	196 15; 125; 126; 134; 135; 137; 141; 146; 147; 152; 164 ; 187 ; 188 ; 191 ; 196 90; 91; 125; 126; 144; 146 ; 185 ; 187 ; 188 ; 191 ; 196 126; 144 ; 185 ;
167	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	187 ; 191 ; 196
168	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	187 ; 191 ; 196
169	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Euphorbiaceae	187 ; 191 ; 196
170	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton.	Euphorbiaceae	187 ; 191
171	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Convolvulaceae	196
172	<i>Ficus capensis</i> Thunberg	Moraceae	196 ; 191 91; 144 ; 185 ;
173	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	191 ; 196
174	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	191 ; 196
175	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (Linn.) Vahl	Cyperaceae	191
176	<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudin	Cyperaceae	191 ; 196
177	<i>Flagellaria guineensis</i> Schumacher.	Flagellariaceae	196
178	<i>Flueggea virosa</i> (Roxburgh ex Willdenow) Voigt	Euphorbiaceae	196
179	<i>Gloriosa superba</i> L.	Liliaceae	196
180	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Fabaceae	8
181	<i>Gomphrena celosioides</i> H. Martius	Amaranthaceae	191 ; 196

182	<i>Gossypium arboreum</i> L.	Malvaceae	81
183	<i>Gossypium herbaceum</i> L.	Malvaceae	81
184	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Malvaceae	8; 9; 11, 81
185	<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill	Caesalpiniaceae	191 ; 196
186	<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze	Poaceae	78 ; 196
187	<i>Heisteria parvifolia</i> Sm.	Olacaceae	27
188	<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	12
189	<i>Heliconia caribaea</i> Lam.	Heliconiaceae	32
190	<i>Heterotis rotundifolia</i> (Sm.) Jacq.-Felix	Melastomataceae	191
191	<i>Hevea brasiliensis</i> (Will. ex A.Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	27, 28; 29; 36; 112
192	<i>Hibiscus asper</i> Hooker F.	Malvaceae	196
193	<i>Hibiscus lobatus</i> (Murray) Kuntze	Malvaceae	191 ; 196
194	<i>Hibiscus sabdarifa</i> L.	Malvaceae	146 ; 187 ; 191
195	<i>Hibiscus senegalensis</i> Cavanilles	Malvaceae	196
196	<i>Hibiscus sidiformis</i> Baillon	Malvaceae	196
197	<i>Hybanthus enneaspermus</i> (L.) F. Mueller	Violaceae	143; 146 ; 187 ; 191 ; 196
198	<i>Hydrolea zeylanica</i> (L.) Vahl	Hydrophyllaceae	191
199	<i>Hyptis spicigera</i> Lamarck	Lamiaceae	191 ; 196
200	<i>Hyptis suaveolens</i> Poiteau	Lamiaceae	191 ; 196
201	<i>Icacina mannii</i> Oliv.	Icacinaceae	78; 90 ; 191 27; 32; 125; 126; 135; 137; 141;151;152;164; 185 ; 188 ; 191 ; 196
202	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	
203	<i>Indigofera berhautiana</i> Gillett	Fabaceae	191 ; 196
204	<i>Indigofera dendroides</i> Jacquin	Fabaceae	191 ; 196
205	<i>Indigofera geminata</i> Baker	Fabaceae	191 ; 196
206	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Fabaceae	90 ; 191 ; 196
207	<i>Indigofera paniculata</i> Vahl ex Pers.	Fabaceae	191 ; 196
208	<i>Indigofera polysphaera</i> Baker	Fabaceae	191 ; 196
209	<i>Indigofera tetrasperma</i> Vahl ex Persoon	Fabaceae	191 ; 196
210	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsskål	Convolvulaceae	191 ; 196
211	<i>Ipomoea argentaurata</i> Hallier f. Burkill, H.M.	Convolvulaceae	
212	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	126; 146 ; 187
213	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. Brown	Convolvulaceae	126 ; 187 ; 191 ; 196
214	<i>Ipomoea heterotricha</i> Didrichsen	Convolvulaceae	191 ; 196 125; 126;130;132;141; 143;146; 147;150;151; 152; 164 ; 185 ; 187 ;
215	<i>Ipomoea involucrata</i> P.Beauv.	Convolvulaceae	192 ; 196
216	<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Convolvulaceae	126 ; 191 90, 126; 144; 146 ;
217	<i>Ipomoea triloba</i> L	Convolvulaceae	185 ; 187 ; 188 ; 192
218	<i>Kyllinga bulbosa</i> P. Beauv.	Cyperaceae	126 ; 192 ; 196
219	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach.	Cyperaceae	126 ; 185 ; 192
220	<i>Kyllinga erecta</i> Schumach. var. <i>erecta</i>	Cyperaceae	145
221	<i>Kyllinga pumila</i> Michaux	Cyperaceae	126 ; 185 ; 192
222	<i>Kyllinga squamulata</i> Thonning ex Vahl	Cyperaceae	187 ; 192 ; 196

223	<i>Laggera gracilis</i> (O.Hoffm. & Muschl.) C.D. Adams	Asteraceae	192 ; 196
224	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	91; 144 ; 185 ; 192
225	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Urticaceae	144; 192 ; 196
226	<i>Laportea ovalifolia</i> (SHUM 1 Thonn) Dandy	Urticaceae	196
227	<i>Launaea chevalieri</i> (O. Hoffm. & Muschl.) Dandy	Asteraceae	196
228	<i>Launaea cornuta</i> (Hochstetter ex Oliver & Hiern) J.	Asteraceae	196
229	<i>Launaea nana</i> Hiern	Asteraceae	196
230	<i>Lepistemon owariense</i> (P. Beauv.) Hallier f.	Convolvulaceae	196
231	<i>Lindernia diffusa</i> (L.) Wettst	Scrophulariaceae	145 ; 196
232	<i>Lippia multiflora</i> Moldenke	Verbenaceae	78 ; 197
233	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	15; 16 ;
234	<i>Lonchocarpus cyanescens</i> (Schum. & Thonn.) Benth.	Fabaceae	197
235	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Oenotheraceae	192 ; 197
236	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae	192 ; 197
237	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	29; 33; 36; 81 ; 192
238	<i>Manihot glaziovii</i> Muell	Euphorbiaceae	81
239	<i>Manihot grahamii</i> Hooker	Euphorbiaceae	81
240	<i>Mansonia altissima</i> (A. Chev.) A. Chev.	Sterculiaceae	27 91;126; 143; 146 ;
241	<i>Mariscus cylindristachyus</i> Steudel	Cyperaceae	187 ; 192 ; 197
242	<i>Mariscus flabelliformis</i> Kunth.	Cyperaceae	145 ; 185 ; 192
243	<i>Mariscus longibracteatus</i> Chermeson	Cyperaceae	187 ; 192 ; 197
244	<i>Mariscus umbellatus</i> Vahl	Cyperaceae	145
245	<i>Marsilea minuta</i> A. Juss.	Marsileaceae	197
247	<i>Micrococca mercurialis</i> (L.) Bentham	Euphorbiaceae	192 ; 197
248	<i>Mimosa invisa</i> Martius ex Colla	Mimosaceae	145 ; 185 ; 192 ; 197
249	<i>Mimosa pudica</i> Linn.	Mimosaceae	192 ; 197 90; 146 ; 185 ;187 ;
250	<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Rubiaceae	192 ; 197
251	<i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) Cham. & Schlecht ex DC.	Rubiaceae	185
252	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lamarck	Aizoaceae	146 ; 187 ; 192 ; 197
253	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Aizoaceae	192 ; 197
254	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	90 ; 185 ; 192 ;197
255	<i>Mondia whitei</i> (Hook F.) Skeels	Periplocaceae	197
256	<i>Musa AAB</i>	Musaceae	27; 34
257	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	28; 81
258	<i>Musa sapientum</i> L.	Musaceae	27; 81
259	<i>Musa schweinfurthii</i> K. Schum.	Musaceae	81
260	<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae	78 ; 197
261	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Davalliaceae	192
262	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) R. Capuron	Sterculiaceae	29
263	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	14
264	<i>Oldenlandia affinis</i> (R&S) DC	Rubiaceae	145 ; 186 ; 192 91; 145; 146; 186 ;
265	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae	187 ; 192 ; 197
266	<i>Oldenlandia herbaceae</i> (L.) Roxburgh	Rubiaceae	146 ; 187 ; 192 ; 197
267	<i>Oryza eichingeri</i> A. Peter	Poaceae	81
268	<i>Oryza glaberrima</i> Steud	Poaceae	81

269	<i>Oryza longistaminata</i> A. Chev. & Röhr	Poaceae	81
270	<i>Oryza punctata</i> Kotschy ex Steud.	Poaceae	81
271	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	8; 11; 12; 14; 17; 28; 29; 78; 81
272	<i>Palisota hirsuta</i> (Thumb) Schum	Araceae	29; 78 ; 192
273	<i>Panicum brevifolium</i> L.	Poaceae	90; 126; 145; 146 ; 186 ; 192
274	<i>Panicum laxum</i> Sw.	Poaceae	91; 126 ; 186 ; 187 ; 192
275	<i>Panicum maximum</i> Jacquin	Poaceae	50; 90; 96; 97; 98; 126; 143; 145; 146; 150 ; 186 ; 187 ; 192 ; 197
276	<i>Panicum pansum</i> Rendle	Poaceae	91 ; 192 ; 197
277	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae	96; 126; 143; 145; 150 186 ; 187 ; 192 ; 197
278	<i>Parquetina nigriscens</i> (Afzel.) Bullock	Periplocaceae	192 ; 197
	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Poaceae	96 ; 192 ; 197
	<i>Paspalum orbiculare</i> G. Forst	Poaceae	90; 96; 126; 145 ; 186 ; 192 ; 197
279	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Poaceae	192 ; 197
280	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	Poaceae	192 ; 197
281	<i>Passiflora edulis</i> L	Passifloraceae	192
282	<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	90; 146 ; 186 ; 187 ; 192 ; 197
283	<i>Paullinia pinnata</i> L.	Sapindaceae	29
284	<i>Pennisetum americanum</i> L.	Poaceae	81
285	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br.	Poaceae	81
286	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trinius	Poaceae	81 ; 192 ; 197
287	<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schultes	Poaceae	81; 90; 126; 145 ; 186 ; 192 ; 197
288	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher	Poaceae	81 ; 192 ; 197
289	<i>Pennisetum subangustum</i> (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb.	Poaceae	81
290	<i>Pennisetum violaceum</i> (Lamarck) A. Richard	Poaceae	81 ; 192 ; 197
291	<i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baillon	Capparidaceae	16
292	<i>Peperomia molleri</i> C. DC.	Piperaceae	90 ; 192
293	<i>Pergularia daemia</i> (Forsk.) Chiov.	Asclepiadaceae	188
294	<i>Perotis patens</i> Gand	Poaceae	145 ; 186 ; 192
295	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	81
296	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumacher & Thonning	Euphorbiaceae	90; 126; 145; 146 ; 186 ; 187 ; 192 ; 197
297	<i>Phyllanthus discoideus</i> (Baill.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	192 ; 197
298	<i>Phyllanthus muellerianus</i> (Kuntze) Exell	Euphorbiaceae	192 ; 197
299	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Euphorbiaceae	90 ; 192 ; 197
300	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	91; 145; 147 ; 186 ; 188 ; 192 ; 197
301	<i>Physalis micrantha</i> Link	Solanaceae	192 ; 197
302	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumacher) Milne-Redhead	Caesalpiniaceae	78 ; 197
303	<i>Pistia stratiotes</i> L.	Araceae	29
304	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	151

305	<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Lamiaceae	197
306	<i>Polygala arenaria</i> Willdenow	Polygalaceae	78 ; 197
307	<i>Pouzolzia guineensis</i> (A.Rich.) Blume	Urticaceae	188
308	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae	90 ; 192 ; 197
309	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (Bracken)	Pteridaceae	78; 145 ; 186 ; 192
310	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae	192 ; 197
311	<i>Pycnus acuticarinatus</i> (Kük) Cherm.	Cyperaceae	193 ; 197
312	<i>Pycnus lanceolatus</i> (Poir.) C. B. Clarke	Cyperaceae	193
313	<i>Raphia hookeri</i> G.Mann & H.Wendl.	Arecaceae	29
314	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	Apocynaceae	90; 146 ; 187 ; 193
315	<i>Rhynchosia buttneri</i> Harms	Fabaceae	193 ; 197 91; 145; 146 ;186 ;
316	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	Asteraceae	187 ; 193 ; 197
317	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Loureiro) Clayton	Poaceae	193 ; 197
318	<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franchet) Stapf	Poaceae	193 ; 197
319	<i>Schrankia leptocarpa</i> DC.	Mimosaceae	146 ; 187 ; 193 ; 197
320	<i>Schwenckia americana</i> L.	Mimosaceae	193 ; 198
321	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Scrophulariaceae	146 ; 187 ; 193 ; 198
322	<i>Setaria barbata</i> (Lamarck) Kunth	Poaceae	193 ; 198
323	<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumacher) Stapf & C.E. H	Poaceae	193 ; 198
324	<i>Sida acuta</i> Burman F.	Malvaceae	193 ; 198
325	<i>Sida corymbosa</i> R.E. Fries	Malvaceae	193 ; 198
326	<i>Sida linifolia</i> C. Jussieu ex Cavanilles	Malvaceae	193 ; 198
327	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	193 ; 198
328	<i>Sida stipulata</i> Cavanilles	Malvaceae	198
329	<i>Sida urens</i> L.	Malvaceae	193 ; 198
330	<i>Sida veronicifolia</i> Lamarck	Malvaceae	193 ; 198
331	<i>Smilax kraussiana</i> Meisn.	Smilacaceae	193
332	<i>Solanum lycopersicum</i> L. <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>cerasiforme</i> (Dunal)	Solanaceae	81 ; 193
334	Spooner, J. Anderson & R.K. Jansen.	Solanaceae	12; 81
335	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	193 ; 198
336	<i>Solanum torvum</i> Swartz	Solanaceae	193 ; 198
337	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae	
338	<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Briquet	Lamiaceae	193 ; 198
339	<i>Sonchus rarifolia</i> Oliv. & Hiern	Asteraceae	193 ; 198
340	<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desvaux) Stapf	Poaceae	81 ; 198
341	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench subsp. <i>bicolor</i>	Poaceae	81
342	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	151
343	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf:	Poaceae	81
344	<i>Sorghum verticilliflorum</i> (Steud.) Stapf	Poaceae	81; 126; 147 ; 188
345	<i>Spermacoce ocymoides</i> (Bumhan F.)	Rubiaceae	193 ; 198
346	<i>Spermacoce scabra</i> (Schum. & Thonn)	Rubiaceae	193 ; 198
347	<i>Spermacoce verticillata</i> (L.) G. Meyer	Rubiaceae	146 ; 193 ; 198 90; 143 ;187 ;
348	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Loganiaceae	193 ;198
350	<i>Spilanthes filicaulis</i> (Schumacher. & Thonn.) CD. Adams	Asteraceae	193 ; 198



351	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	193 ; 198 91; 126; 145 ;186 ;
352	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae	193 ; 198
353	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Miller) Vahl	Verbenaceae	193 ; 198
354	<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	Verbenaceae	193 ; 198
355	<i>Sterculia rhinopetala</i> K. Schum. Bosch C.H., Louppe	Sterculiaceae	29
356	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Sterculiaceae	29
357	<i>Striga hermonthica</i> (Del.) Benth.	Scrophulariaceae	42; 43
358	<i>Stylochiton hypogaeus</i> Leprieur	Araceae	78 ; 198
359	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn	Asteraceae	126 ;188 ; 193 ; 198
360	<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze	Taccaceae	78 ; 193
361	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd	Portulacaceae	145 ; 186 ; 187
362	<i>Tephrosia bracteolata</i> Guillemain & Perrottet	Fabaceae	193 ; 198
363	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels (Limba)	Combretaceae	27; 29; 35
364	<i>Tetracera alnifolia</i> Wild	Dilleniaceae	193
365	<i>Thalia welwitschii</i> Ridl.	Marantaceae	193 ; 198
366	<i>Theobroma cacao</i> L. <i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) Schum.	Sterculiaceae	27; 28; 29; 81
367		Sterculiaceae	81
368	<i>Theobroma speciosa</i> Willd. ex Spreng	Sterculiaceae	81
369	<i>Thitonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	Asteraceae	29; 35
370	<i>Tiliacora dinklagei</i> Engl.	Menispermaceae	29
371	<i>Trema guineensis</i> (Schum. & Thonn.) Ficalho	Ulmaceae	193 ; 198
372	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae	193 ; 198
373	<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae	126 ; 187 ; 193 ; 198
374	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	Sterculiaceae	27; 29
375	<i>Tripsacum laxum</i> Nash.	Poaceae	81; 105
376	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacquin	Tiliaceae	187 ; 188 ; 193 ; 198
377	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C.DC.) Pellegr.	Meliaceae	27
378	<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.	Fabaceae	193 ; 198
379	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	193 ; 198 90; 126; 143; 146 ;
380	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) C. Jussieu	Asteraceae	187 ; 193 ; 198
381	<i>Vernonia colorata</i> (Willdenow) Drake	Asteraceae	193 ; 198
382	<i>Vernonia galamensis</i> (Cassini) Lessing	Asteraceae	198
383	<i>Vernonia glabra</i> Hutch & Dalziel	Asteraceae	198
384	<i>Vernonia guineensis</i> Benth.	Asteraceae	198
385	<i>Vernonia perrotteti</i> Sch. Bip.	Asteraceae	126 ; 187 ; 198
386	<i>Vigna ambacensis</i> Welw. ex Baker	Fabaceae	81
387	<i>Vigna desmodioides</i> R.Wilczek	Fabaceae	81
388	<i>Vigna filicaulis</i> Hepper	Fabaceae	81
389	<i>Vigna gracilis</i> (Guill. & Perr.) Hook. f.	Fabaceae	81
390	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	Fabaceae	81
391	<i>Vigna reticulata</i> Hooker	Fabaceae	193 ; 198
392	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae	81
393	<i>Waltheria indica</i> L.	Sterculiaceae	198 8; 11; 12; 33; 108;
394	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	116; 117

## **RESUME : Contribution a l'étude de la simulation d'un impact agro écologique de cultures transgéniques sur la flore adventice en Cote d'Ivoire'.**

Les plantes transgéniques avec leurs énormes potentialités comme les rendements élevés, les résistances aux maladies, aux insectes et au stress hydrique semblent représenter une solution pour l'Afrique et pourraient contribuer à la réduction de la pauvreté et à l'augmentation de la production agricole dans cette zone du monde souvent confrontée à la famine. Cependant les organismes génétiquement modifiés entraînent un cortège de polémiques et de risques décrits avec une série d'impacts qui concerneraient la santé humaine, l'environnement, le social et l'économique. La dangerosité des plantes transgéniques est-elle une préoccupation des populations ivoiriennes ? La dispersion génique au sein d'une culture dans les conditions naturelles par des transgènes peut-elle être évaluée ou déterminée à travers l'étude de cas ? L'existence d'un risque de transfert de transgènes vers les espèces végétales sauvages voisines d'une culture transgénique donnée peut-elle être déterminée à travers l'analyse de la flore adventice ? La capacité de réduction ou non de la biodiversité et de sélection de plantes envahissantes à un herbicide utilisé de manière répétitive, peut-elle être suivie ? Dans une étude prospective, l'impact environnemental circonscrit à l'aspect agroécologique a été évalué. Des enquêtes ont été réalisées sur 400 paysans et 1000 intellectuels à travers une série de questionnaires. Le suivi du flux des gènes a consisté en un certain nombre de dispositifs expérimentaux permettant le passage des gènes entre espèces cultivées de maïs entre parcelles contiguës ou séparées par une végétation naturelle. Un contrôle chimique et dynamique des mauvaises herbes a permis d'étudier l'effet répétitif durant trois années consécutives d'un herbicide à base de glyphosate sur la biodiversité végétale et évaluer le coût financier du traitement herbicide par rapport aux sarclages manuels. Des relevés floristiques dans les agrosystèmes de Gagnoa et d'Azaguié ont permis d'évaluer la proximité générique entre cultures transgéniques et adventices. L'enquête a montré qu'il y a à la fois des adversaires et des partisans pour l'éventuel introduction des plantes transgéniques en Côte d'Ivoire pour diverses raisons analysées et extrapolées à l'ensemble de la population. L'étude floristique a permis l'identification de 302 adventices dans l'ensemble des localités et trois grandes familles prépondérantes constituées de Poaceae, Asteraceae et Fabaceae, avec un type biologique également important, les Thérophytes. Les mauvaises herbes recensées ont renfermé des espèces proches de certaines espèces cultivées susceptibles d'être génétiquement modifiées au niveau du genre ou de la famille, tels que le riz et le mil. Les conditions d'un éventuel flux de gène entre cultures transgéniques et espèces sauvages voisines ainsi que leur signification ont été discutées. Cependant, les risques réels de contaminations et les repousses possibles de plantes génétiquement modifiées sont avérés. Dans le cas précis du maïs, les éléments qui ont permis la dissémination de l'espèce ont été les grains de pollen et les caryopses qui atteignent la maturité. L'utilisation répétée d'un herbicide a réduit la prévalence des mauvaises herbes et a permis à la culture un meilleur rendement et surtout à l'agriculteur, un gain de temps de travail important pour l'entretien des parcelles cultivées concernant le sarclage et les traitements pesticides. Les résultats ont cependant également révélé une sélection d'un certain nombre d'adventices telles *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Imperata cylindrica*, *Ipomoea involucreta* qui se sont développés et ont prospéré par rapport aux autres mauvaises herbes du milieu. Cette induction possible d'un phénomène de résistance a été discutée.

**Mots clés :** maïs, OGM, glyphosate, adventice, Côte d'Ivoire

## **SUMMARY: Contribution to the study of the simulation of agro-ecological impacts of transgenic crops on the weed flora in Cote d'Ivoire.**

Transgenic plants with their huge potential of high yields, resistance to diseases, insects and moisture stress appear to represent a solution to Africa. They could contribute to reducing poverty and increasing agricultural production in this area of the world often faced with famine. However, genetic modification is associated with a trail of controversy and risks describing a series of impacts on human health, environmental, social and economic arenas. Is the danger of transgenic plants a real concern to the Ivorian population? Can gene dispersal within a culture under natural conditions, by transgenes, be measured or determined through case studies? Can the likelihood of transfer of transgenes into wild plant species, surrounding a given GM crop, be determined through the analysis of the weed flora? Is it possible to monitor the ability of a herbicide, used repeatedly, to reduce the biodiversity and to cause the selection of invasive plants? In a prospective study, the environmental impact confined to the agro-ecological aspect was evaluated. Surveys were conducted on 400 farmers and 1000 intellectuals through a series of questionnaires. Monitoring the flow of genes involved a number of experimental devices allowing the passage of genes between species of maize, between cultivated contiguous parcels or separated by natural vegetation. A dynamic and chemical control of weeds made it possible to study the repeated effect of the herbicide glyphosate, for three consecutive years on plant biodiversity and to assess the financial cost of the herbicide compared to manual weeding. Floristic surveys in the agrosystem of Gagnoa and Azaguié have enable the evaluation of the generic proximity between transgenic crops and weeds. The survey showed that there are both opponents and supporters for the possible introduction of transgenic plants in Ivory Coast for various reasons analysed and extrapolated to the entire population. The floristic study allowed the identification of 302 weeds in all localities and three influential families consisting of Poaceae, Asteraceae, and Fabaceae, with a biological type also important, Therophytes. The identified weeds, confined near certain crops could be

genetically modified at the genus or family, such as rice and millet. The conditions of a possible gene flow between transgenic crops and wild neighbours and their meanings have been discussed. However, real risks of contamination and regrowth potential of genetically modified plants were considerable. In the case of maize, the elements that allowed the spread of the species were pollen grains and caryopses reaching maturity. Repeated use of herbicides has reduced the prevalence of weeds and allowed to culture better performance, especially to farmers, saving time for important work for the maintenance of the plots for weeding and pesticide treatments. The results have also revealed a selection of a number of weeds such *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Imperata cylindrica*, *Ipomoea involucrata* that grew and prospered compared to other environmental weeds. The possible induction of a resistance phenomenon has been discussed.

**Key words :** maize, GMO, glyphosate, weed, Côte d'Ivoire

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](mailto:biosciences@univ-cocody.ci)  
[ufrbiosciences@yahoo.fr](mailto:ufrbiosciences@yahoo.fr)

# PERMIS D'IMPRIMER

## Doctorat d'Etat

Présenté par BORAUD N'takpé Kama Maxime

**THEME** : "Contribution à l'étude de la simulation d'un impact agroécologique de cultures transgéniques sur la flore adventice de quelques localités de la Côte d'Ivoire".

Vu et approuvé

Abidjan, le 07 janvier 2011

Le Doyen de l'UFR Biosciences



Prof. KOUAMELAN Essetchi Paul

Vu et Permis d'Imprimer

Abidjan, le 07 janvier 2011

Le Président de l'Université de Cocody



N'DOUBA Valentin